Adli Bilimler

[Forensic Sciences]

Editör
Faruk AŞICIOĞLU

iuc-universitypress.org

Adli Bilimler

Bu kitap, Cumhuriyetimizin kuruluşunun 100. yılı anısına *"Cumhuriyetin 100. Yılına 100 Kitap"* projesi kapsamında İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa tarafından yayımlanmıştır.

Editör
Faruk Aşıcıoğlu

Haziran 2024

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
CERRAHPAŞA

IUC
UNIVERSITY
PRESS

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
CERRAHPAŞA

Adli Bilimler

Editör: Faruk Aşıcıoğlu
Kurum: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: faruk.asicioglu@iuc.edu.tr

Yayıncı

IUC UNIVERSITY PRESS

Adres: Üniversite Mahallesi, 34320 İstanbul/Türkiye
E-posta: iucpress@iuc.edu.tr

E-ISBN: 978-605-7880-79-6
DOI: DOI: 10.5152/0600
İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa Üniversite Yayınevi Seri No: 60

Yayıncılık Hizmetleri

AVES

© 2024. Telif hakkı yazarlara aittir. Bu kitaptaki bölümler açık erişimli olup Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası Lisansı altında dağıtılmaktadır. Bu lisans kullanıcılara, bölümleri herhangi bir amaç için indirme, çoğaltma ve yayımlanan bölümler üzerinde çalışma imkânı sunar. Böylece yayınlarımızın en geniş şekilde yayılmasını ve daha geniş bir etkiye sahip olmasını sağlar.

Sorumluluk Reddi
Kitapta yayımlanan metinlerin/bölümlerin ifadeleri veya görüşleri yazar(lar)ın ve editör(ler)in görüşlerini yansıtır. İÜC Üniversite Yayınevi ve İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa yazıların içeriğinden sorumlu değildir. Yayımlanan kitaplardaki çalışmaların doğru ve iyi araştırılmış olması ve metinlerde ifade edilen görüşlerin tutarlılığı yazar ve editörlerin sorumluluğundadır. İÜC Üniversite Yayınevi ve İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa, yazarlara çalışmalarını bilimsel toplulukla paylaşmak için bir platform sağlamaktadır.

Atıf için: Aşıcıoğlu, F. (Ed). (2024). *Adli bilimler*. İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

YAZARLAR

Anıl Özgüç
İstanbul Rumeli Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İstanbul, Türkiye

Ayşegül Şahin
İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü, İstanbul, Türkiye

Ayşegül Şen Yılmaz
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

Baki Yiğit Çakmakkaya
İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

Bayram Ünal
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Burcu Önder Gürpınar
Adli Ses Analizi Uzmanı, International Association for Forensic Phonetics and Acoustics

Derya Atamtürk Duyar
İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü, Paleoantropoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Dilek Salkım İşlek
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimler Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Emel Hülya Yükseloğlu
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Emine Şentürk
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Emre Mutlu
Adli Tıp Kurumu Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Erdal Polat
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı / Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul, Türkiye

Faruk Aşıcıoğlu
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Fatma Çavuş Yonar
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Ferhat Çiçek
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Sosyal Bilimler Ana Bilim Dalı, Jandarma Kriminal Laboratuvar Amirliği, İstanbul, Türkiye

Filiz Ekim Çevik
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Gökhan Ersoy
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Gönül Filoğlu
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Hüseyin Bülent Üner
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Hüseyin Çakan
Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

İsmail Barbaros
İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Merve Kuloğlu Genç
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Murat Nihat Arslan
Adli Tıp Kurumu, Küçükçekmece Adli Tıp Şube Müdürlüğü, İstanbul, Türkiye

Mustafa Özcan
İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, İstanbul, Türkiye

Muzaffer Berna Doğan
İstanbul Arel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, İstanbul, Türkiye

Oğuz Karamustafalıoğlu
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Orhan Destanoğlu
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Ömer Karataş
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Özge Genç Sütlü
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Özlem Bülbül Ercan
İstanbul Universitesi- Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Seda Akdemir Ekizoğlu
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Sosyal Bilimler Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Selda Mercan
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Sümeyye Zülal Şimşek
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Tuğba Tekin Bülbül
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Zeynep Belma Gölge
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Sosyal Bilimler Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Zeynep Türkmen
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

İÇİNDEKİLER

REKTÖRÜN ÖN SÖZÜ VIII

ÖN SÖZ XIV

GİRİŞ XV

BÖLÜM 1: OLAY YERİ XVI

Emel Hülya Yükseloğlu

1. Giriş ve Amaç 1
2. Olay Yerinin İncelenmesi ve Amacı 2
2.1. Olay Nedir? 2
2.2. Olay Yeri ve Olay Yeri İncelemesi 2
3. Olay Yeri İnceleme Yöntemleri ve Örnek Alma Teknikleri 3
3.1. Olay Yeri İncelemenin Aşamaları 3
3.2. Olay Yerine İlk Ekibin Gelmesi 4
3.3. Olay Yeri İnceleme Uzmanlarının Olay Yerine Gelmesi 4
3.4. Olay Yeri İncelemesi 4
3.4.1. Fotogrametri 4
3.4.2. 3D Laser Tarama 5
3.5. Olay Yerinde Kullanılan İnceleme Yöntemleri 5
3.5.1. Şerit Yöntemi 5
3.5.2. Izgara Yöntemi 5
3.5.3. Spiral Yöntemi (Dairesel) 5
3.5.4. Tekerlek Yöntemi 5
3.5.5. Bölge Yöntemi 5
3.6. Olay Yerinden Delillerin Toplanması ve Örnek Alımı 5
3.7. Olay Yerinden Elde Edilen Fiziksel Delillerin Kullanımı ile Elde Edilebilecek Çıkarımlar 6
3.7.1. Biyolojik Delil 6
3.7.2. Kimyasal Delil 8
3.7.3. Fiziksel Delil 9
3.7.4. Dijital deliller 9
3.7.5. İz Delilleri 9
3.8. Delil Teslim Zinciri ve Olay Yeri Son Kontrolü 10
3.8.1. Olay Yeri Rekonstrüksiyonu 10
4. Olay Yeri İncelemenin Hukuki Dayanağı 11

BÖLÜM 2: ÖLÜM VE POSTMORTEM DEĞİŞİMLERDEN ÖLÜM ZAMANI TAYİNİ 15

Gökhan Ersoy

1. Ölümün Farklı Tanımları 15
1.1. Beyin Ölümünün Tanısı 16
2. Ölüm Sonrası Gözlenen Değişimler 16
2.1. Antemortem – Potmortem Pıhtı Ayırımı 16
2.2. Ölüm Zamanı (Postmortem İnterval) Tayini 17
2.2.1. Ölü Lekeleri (Hipostaz, Livor Mortis) 17
2.2.2. Ölü Katılığı (Rigor Mortis) 18
2.2.3. Postmortem Kasılabilirlik 19
2.2.4. Ölü Soğuması 20
2.2.5. Bozunma (Bozuşma, Dekompozisyon) 20
2.2.6. Bozunmanın Özel Biçimleri 22
3. Moleküler Yöntemler 23

BÖLÜM 3: KAN LEKESİ MODEL ANALİZİ 28

Murat Nihat Arslan

1. Tarihsel Gelişim 29
2. Türkiye'de Kan Lekesi Model Analizinin Tarihçesi 29
3. Uluslararası Kan Lekesi Modeli Analistleri Topluluğu (IABPA) 29
4. Avrupa Adli Bilimler Enstitüleri Ağı (European Network of Forensic Science Institutes - ENFSI) 29
5. Eğitim Standartları 30
6. Temel Kavramlar 30

BÖLÜM 4: ADLİ TIBBİ AÇIDAN YARALAR 36

Emre Mutlu, Faruk Aşıcıoğlu

1. Yaralar 37
1.2. Yaraların Oluşum Mekanizmaları 37
1.2.1. Yaranın Tanımlanması 38
1.2.2. Yaraların Sınıflandırılması 38
2. Topoğrafilerine Göre Yaralar 40
2.1. Kafa Yaraları 40
2.1.1. Kafa Derisi Yaralanmaları 41
2.1.2. Kafatası Kırıkları 41
2.1.3. Kafaiçi Yaralanmaları 41
2.1.3.1. Epidural Kanamalar 41
2.1.3.2. Subdural Kanamalar 41
2.1.3.3. Subaraknoid Kanamalar 41
2.1.3.4. Beyin Ezilmesi 41
2.1.3.5. Beyin Ödemi 41
2.1.3.6. İntraserebral Kanamalar 41
2.2. Boyun Yaralanmaları 42
2.3. Göğüs Yaralanmaları 42
2.4. Batın Yaralanmaları 43
2.5. Ürogenital Sistem Yaralanmaları 44
2.6. Ekstremite Yaralanmaları 44

3. Türk Ceza Kanunu Açısından Yaralar 44
3.1. Kasten Yaralama (TCK. 86.Madde) 45
3.2. Neticesi sebebiyle ağırlaşmış yaralama (TCK. 87.Madde) 45
3.2.1. Duyularından veya organlarından birinin sürekli zayıflaması 45
3.2.2. Konuşmada sürekli zorluk 45
3.2.3. Yüzde sabit iz 45
3.2.4. Yüzde sabit iz tanısında cihaz destekli yaklaşım 46
3.2.5. Yaşamı tehlikeye sokan bir durum 46
3.2.6. Gebe bir kadına karşı işlenip de çocuğunun vaktinden önce doğması 46
3.2.7. İyileşme olanağı bulunmayan hastalık veya bitkisel hayat 47
3.2.8. Çocuk yapma yeteneklerinin kaybına neden olma 47
3.2.9. Yüzün sürekli değişikliği 47
3.2.10. Kemik kırıklarının değerlendirilmesi 47
3.2.11. Diş kayıpları 47
3.2.12. Kasten yaralamanın ihmali davranışla işlenmesi 47
3.3. Taksirle yaralama 47

BÖLÜM 5: ADLİ FOTOĞRAFLAMA 49

Anıl Özgüç

1. Fotoğraf Makinesinin Yapısı 50
1.1. Camera Obscura 50
1.2. Fotoğraf Makineleri 51
1.2.1. Bakaç (Vizör) Sistemlerine Göre Fotoğraf Makineleri 51
1.2.2. Netleme Sistemlerine Göre Fotoğraf Makineleri 51
1.2.3. Kayıt Sistemlerine Göre Fotoğraf Makineleri 51
1.3. Işık Kontrol Sistemleri 51
1.3.1. Pozlama 51
1.3.2. Diyafram 51
1.3.3. Obturatör (Örtücü, Perde, Shutter) 52
1.4. Objektifler 52
2. Adli Tıpta Fotoğrafın Kullanım Alanları 53
2.1. Olay Yerinde Fotoğraflama 53
2.1.1. Olay Yeri Fotoğraflamasında Gereken Temel Ekipman 54
2.2. Fiziksel ve Cinsel Saldırı Muayenelerinde Bulguların Kayıt Altına Alınması 54
2.2.1. İşkence Mağdurlarında Fotoğraflama 56
2.2.2. Cetvel Kullanımı 56
2.2.3. Makro ve Close-Up Fotoğraf 56
2.2.4. Görüntü Kimlik Doğrulaması (Görüntünün Doğruluğunun Kanıtlanması) 57
2.3. Otopsi Sırasında Fotoğraflama 57
2.4. Adli Odontoloji Uygulamalarında Fotoğraflama 58
2.5. Kimliklendirmede Fotoğrafın Kullanımı 59
2.5.1. Otopside Kimliklendirmede Fotoğrafın Kullanılması 59
2.5.2. Kimliklendirmede Dişlerin Fotoğraflanması 59

BÖLÜM 6: İZ DELİLLERİNİN İNCELENMESİ 61

Fatma Çavuş Yonar, Ayşegül Şen Yılmaz, Ferhat Çiçek

1. İz Deliller 63
2. Ayakkabı ve Araç Lastik İzleri 64
2.1. Ayakkabı/Araç Lastik İzlerinin Olay Yerinde Tespiti, Kaldırılması ve Nakledilmesi 65
2.1.1. İki Boyutlu İzlerin Geliştirilmesi ve Kaldırılması 66
2.1.2. Üç Boyutlu İzlerin Geliştirilmesi ve Kaldırılması 66
2.2. Ayak İzi İncelemelerinde Kullanılan Güncel Yöntemler 67
3. Alet İzleri 68
4. Balistik İzler 69
4.1. Mermi Ve Kartuş Karşılaştırmaları 69
4.2. Ateşli Silah Namlusu 69
4.3. Ateşli Silahların İncelenmesi 70
4.4. Kartuş İşaretlerinin Karşılaştırılması 70
5. Biyometrik İzler 70
5.1. Isırık (Diş) İzi 71
5.2. Dudak İzi 71
5.3. Tırnak İzi 71
5.4. Kulak İzi 71
5.5. Parmak İzi, Avuç İz ve Ayak İzi 72
6. Diğer İz Deliller 73
6.1. Lifler (Fiberler) 73
6.2. Cam 74
6.3. Boya 76
7. Tahrifat İncelemeleri (Silinen Seri Numaralarının İncelenmesi) 76
8. Parça Bütünleme (Parça-Bütün ilişkisinin Kurulması) 77

BÖLÜM 7: ADLİ ÖRNEKLER İÇİN KİMYASAL İNCELEME TEKNİKLERİ 80

Zeynep Türkmen

1. Delil Analizi İçin Kullanılan Kimyasal Analitik Yöntemler 82
1.2. Spektroskopik Teknikler 82
1.3. Ultraviyole (UV) ve Görünür Bölge Spektroskopisi 82
1.4. Floresans ve Fosforesans Spektroskopisi 83
1.5. Kızılötesi ve Yakın Kızılötesi Spektroskopisi 83
1.6. Raman Spektroskopisi 84
1.7. Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi (NMR) 84
1.8. Kütle Spektrometresi 85
1.9. Atomik Absorpsiyon ve Emisyon Spektroskopisi 85
2. Kromatografik Teknikler 86
2.1. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi 86
2.2. Gaz Kromatografisi 86
2.3. Yüksek Performanslı İnce Tabaka Kromatografisi 86
2.4. Birleştirilmiş Teknikler 87

2.5. Mikroskobik Teknikler 87
2.6. Optik Mikroskoplar 87
2.7. Elektron Mikroskopları 88
2.8. Atomik Kuvvet Mikroskobu 88
2.9. Enerji Dağılımlı X-Işını Bağlantılı Mikroskopi 88
2.10. Yenilikçi Analitik Teknikler 89
2.11. X-Işını Kırınımı 89
2.12. Nanoteknoloji 89
2.13. Çip Üzerinde Laboratuvar Sistemleri 89

BÖLÜM 8: BALİSTİK 94

Hüseyin Bülent Üner

1. Balistik 94
2. Ateşli Silahların Sınıflanması 95
3. Ateşli Silah Mermi Kısımlarının İncelenmesi 97
4. Silahın Çapı 98
5. Yivli Silahlarda Çapların İsimlendirilmesi 98
6. Av Fişeklerinin Yapısı 98
6.1. Av Tüfeklerinde Çapların İsimlendirilmeleri 99
6.2. Av Tüfeklerinde Şok 99
7. Kovan ve Mermi Çekirdeği İncelemeleri 99
8. Susturucular 100
9. Mermi Çekirdeklerinin Sekmesi 100
10. Ateşli Silah Atış Artıkları 101
11. Atış Mesafeleri 101
12. Giysi Tetkikinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar . 103
13. Ateşli Silah Atış Artıklarını Analiz Yöntemleri 103
14. Av Tüfeklerinde Saçma Dağılımına Göre Atış Mesafesi Tayini 106

BÖLÜM 9: ADLİ ANTROPOLOJİ 108

Derya Atamtürk Duyar, Ayşegül Şahin

1. İnsana Ait Materyallerin Keşfedilmesi ve Kaldırılması 110
2. İnsana Ait Olup Olmadığının Belirlenmesi 111
3. Kaç Bireye Ait Olduğunun Belirlenmesi 111
4. Ölüm Zamanının Tahmini 111
5. Biyolojik Profilin Oluşturulması 111
5.1. Cinsiyet Tespiti 111
5.2. Yaş Tayini 112
5.3. Boy Uzunluğunun Tahmini 114
5.4. Vücut Ağırlığının Tahmini 114
6. Travma Ve Hastalıkların Analizi 115
7. Fasiyal Rekonstrüksiyon ve Süperimpozisyon 115
8. Pozitif Kimliklendirme 115

BÖLÜM 10: ADLİ PSİKİYATRİ 118

Oğuz Karamustafalıoğlu

1. Bilirkişilik 119
2. Adli Psikiyatrik Değerlendirme 120
2.1. Raporlama 120
2.2. Fiili Ehliyetin Değerlendirilmesi 120
2.2.1. Vesayet 120
2.2.2. Yasal danışmanlık 120
2.2.3. Vasiyetname Düzenleme 120
2.2.4. Evlilik 120
2.2.4.1. Evlilik İptali veya Geçersizliği 120
2.3. Ceza Sorumluluğunun Saptanması 121
2.3.1. Çocuklarda Ceza Sorumluluğu 121
2.3.2. Erişkinlerde Ceza Sorumluluğu 121
2.3.3. Adli Gözlem 121
2.3.4. Ceza Sorumluluğunun Tam Olması 122
2.3.5. Azaltılmış Ceza Sorumluluğu 122
2.3.6. Ceza Sorumluluğunun Bulunması 122
2.3.7. Geçici Sebepler 122
2.3.8. Koruma ve Tedavi 123

BÖLÜM 11: ADLİ GENETİK 125

Emel Hülya Yükseloğlu, Fatma Çavuş Yonar, Ömer Karataş

1. Adli Genetiğin Temel Terminolojisi 127
2. Adli Genetiğin Tarihçesi 128
3. Adli Genetik Bilimine Kavramsal Yaklaşım 129
3.1. Ardışık Tekrarlar 130
3.1.1. Mini Uydular (Minisatellitler) 130
3.1.2. Kısa Ardışık Tekrarlar 130
3.2. Soy Biyobelirteçleri 131
3.2.1. Mitokondriyal DNA (mtDNA) 131
3.2.2. Y-STR 131
3.2.3. X-STR 132
3.3. Tek Nükleotid Polimorfizmleri 132
3.4. RNA'nın Adli Genetikte Kullanımı 132
4. Genetik Analizlerde İş Akış Süreci 132
4.1. DNA Çekitlemesi (İzolasyonu) 133
4.2. DNA'nın Kantitasyonu (Miktar Tayini) 133
4.3. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) 134
4.3.1. PCR İnhibisyonu 134
4.3.2. Hassasiyet ve Kontaminasyon 134
4.4. Kapiler Elektroforez Kullanılarak STR Polimorfizmlerinin Tespiti 135
4.5. STR Profillerinin İstatistiksel Yorumlanması 135
4.6. DNA Delilinin Değerlendirilmesi ve Raporlama 136
5. İnsana Ait Olmayan Kalıntılardan DNA Profilleme 136
6. DNA Veri Bankaları 137

BÖLÜM 12: ADLİ GENETİK ALANINDA GÜNCEL TEKNİKLER 141

Özlem Bülbül Ercan

1. Bi-Alelik Marker (SNP ve Indel) Çalışmaları 142
1.1. Tek Nükleotid Polimorfizmi (SNP, Single Nükleotid Polymorphism) 143
1.2. InDel Polimorfizmi 145
2. Kitlesel Paralel Sekanslama (Massively Parallel Sequencing, MPS) 145
3. Epigenetik 147
4. Genetik Geneoloji (Jeneoloji veya Soybilim) 147

BÖLÜM 13: FELAKET KURBANLARININ KİMLİKLENDİRİLMESİ 151

Gönül Filoğlu, Sümeyye Zülal Şimşek

1. Dünya Tarihinde Meydana Gelen Kitlesel Felaketler .. 153
2. DVI Organizasyonu 153
2.1. DVI Sürecinin Basamakları 154
2.1.1. Faz I: Olay Yeri İnceleme 154
2.1.2. Faz II: Post-Mortem Veriler 154
2.1.3. Faz III: Ante-Mortem Veriler 155
2.1.4. Faz IV: Postmortem ve Antemortem Verilerin Karşılaştırılması (Reconciliation) 155
3. Felaket Kurbanlarının Kimliklendirilmesinde Kullanılan Sistemler 155
3.1. Birincil Kimliklendirme Sistemleri 155
3.1.1. Parmak İzi Analizi 155
3.1.2. Diş Analizi 155
3.1.3. DNA Sistemleri ile Felaket Kurbanlarının Kimliklendirilmesi 156
3.1.3.1. Örneklerin Toplanması ve Korunması 156
3.1.3.2. DNA Örnekleri 156
3.1.3.3. DNA İzolasyonu 156
3.1.3.4. DNA İzolasyonu Öncesinde Uygulanacak Ön İşlemler 156
3.1.3.5. DNA Miktar Tayini 156
3.1.3.6. Kimliklendirmede Kullanılan Polimorfik DNA Sistemleri 157
3.1.3.6.1. STR Polimorfizmi 157
3.1.3.6.2. SNP Polimorfizmi 158
3.1.3.6.3. Indel Polimorfizmi 158
3.1.3.6.4. Mikrohaplotipler 159
3.1.3.6.5. MtDNA 159
3.1.3.7. Hızlı DNA Tiplendirme Testleri 159
3.1.3.8. DNA Analiz Platformları 159
3.1.3.9. Elde Edilen DNA Profillerinin Eşleştirilmesi 160
3.3. İkincil Kimliklendirme Sistemleri 160
3.3.1. Adli Antropoloji Çalışmaları 160
3.3.2. Tıbbi Geçmiş, Patoloji Verileri ve Diğer Kanıtlar 160

BÖLÜM 14: ADLİ KİMYA 164

Orhan Destanoğlu, Mustafa Özcan

1. Organik ve İnorganik Maddeler 166
1.1. Organik Maddeler 166
1.1.1. Uçucu Bileşikler 166
1.1.2. Alkoller 166
1.1.3. Diğer Organik Bileşikler 167
1.2. İnorganik Maddeler 167
2. Kimyasal Analiz 168
2.1. Bazı Analitik Kimya Terimleri 168
2.2. Kimyasal Analiz Basamakları 169
2.2.1. Yöntem ve Cihaz seçimi 169
2.2.2. Numune Alma ve Ölçüme Hazırlama 169
2.2.3. Örneklerin Alınması ve Saklanmasında Dikkat 170
2.3. Kalitatif ve Kantitatif Ölçüm Yöntemleri ve Cihazları 171
2.3.1. İnorganik Maddeler ve Analiz Yöntemleri 171
2.3.2. Organik Yapılı Maddelerin İncelenmesi 172
2.3.2.1. Spektroskopik Yöntemler ile Bulgularda Organik Bileşik Analizleri 172
2.3.2.2. Kromatografik Yöntemler ile Bulgularda Organik Bileşik Analizleri 172
3. Yasal Boyut 173

BÖLÜM 15: BELGE KİMYASI VE MÜREKKEP YAŞ TESPİTİ 176

Dilek Salkım İşlek

1. Kağıt 178
1.2. Kağıdın Kriminal İncelemesi 178
1.3. Lif Analizi 178
2. Yazı Gereçleri 178
2.1. Mürekkep 178
2.1.1. Renklendiriciler 178
2.1.2. Çözücüler 179
2.1.3. Reçineler 179
3. Yaş Tayini Raporlamasında Kullanılan Yaklaşımlar 179
4. Boyar Maddelerin Bozunması 179
5. Çözücülerin Buharlaşması 180
6. Reçinelerin Polimerleşmesi 180
7. Mürekkep Yapı ve Yaş Tayininde Kullanılan Sistemler . 180

BÖLÜM 16: ADLİ TOKSİKOLOJİ 182

Selda Mercan, Merve Kuloğlu Genç

1. Adli Toksikolojinin Kısa Tarihçesi 184
2. Adli Toksikolojide Temel Kavramlar 184

3. Toksikolojinin Sınıflandırılması 185
3.1. Adli Toksikoloji 186
4. Toksik Maddelerin Sınıflandırılması 186
5. Adli Toksikolojide Kullanılan Numune Çeşitleri 188
6. Örnek Hazırlama ve Analiz Yöntemleri 189
6.1. Örnek Hazırlama Yöntemleri 189
6.2. Analiz Yöntemleri 190
7. Adli Toksikoloji Laboratuvarı 191
8. Adli Toksikolojide Güncel Konular 192

BÖLÜM 17: ADLİ YANGIN İNCELEMELERİ 195

Selda Mercan, Tuğba Tekin Bülbül

1. Yangın Çıkış Nedenleri 196
2. Yangın Türleri ve İstatistikleri 197
3. Yangının Bileşenleri 199
4. Yanıcı Maddeler 199
5. Yangında Olay Yeri İnceleme ve Görev Dağılımı 200
5.1. Numune Toplanması 200
5.2. Analiz Yöntemleri 201
6. Adli Tıpta Yangın İncelemeleri 202
7. Yangında Bilirkişilik İncelemeleri 203

BÖLÜM 18: ADLİ ENTOMOLOJİ 205

Erdal Polat

1. Adli Entomolojinin Tarihçesi 207
2. Arthropodlar 207
2.1. Arthropodların Sınıflandırılması 208
2.2. Diptera Takımı 208
2.3. Arthropodların Yaşayışı 208
3. Adli Entomolojide Kullanılan ve İnsanlarda Miyaz Neden Olan Sineklerinin Larvaları ve Tanıtıcı Yapıları 209
3.1. Erişkin Sineğinin Yapısı 210
3.2. Coleoptera (Kınkanatlılar) 212
3.3. Süksesyon ve Ceset Çürüme Evreleri 212
3.3.1. Süksesyon 212
3.3.2. Süksesyonuna Etki Eden Faktörler 213
3.3.3. Cesedin Çürümesi ve Evreleri 213
3.3.4. Çürüme Hızına Etki Eden Etmenler 214
4. Adli Entomolojide Kullanılan ve İnsanlarda Miyaz Neden Olan Bazı Sinek, Böcek Türlerin Özelikleri ve Tanıtıcı Resimleri 215
4.1. Coleoptera Takımı 216
5. Erişkin Sineklerin ve Larvalarının Saklanması 218
5.1. Diptera 219
5.1.1. Brachycera Tayin Anahtarı 219
5.1.2. Calliphoraidae Tayin Anahtarı 219

BÖLÜM 19: ADLİ MİKROBİYOLOJİ 222

Filiz Ekim Çevik, Hüseyin Çakan

1. Biyosuç ve Biyoterör 224
2. Postmortem (Ölüm Sonrası) Mikrobiyoloji 224
2.1. Besin Zehirlenmeleri 225
3. Antemortem (Ölüm Öncesi) Mikrobiyolojiye Hastane Enfeksiyonları Yönüyle Yaklaşım 225
4. Cinsel Suçlar 226
5. Toprak Mikrobiyolojisi 227
6. Mikrobiyal Genetik 227
7. İş Sağlığı ve Güvenliği 228
8. Nanoteknoloji ve Değerlendirme 228

BÖLÜM 20: ADLİ TIP AÇISINDAN ALKOL 232

Dilek Salkım İşlek, Faruk Aşıcıoğlu

1. Alkol 234
2. Etil Alkol 234
2.1. Kullanım Alanları 234
2.2. Etil Alkol İhtiva Eden İçecekler 234
2.3. Fermentasyon Sonucu Alkol İçeren İçecek Türleri 234
2.4. Damıtma Sonucu Alkol İçeren İçecek Türleri 234
2.5. Etil Alkolün Metabolizasyonu 234
3. Sosyal İçicilerin Alkol Tüketimi Ve Sürüş Güvenliği 235
4. Alkol Düzeyinin Geriye Dönük Hesaplanması 235
5. Alkol Düzeyinin İleriye Dönük Hesaplanması 235
6. Toksisite 235
7. Alkol Alımının Sürüş Üzerine Etkileri 235
8. Alkol Tayini 237

BÖLÜM 21: ADLİ MÜHENDİSLİK VE NANOTEKNOLOJİ 238

Emine Şentürk, Bayram Ünal

1. Nanoteknoloji Nedir? Adli Bilimlerde Kullanım Alanları Nelerdir? 239
2. Adli Mühendislik 240
3. Adli Parmak İzi İncelemelerinde Nanoteknolojinin Kullanımı 241
4. Adli Moleküler Biyoloji ve Genetik Araştırmalarında Nanoteknolojinin Kullanımı 243
4.1. Adli Bilimlerde Kimliklendirmede Kullanılan Yöntemler 244
5. Patlayıcı Tespitinde Nanoteknolojinin Kullanımı 244
6. Adli DNA İncelemelerinde Nanoteknolojinin Kullanımı 245
7. Uyuşturucu Madde Kullanımı ve Kaçakçılığı ile Mücadelede Nanoteknolojinin Kullanımı 146
8. Suç İşlenmesinin Önlenmesinde Nanoteknolojiden Yararlanma 147

BÖLÜM 22: ADLİ ODONTOLOJİ 250

Anıl Özgüç

1. Dişlerden ve Isırık İzlerinden Kimliklendirmenin Tarihi... 252
2. Kimliklendirme 252
2.1. Kimliği Belirsiz Cesetlerde Dişten Kimliklendirme . 252
2.2. Kitle Felaketlerinde Dişten Kimliklendirme 253
3. Tıbbi Uygulama Hatalarında Diş Hekimliği 256
4. Dişten Yaş Tayini 257
4.1. Doğum Öncesi, Yenidoğan ve Doğum Sonrası Erken Dönemde Yaş Tayini 257
4.2. Çocuk ve Ergenlerde Yaş Tayini 257
4.3. Yetişkinlerde Yaş Tayini 259
5. Kriminal Olaylarda Adli Odontoloji 259
5.1. Isırık İzi Analizi 259
5.2. Cheiloskopi ve Palatal Rugoskopi 260
6. Türk Ceza Kanunu (TCK) ve Yaralanmalar Açısından Adli Diş Hekimliği 261
6.1. Yüzünde Sabit İze – Yüzünün Sürekli Değişikliğine Neden Olma 261
6.2. Yüz Bölgesi Yaralanmaları 261
6.3. Kemik Kırık ve Çıkıklarının Hayat Fonksiyonlarına Etkisinin Ağırlık Derecesi (Yüz ve Çene İçin) 261

BÖLÜM 23: ADLİ ASTRONOMİ 264

Hüseyin Bülent Üner

1. Adli Astronomi 264
2. Adli Astronominin Tarihçesi 265
3. Adli Astronomide Yararlanılan Temel Astronomi Bilgileri 268
4. Güneş'in Hareketleri 268

BÖLÜM 24: ADLİ BİLİŞİM 271

İsmail Barbaros

1. Adli Bilişimin Hukuki Boyutu 273
2. Adli Bilişimde Standartlar 275
3. Adli Bilişim Süreçleri 275
4. Bilişim Delillerinin Toplanması 277
5. Adli Bilişim Uygulamaları 279
6. Adli Bilişimin Geleceği ve Yeni Trendler 281

BÖLÜM 25: ADLİ HEMŞİRELİK 283

Muzaffer Berna Doğan

1. Adli Hemşireliğin Tarihsel Gelişimi 285
1.1. Adli Hemşireliğin Dünyadaki Tarihsel Gelişimi 285
1.2. Adli Hemşireliğin Türkiye'deki Tarihsel Gelişimi 286
2. Adli Hemşireliğin Uzmanlık Alanı Olarak Kabul Edilmesi 287
3. Adli Hemşireliğin Adli Bilimler Açısından Önemi 288
4. Kinikte Adli Hemşirelik 288
5. Adli Hemşirelik, Alt Uzmanlık Alanları ve İlgili Kuruluşlar 289
6. Adli Hemşirelikte Eğitim ve Gereken Nitelikler 290
7. Adli Hemşirelikte Sertifikasyon 291
7.1. Adli Hemşirelik Sertifikasyon Kurulu'nun (Forensic Nursing Certification Board-FNCB) Verdiği Sertifikasyonlar 291
7.1.1. Genel Adli Hemşirelik Sertifikasyonu (Generalist Forensic Nurse-GFN) 291
7.1.2. İleri Adli Hemşirelik Sertifikasyonu (Advanced Forensic Nurse-AFN) 291
7.2. Adli Hemşirelik Sertifikasyon Komisyonu'nun (Commission for Forensic Nursing Certification-CFNC) Verdiği Sertifikasyonlar 292
7.3. Amerikan Medikolegal Danışman Hemşire Sertifikasyon Kurulu'nun (American Legal Nurse Consultant Certification Board-ALNCCB) Verdiği Sertifikasyon 292
7.4. Amerikan Medikolegal Ölüm Araştırmaları Kurulu'nun (American Board of Medicolegal Death Investigators-ABMDI) Verdiği Tescil Sertifikasyonu 292
8. Adli Hemşirelikte Çalışma Alanları 293

BÖLÜM 26: ADLİ KONUŞMA BİLİMİ: KONUŞMACI TANIMADA ADLİ SESBİLİMSEL VE AKUSTİK YÖNTEMLER 295

Burcu Önder Gürpınar

1. Adli Sesbilim Nedir? 296
2. Adli Konuşmacı Tanıma Nedir? 297
3. Bir Kişinin Sesi Diğer Kişilerin Sesinden Nasıl Farklılık Gösterir? 297
3.1. Doğuştan gelen ve sonradan edinilen farklılıklar 297
3.2. Konuşmanın Anatomisi ve Akustik 298
3.3. Davranış Olarak Konuşma 298
4. Kişiyi Toplumun Diğer Bireylerinden Ayıran Ses Bilgisel Öğeler Nelerdir? 298
5. Konuşmacı Tanıma Olgularının Sınırlamaları 298
6. Günümüzde Adli Sesbilim Uygulamaları 298
7. Dilbilim Bağlamında Adli Sesbilimin Geleceği 299

BÖLÜM 27: ÇOCUK İSTİSMARI VE İHMALİ 301

Zeynep Belma Gölge, Seda Akdemir Ekizoğlu

1. İstismar Türleri 303
1.2. Fiziksel İstismar 303
1.3. Duygusal İstismar 303
1.4. Cinsel istismar 304
1.5. İhmal 305
2. Çocuk İstismarı ve İhmalinin Yaygınlığı 305
3. Çocuk İstismarı ve İhmalinin Risk Faktörleri 306
4. İstismar ve İhmalin Olumsuz Sonuçları 307

BÖLÜM 28: ADLİ BİLİMLERDE KALİTE VE AKREDİTASYON 312

Ferhat Çiçek, Faruk Aşıcıoğlu

1. Kalite ve Akreditasyon 314
1.1. Kalite 314
1.2. Akreditasyon 314
2. Adli Bilim Laboratuvarları 314
3. Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği (International Laboratory Accreditation Cooperation, ILAC) 315
4. Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) 315
5. Olay Yeri İnceleme Faaliyetlerinin Akreditasyonu 315
6. Adli Bilim Laboratuvarlarının Akreditasyon Süreci 315
6.1. Akreditasyon Başvurusu 315
6.2. Standart Maddelerinin Değerlendirilmesi 315
6.3. Genel Gereklilikler 316
6.3.1. Tarafsızlık 316
6.3.2. Gizlilik 316
6.4. Kaynak Gereklilikleri 316
6.4.1. Personel 316
6.4.2. Tesisler Ve Çevresel Koşullar 316
6.4.3. Donanım 316
6.4.4. Metrolojik İzlenebilirlik 316
6.5. Proses Gereklilikleri 316
6.5.1. Taleplerin, Tekliflerin ve Sözleşmelerin Gözden Geçirilmesi 316
6.5.2. Yöntemlerin Seçilmesi, Doğrulanması Ve Geçerli Kılınması 317
6.5.3. Deney Veya Kalibrasyon Ögelerinin Elleçlenmesi 317
6.5.4. Teknik Kayıtlar 317
6.5.5. Ölçüm Belirsizliği 317
6.5.6. Sonuçların Geçerliliğinin Güvence Altına Alınması 317
6.5.7. Sonuçların Raporlanması 317
6.6. Yönetim Sistemi Gereklilikleri 317
6.6.1. Risk Ve Fırsatların Ele Alınması 317
7. Akredite Olmanın Avantajları 318
7.1. Test Yetkinliğinin Tanınması 318
7.2. Pazarlama Avantajı 318
7.3. Performans İçin Bir Kıyaslama 318
7.4. Laboratuvar Akreditasyonu ve ISO 9001 Sertifikası Arasında Seçim 318
7.5. Laboratuvarınız İçin Uluslararası Tanınırlık 318
8. Yeterlilik Test Programlarına Katılmanın Faydaları 318
8.1. Yetkili Performansın Onaylanması 318
9. Ülkemizdeki Akreditasyon Faaliyetleri 319

BÖLÜM 29: TÜRKİYE'DE BİLİRKİŞİLİK VE MEVZUATI 321

Özge Genç Sütlü, Faruk Aşıcıoğlu

1. Bilirkişilik 322
1.2. Türkiye'de Bilirkişi 322
1.2.1. Bilirkişilikte Temel İlkeler 323
1.2.2. Bilirkişide Aranan Şartlar 324
1.3. Bilirkişilik Eğitimi 324
1.4. Bilirkişinin Yetkileri 324
2. Bilirkişilik Mekanizmasının Teşkilat Yapısı 325
2.1. Bilirkişilik Danışma Kurulu 325
2.2. Bilirkişilik Daire Başkanlığı 325
2.3. Bilirkişilik Bölge Kurulları 325
3. Bilirkişilik Yapan Resmi Kurumlar 326

BÖLÜM 30: CEZA HUKUKU BAĞLAMINDA ADLİ BİLİMLER 330

Baki Yiğit Çakmakkaya

1. Temel Kavramları ile Ceza Hukuku 332
2. Temel ve Bağlı Kavramları ile Ceza Muhakemesi 334
3. Adli Bilimler Bağlamında Ceza Soruşturma ve Kovuşturmaları 335
3.1. Adli Bilimler ve Hayata Karşı Suçlar 336
3.2. Adli Bilimler ve Vücut Dokunulmazlığına Karşı Suçlar 337
3.2.1 Kasten Yaralama Suçları 337
3.2.2 Taksirle Yaralama Suçları 338
3.3 Adli Bilimler ve Mal Varlığına Karşı Suçlar 339
3.3.1 Hırsızlık Suçları 339
3.3.2 Yağma Suçu 340
4. Değerlendirme 341

REKTÖRÜN ÖN SÖZÜ

Türk milletinin bağımsızlık mücadelesi, 29 Ekim 1923'te Cumhuriyetin ilanı ile taçlanmıştır. Dünya tarihine altın harflerle kazınan büyük bir mücadele sonucu elde edilen şanlı zafer, Türk milletinin hür ve bağımsız yaşama kararlılığı ile çıktığı yolda; inanç, cesaret, güven ve sınırsız fedakârlıkla gösterdiği eşsiz kahramanlıkların eseridir. Egemenliğin kayıtsız şartsız millete teslim edildiği Türkiye Cumhuriyeti, Millî Mücadele'mizin önderi Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün milletimize en büyük armağanıdır.

Cumhuriyetin kazanımlarını koruma ve milletimizin muasır medeniyetler seviyesine ulaşma hedefinde, eğitim ve bilim her zaman en büyük rehberdir. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesinde ise en büyük sorumluluk kuşkusuz üniversitelere düşmektedir.

Ülkemizin köklü ve öncü üniversiteleri arasında yer alan İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa; bilimsel yaklaşımı benimseyen, bilgi üreten ve uygulamalarıyla toplumun gelişmesine katkıda bulunmayı ilke edinen bir araştırma üniversitesidir. Cumhuriyet değerlerine bağlı bir yükseköğretim kurumu olarak Cumhuriyetimizin 100. yılına ithafen akademisyenlerimizin iş birliğiyle *"Cumhuriyetin 100. Yılına 100 Kitap"* projesini hayata geçiriyoruz. Proje kapsamında, akademisyenlerimizin kendi uzmanlık alanlarıyla ilgili kaleme aldıkları ve İÜC Yayınevi tarafından basılan kitaplar, açık erişimle tüm toplumun faydasına sunulmaktadır. Sağlıktan mühendisliğe, sosyal bilimlerden eğitime kadar pek çok alanda hazırlanan 100 kitap; eğitim-öğretim materyali, ders kitabı olarak kullanılabileceği gibi araştırma geliştirme kapsamında yararlanılacak kaynak olarak da kullanılabilecek nitelikteki kitaplardan oluşmaktadır.

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa olarak köklü geçmişimizden aldığımız güçle Cumhuriyetimizi nice yüzyıllara taşımak için var gücümüzle çalışmaya ve üretmeye devam ediyor, 100. yılını kutladığımız Cumhuriyetin kurulmasında emeği geçen tüm kahramanlara adadığımız *"Cumhuriyetin 100. Yılına 100 Kitap"* projemizi; tüm akademisyenlerin, öğrencilerin ve araştırmacıların kullanımına sunuyoruz.

Rektör
Prof. Dr. Nuri AYDIN
29 Ekim 2023

ÖN SÖZ

İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü, adli tıp ve adli bilimler alanında lisansüstü eğitim veren ilk kurum olarak 1982 yılında 41 sayılı kanun hükmünde kararname ile kurulmuş, 1983 yılında 2809 sayılı yasa (Yüksek Öğrenim Kurumları Teşkilatı Kanunu'nun 11. Maddesi c paragrafı) ile kanunlaştırılmıştır. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı'nın 11 Kasım 1986 tarihli kararıyla Adli Tıp Enstitüsü bünyesinde, Tıp, Fen ve Sosyal Bilimler Anabilim Dalları kurulmuş, 1986-1987 eğitim döneminde ise 16 öğrenci ile lisansüstü eğitime başlamıştır. Enstitü'nün ismi 25.06.2019 tarih, 30812 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 1157 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararının 2. maddesi 3. bendi uyarınca Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü olarak değiştirilmiştir.

İlk Enstitü Müdürü Prof. Dr. Şemsi Gök olup Enstitü Müdürlüğüne atanan dördüncü kişi olarak daha atandığım ilk günden itibaren görev yaptığım süre zarfında (2015 - 2021) Enstitümüzün şiarı olan üç alanda (eğitim öğretim; araştırma geliştirme ve bilirkişi hizmeti üretme) birçok ilerleme kaydettik. Araştırma Geliştirme faaliyetlerimizin önde gelenleri üniversite dışı kaynaklardan (Kalkınma Ajansı, Tübitak, Koskeb vb) büyük bütçeli, çok sayıda proje almak ve bunların birçoğunun patentlenerek endüstriyel değeri olan ürünlere dönüşmesidir. Bir diğer önemli faaliyetimiz olan bilirkişi hizmeti üretmek konusunda vardığımız nokta ise Adli Tıp Kurumu, Jandarma ve Polis Kriminal Laboratuvarları gibi ülkemizin önde gelen bilirkişi hizmeti üreten kurumlarının raporları arasında çelişki bulunduğunda bu mübayenetin çözümü için işaret edilen birim haline gelmiş olmaktır.

Yukarıda sayılan tüm hizmetlerimiz yanında alanımızla ilgili nitelikli insan kaynağı yetiştirmek, dolayısı ile öğrencilerimiz önceliğimiz olmuştur. Bu amaçla seçmeli ders sayımız artırılmış, ders veren akademisyenlerin çok farklı disiplinlerden katılımı temin edilmeye çalışılmıştır. Eğitim öğretim faaliyetleri konusunda anket yaparak öğrencilerimizin yaşadıkları problemler ve çözüm önerileri alınmıştır. Talepler arasında önemli bir yer tutan husus dersler ve bilhassa doktora yeterlilik aşamasında yararlanılacak temel başvuru kitabı eksikliği olmuştur. Her ne kadar lisans üstü eğitim alan bir öğrencinin yabancı kaynak takip edecek dil hakimiyeti olduğunu kabul edip öğrencilerimizin farklı dillerde yayınlanmış makale ve kitapları okumaları teşvik edilmekte ise de eğitimin en iyi ana dilde verileceği aşikardır. Bu kitap öğrencilerimizin gerek dersleri alırken gerekse doktora yeterlilik sınavı öncesinde okuyabilecekleri, birçok bölümü bizzat dersi vermekte olan öğretim üyeleri tarafından hazırlanmış, bazı bölümlerinde onları akademik yaşama hazırlama ülküsü ile öğrencilerimizden de destek alınmış temel başvuru kitabı vasfındadır.

Kitap alanımızın multi-disipliner yapısına yakışacak şekilde 30 adet bölüm içermekte olup emsallerinin birçoğundan daha kapsamlıdır. Bu kitabın yıllar içerisinde gerek içerik gerekse hacim olarak artacağını, ileri ki basımlarında bazı hocalarımızın hazırlayamadıkları bölümlerin de kitaba dahil edileceğini ummaktayım. Bu kitabın hayat bulmasında bitmeyen enerjisi, azmi ve neşesi ile olağanüstü gayret gösteren Dr. Öğr. Üyesi Dilek Salkım İşlek'e bilhassa teşekkür etmek isterim.

Basım tarihi itibarı ile Enstitümüzün 42. yılına denk gelen bu kitap üniversitemizin "Cumhuriyetimizin 100. Yılında Yüz Kitap" projesi kapsamında hazırlanmış olup Türkiye Cumhuriyetine ve bu ülkenin güzide akademisyen ve öğrencilerine armağan olsun.

Prof. Dr. Faruk AŞICIOĞLU

GİRİŞ

Suçun işleniş tarzının aydınlatılması ve suçlunun tespiti olayın asıl yüzünü örten sis perdesinin aralanması ile mümkündür. Bu örtüyü kaldıran disiplinin adı adli bilimlerdir. Birçok bilim dalının ayrı ayrı veya ortaklaşa çalışarak olayın gizeminin çözüldüğü, failin tespitine giden süreci inşa eden bilimsel tespitlerin yapıldığı bir platformdur adli bilimler. Adli Bilimcinin temel lisans eğitimi ne olursa olsun ilaveten tıp, hukuk, fizik, biyoloji, kimya, psikoloji, olay yeri inceleme, delil güvenliği, laboratuvar prosedürü ve mevzuat bilmeyi gerektirir adli bilimler. İşte bu kitap lisans eğitiminiz ne olursa olsun eksiğinizi tamamlamak için iyi bir başlangıç olacaktır.

BÖLÜM 1
OLAY YERİ İNCELEME

Emel Hülya YÜKSELOĞLU

DOI: 10.5152/0601

Olay Yeri İnceleme

Crime Scene Investigation

BÖLÜM HAKKINDA

Olay yeri, olayın gerçekleştiği yerden başlayarak failin gidebileceği ve iz bırakabileceği yerlerin tümünü kapsamaktadır. Fail, mağdur ve olay yeri hakkında çok fazla bilgi verebileceği için olay yeri incelemesinin önemi büyüktür. Bu bölümde olay yeri inceleme yöntemleri ele alınarak, örnek alma teknikleri hakkında bilgiler verilmekte ve olay yeri incelemesinin başarısını etkileyen faktörlere değinilmektedir. Bölüm kapsamında delil çeşitleri (biyolojik delil, kimyasal delil, fiziksel delil, dijital deliller, iz deliller) ve bu delillerden olay ve fail hakkında elde edilebilecek çıkarımlar değerlendirilmiştir. Ek olarak adli bilimlerde uyulması gereken en temel kurallardan olan delil teslim zinciri hakkında da bilgi verilmiştir. Son olarak, olay yeri incelemenin hukuki dayanağı başlığı altında ilgili kanun maddelerine yer verilerek bölüm sonlandırılmıştır. Olay yeri incelemesinin eksik ya da yanlış yapılması durumunda delil niteliği taşıyan bulguların önemini yitirebileceği, dolayısıyla bir suçun aydınlatılmasında sorun yaşanabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle olay yeri incelemesi özenli ve dikkatli şekilde yürütülerek bireysel ve toplumsal huzur sağlanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Olay yeri, olay yeri inceleme, adli bilimler

ABOUT the CHAPTER

Crime scene includes all places where the perpetrator can go and leave traces, starting from where the crime occurred. Crime scene investigation is of great importance as it can provide a lot of information about the perpetrator, victim and crime scene. In this chapter, crime scene investigation methods are discussed, information is given about sampling techniques, and factors affecting the success of crime scene investigation are mentioned. Within the scope of the chapter, types of evidence (biological evidence, chemical evidence, physical evidence, digital evidence, trace evidence) and the inferences that can be obtained from this evidence about the crime and the perpetrator are evaluated. In addition, information is given about the chain of custody, which is one of the most basic rules that must be followed in forensic sciences. Finally, the section is concluded by including the relevant legal articles under the title of legal basis of crime scene investigation. It should not be forgotten that if the crime scene investigation is incomplete or incorrect, evidentiary findings may lose their importance, and therefore there may be problems in solving a crime. For this reason, individual and social peace must be ensured by conducting crime scene investigation carefully and carefully.

Keywords: Crime scene, crime scene investigation, forensic sciences

Giriş ve Amaç

Suç, toplumsal düzenin devamı açısından korunması gereken hukuki değerlerin bilerek ve istenerek ihlali (kast) veya bu değerleri korumaya yönelik kurallara karşı özensizlik olarak tanımlanabilir (Adalet Bakanlığı, 2021). Suç kavramı geçmişten günümüze kadar devam etmekte olan bir kavramdır. İnsanoğlu her daim konulan kanunlara, yasalara karşı gelmiş ve bunun için kanun düzenleyicileri tarafından yargılanmışlardır. Günümüzde ise pek çok farklı suç türleri ile karşılaşmaktayız. Bu suçların çözümlenebilmesi için birçok bilim dalının (fizik, kimya, biyoloji, genetik, sosyoloji, psikoloji vb.) ortak bir çatı altında toplandığı adli bilimlere ihtiyaç vardır.

Bir suçun aydınlatılabilmesi ilk olarak olay yerinin düzgün analiz edilmesiyle başlar. Olay yerinin incelenmesi, delillerin toplanması ve adalete teslim edilmesi süreci ve bu süreçte izlenilen yol çok önemlidir. Olay yeri incelemesi sadece delil bulmak için yapılmaz. Olay yeri incelmesi, olayın yeniden canlandırılabilmesi ve gerçekleşen olayın anlaşılabilmesi için yapılır. Öte yandan başarılı bir olay yeri incelemesi, sonrasında Ne zaman oldu? Nasıl oldu? Nerede oldu? Kimler karıştı? gibi soruların cevaplanmasında büyük rol oynamaktadır.

Olay yeri inceleme bir suç araştırmasının hem başlangıç noktası hem de merkezidir. Diğer birçok kaynakta da vurgulandığı üzere başarılı bir olay yeri inceleme aşaması gerçekleşmez ise suç araştırmasının diğer aşamaları ne kadar iyi olursa olsun davanın çözüme kavuşması

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Emel Hülya Yükseloğlu

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: yuksel@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Yükseloğlu, E. H. (2024). Olay yeri inceleme. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 1-13). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

mümkün olmayacaktır. Bu noktada hem olay yeri ile karşılaşan ilk ekibin hem de olay yeri incelemecilerin sorumluluğu büyüktür. Çünkü hukuk sistemi "delilden suçluya" ulaşma prensibi ile hareket etmektedir ve işlenen suçun tam olarak, hızlıca ve hatasız çözülüp suçlunun tespit edilebilmesi için olay yerinden tüm delillerin hukuka uygun bir şekilde elde edilmesi gerekir.

Olay yerine ilk ulaşan ekip olay yeri güvenliğini sağlayarak delilleri koruma görevini yerine getirmeli ve olay yeri inceleme ekibi de olay yerindeki delilleri eksiksiz tespit edip, kontaminasyona izin vermeyecek şekilde toplayarak, kurallara uygun olarak paketleyip, delil koruma zincirini her aşamada korumasını sağlayarak laboratuvara iletmelidir. Bu gereklilik sağlandıktan sonra akredite edilmiş ve valide tekniklerle çalışan bir laboratuvarda delillerin analizi gerçekleştirilerek, uygun şekilde raporlanarak adli makamlara sunulmalıdır. Böylece suçluların doğru bir şekilde tespit edilerek cezalandırılması sağlanır ve toplum huzuru korunmuş olur. Ancak suç olaylarının araştırılması ve olayların aydınlatılması daha önce de vurgulandığı gibi deliller doğrultusunda gerçekleşmektedir. Dolayısı ile delillerin elde edildiği olay yeri inceleme aşaması bu sebeple suç araştırmasının tam merkezinde yer almaktadır.

Olay yeri yasa dışı bir eylemin gerçekleştiği ve bu yasa dışı eyleme dair olay yeri incelemesi ile elde edilebilecek fiziksel kanıtları ihtiva eden yerdir ve kalabalık şehirlerden kırsal arazilere, bir evin içinden su altına kadar değişen çeşitlilikte herhangi bir mekan olabilir (Butler, 2009).

Olay yerleri işlenen suç türü aynı olsa bile asla birbirinin birebir aynısı değildir. Her olay yeri kendi içinde farklı dinamiklere sahiptir. Özetle her olay yeri kendine özgüdür ve adli bilimler olay yerinde başlar. Bazı olay yerleri ise gerçek bir sonucu oluşmuş olmayıp, sigorta sahtekarlığı, cinayet gibi gerçek bir suçu örtbas etmek ya da polisi yanlış yönlendirmek amacıyla düzmece olarak hazırlanmış olabilir. Yani her olay yeri gerçek bir olay yeri değildir (Houck M. M ve ark, 2018). Yapılan bir araştırmada düzmece olay yerinin oranı %1'den daha az olarak belirtilmekte ve son derece nadirdirler (Geberth, 2010).

Olay Yerinin İncelenmesi ve Amacı

Olay Nedir?

Olay farklı kaynaklarda değişik şekillerde tanımlanmıştır. Olay TDK da doğa güçlerinin etkisiyle veya insan davranışı sonucu ortaya çıkan, oluşan durum, ilgi çeken veya çekebilecek nitelikte olan her türlü iş, hadise, vaka olarak tanımlanmaktadır. Adli bakış açısında ise olay "kanunlarda açıkça suç olarak belirtilen fiil ve hareketlerin belirli bir zaman ve mekanda gerçekleşmesi" olarak tanımlanmaktadır (Shaler, 2011). Olay; dinamiktir, hareketlidir ve aynı zamanda karmaşık bir durumdur. Burada bahsedilen olay işlenen suçtur. "Her temas mutlaka bir iz bırakır" Locard prensibiyle ortam-fail-mağdur arasında olay sonucu bir etkileşim olur.

Olay Yeri ve Olay Yeri İncelemesi

Olay geniş bir zaman aralığını ve mekanı kaplayan olgu olduğu için olay yerini tek bir ortamla sınırlandırmak doğru değildir. O zaman olay yerini olayın gerçekleştiği yerden başlayıp, failin gidebileceği ve iz bırakabileceği yerler olarak tanımlayabiliriz. Olay yeri, fail ve mağdur hakkında çok fazla bilgi verebileceği için olay yeri incelemesi yapılması gerekmektedir.

Olay yeri incelemesi; suçun aydınlatılması, suçlunun adalete teslim edilmesi için olay yerindeki delil niteliği taşıyan her türlü bulgunun toplanarak farklı bilimsel ve teknik yöntemler kullanarak analiz edilmesi, incelenen verilerin tespit edilmesi, korunması ve detaylı analiz için ilgili kriminal laboratuvarlara gönderilmesi basamaklarının tamamı olay yeri incelemesine dahildir (Butler, 2009; Yükseloğlu, Özcan, & Ceylan, 2008).

Olay yeri inceleme disiplini on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında Avrupa ve dışında gelişmiştir (Knupfer, 2000). 1980'lerde olay yeri incelemesi polis memurlarınca gerçekleştirilmekte ve sadece görünen kanıtların kayıt altına alınarak toplanmasından ibaretti. Ancak bu durum soruşturmanın çözümü için sınırlı bilgi elde edilmesine yol açmaktaydı. Günümüzde ise olay yeri inceleme uzmanlaşmış personellerce gerçekleştirilmektedir (Ramsey, 2013).

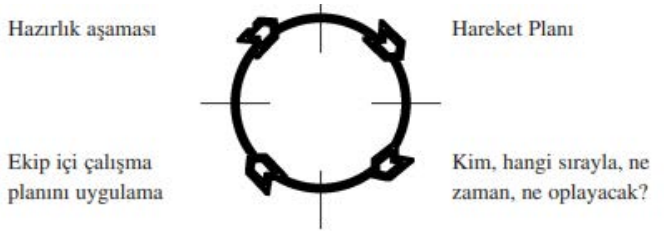
Olay yeri olay gibi dinamiktir ve değişkendir. Olay yerinin sınırları belli değildir. Olayın başlangıcı açık veya kapalı ortam olabileceği gibi devamındaki olaylar yine açık veya kapalı ortamda gelişebilir. Olay yerleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Chisum W. J., 2011);

- *Birincil olay yeri (Primary Crime Scene):* Birincil olay yeri, suçlunun esas suç davranışının çoğunu gerçekleştirdiği ve çoğu durumda, suçlu davranışı veya temizlik nedeniyle suçlunun en çok zaman geçirdiği yerdir. Suç sırasında en fazla fiziksel kanıtın oluşturulduğu yer olması da olasılık dahilindedir.
- *İkincil olay yeri (Secondary Crime Scene):* İkincil olay yeri, mağdur-fail etkileşiminin sadece bir kısmının gerçekleştiği yerdir. İkincil bir olay yeri, temel suç davranışından ziyade destekleyici davranışı içerir ve tek bir suçla ilişkili birkaç ikincil suç mahalli olması mümkündür. İkincil olay yeri bir örnekle açıklanacak olursa; mağdur bir yerden kaçırılıp tecavüz etmek veya öldürmek üzere başka bir yere götürülürse, kurbanın kaçırıldığı yer ikincil olay yeri olacaktır.
- *Ara olay yeri (Intermediate Crime Scene):* Ara suç olay yeri, bir tür ikincil olay yeri olup, birincil olay yeri ve bir imha olay yeri arasında bulunan, transfer kanıtlarının olabileceği olay yeridir. Bu, bir cinayetten sonra bir cesedi imha alanına taşımak için kullanılan araçlardan, nihai imha edilmeden önce bir cesedin tutulduğu yerlerden ve her türden sürekli sürüklenme izleri olan zeminden oluşabilir.
- *Çöp Sahası/Bertaraf Alanı(Dumpsite/Disposal Site):* Çöp sahası veya bertaraf olay yeri, birincil bir olay yeri veya ikincil bir olay yeri olabilir. Genellikle bu terim, kurbanın başka bir yerde saldırıya uğradığını ve ölümden hemen önce ya da hemen sonra bu yere taşındığı anlamına gelmektedir. Burada önemle dikkat edilmesi gereken nokta, bir imha olay yerinin aynı zamanda birincil suç mahalli olabileceği olup bu olasılık, bir araştırmacının öznel görüşüne dayalı olarak dışlanmamalı ve fiziksel delillerle araştırılarak doğrulanmalıdır.
- *Üçüncül olay yeri (Tertiary Crime Scene):* Üçüncü bir suç olay yeri, fiziksel kanıtlar mevcut olmasına rağmen kurban-suçlu etkileşiminin delili bulunamayan herhangi bir yerdir. Bu olay yeri, delil niteliğindeki kullanılmış bir silah, kanlı giysiler gibi öğelerin suç işlendikten sonra depolandığı yerleri içermektedir. Ayrıca suçtan sonra mağdur hareketinden kaynaklanan transfer kanıtlarını da içerebilir. Örnek olarak, cinsel saldırı sonrası vajinal temizlik, kaçarken ya da yardım ararken birincil veya ikincil olay yerlerinin dışında ulaşılan alanlara ve nesnelere bulaşan kanlı el izi verilebilir.

Her olay yeri kendine özgü olsa da, olay yeri incelemesini dört teknik fazda incelemek mümkündür (Handbook, 2002).

Birinci Aşama: Bu aşamada olayla ilgili geçici hipotez kurulur. Kurulan hipotez Ne oldu? Nerede oldu? Nasıl oldu? Ne zaman oldu? Mağdur kim? Tanıklar, şüpheliler kim? gibi soruların cevapları ışığında doğruluğu test edilir. Test edilen hipotez sonrası, toplanan verilerle birlikte suçun yeniden şekillendirilmesi (rekonstrüksiyon) gerçekleştirilir. Rekonstrüksiyonun amacı bulunan iz ve delillerin anlamlandırılması ve eğer varsa boşlukların doldurulmasına yardımcı olmaktır. Bu sırada ekip çalışmasının ve koordinasyonun en iyi şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Son olarak ise oryantasyonun en iyi şekilde planlanması büyük önem taşımaktadır (Şekil 1,2,3,4).

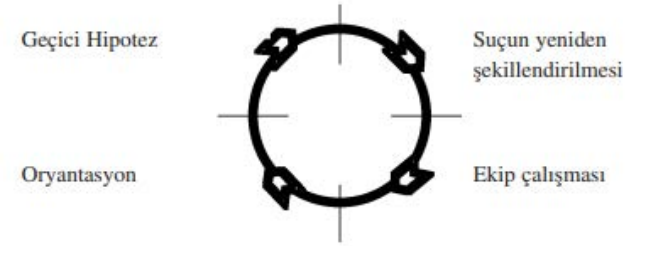
Şekil 1
Olay yeri incelemesinde birinci aşamada yapılması gerekenler



Açıklama notu. Handbook, E. C. (2002). European Crime Scene Examiners Basic Course Handbook. The National Training Centre, Durham, England. kaynağından uyarlanmıştır.

İkinci Aşama: Bu aşama, olay yerinin güvenliği sağlandıktan sonra olay yeri inceleme ekiplerinin alanı incelemesi ile başlar. Ekip bu araştırmayı biyolojik veya kimyasal delillerin bozulmasına izin vermeden kısıtlı bir süre içerisinde yapmalıdır. Ekip lideri, kimin neyi ne zaman toplayacağı gibi bilgileri ekiple paylaşarak bir hareket planı oluşturmalıdır. Hareket planının yapılmasının amacı olay yeri incelemesi yapılırken sistematik olmak ve çalışanların birbirlerinin araştırma alanlarına müdahalesini engellemektir. Öte yandan olay yerinin ilk hali sonradan detaylı incelemek veya boşlukları doldurmak için çizilmeli, video kaydı alınmalı ve fotoğraflanmalıdır (Services, 2021). Bu aşamada diğer önemli bir husus ise krokilendirme ve dokümantasyondur. Kroki ile delillerin birbirlerine olan uzaklıkları, suçlunun hareket rotası ve olayın gerçekleşme şekli belirlenebilmektedir. Olay yeri incelemesi sırasında tutulan notlar ise olayın gerçekleşme süreci anlamlandırmada büyük rol oynamaktadır.

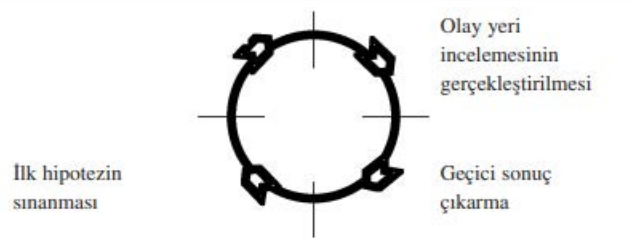
Şekil 2
Olay yeri incelemesinde ikinci aşamada yapılması gerekenler



Açıklama notu. Handbook, E. C. (2002). European Crime Scene Examiners Basic Course Handbook. The National Training Centre, Durham, England. kaynağından uyarlanmıştır.

Üçüncü Aşama: Üçüncü aşama olay yeri inceleme uzmanların delilleri prosedüre uygun olarak toplaması ile başlar. Toplanan deliller doğrultusunda ilk aşamada kurulan hipotez test edilir ve eksikler varsa giderilmeye çalışılır. Daha önceki aşamaların titizlikle gerçekleştirilmesi olayın aydınlatılmasında büyük önem taşıyan üçüncü aşamanın daha doğru olmasına neden olacaktır.

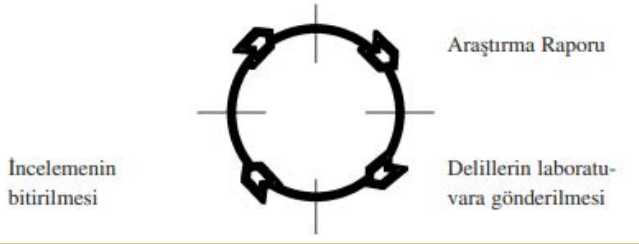
Şekil 3
Olay yeri incelemesinde üçüncü aşamada yapılması gerekenler



Açıklama notu. Handbook, E. C. (2002). European Crime Scene Examiners Basic Course Handbook. The National Training Centre, Durham, England kaynağından uyarlanmıştır.

Dördüncü Aşama: Bu son aşamada olay yeri inceleme bitirilir, araştırma raporu yazılır ve deliller prosedüre uygun olarak kriminal laboratuvarların ilgili bölümlerine yollanır. Olay yeri raporu, delillerin hangi metotlar ile toplandığı, varsa cinayet aletinin ne olduğu, delillerin nerelerde bulunduğunu gösteren kroki, tutulan notlar gibi detaylı bir şekilde yazılmalıdır. Olay yerinden toplanan deliller delil teslim zincirine göre paketlenmeli, saklanmalı ve transfer edilmelidir. (Saferstein, 2004) Olay yeri incelemede yukarıdaki aşamalara uyulmadan toplanan deliller her ne kadar en iyi laboratuvarlara gönderilseler bile doğru sonuç vermezler. Ayrıca hukuka aykırı toplanan deliller ne kadar güçlü kanıt olurlarsa olsunlar delil olma niteliğinden çıkabilirler. Bu nedenle adli bilimlerin olay yerinde başladığı kabul edilir.

Şekil 4
Olay yeri incelemesinde dördüncü aşamada yapılması gerekenler



Açıklama notu. Handbook, E. C. (2002). European Crime Scene Examiners Basic Course Handbook. The National Training Centre, Durham, England. kaynağından uyarlanmıştır.

Olay Yeri İnceleme Yöntemleri ve Örnek Alma Teknikleri

Olay Yeri İncelemenin Aşamaları

Olay yeri inceleme sistematik bir çalışmadır. Burada yapılacak en küçük hata diğer aşamaları büyük ölçüde etkileyerek suçun aydınlatılmasında engel teşkil etmektedir. Bunun için olayın haberi alındığı ilk andan itibaren belli bir aşama gerekmektedir. Haber alındıktan sonra olay yerine ilk ekip gelir. Olay yerinin orijinalinin

kamera ve fotoğraf görüntüleri alınır. Olay yeri gözlem yolu ile incelenir ve ön hazırlık yapılır. Olaya karışan bulgular aranır, numaralandırılır ve toplanır. Toplanan bulgular prosedüre uygun paketlenir ve etiketlenir. Olay yeri incelemesi ile ilgili rapor yazılır. Son olarak toplanan bulgular laboratuvarların ilgili birimlerine gönderilir (Yükseloğlu, Özcan, & Ceylan, 2008).

Olay Yerine İlk Ekibin Gelmesi

Ülkemizde olay yerine ilk olarak, polis ya da kırsal bir kesim söz konusuysa jandarma ihbar üzerine varır. Daha sonra bu ilk varan personel olay yerine en yakın ekibe haber verir. Haber verilen bu ekibin hangi birimden olduğunun bir önemi yoktur ve bu ekip "ilk ekip" olarak adlandırılır (Kaygusuz, 2005). Olay yeri incelemesinin başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi için en büyük sorumluluk ilk ekibin üzerindedir. Çünkü olay yerine ilk ulaşan, olay yerinin ilk halini görüp koruma altına alan ve dolayısıyla delil kayıp/kontaminasyonunun önüne ilk geçecek olan bu ekiptir. Dolayısıyla olay yerinde, örneğin yaralılara acil yardım yapılırken meydana gelen değişiklikleri gözlemleyip sonraki süreçte değerlendirmeye katılmasını sağlayacak olan ve olay yerindeki şüpheli veya tanıkların tutulmasını sağlayacak olan da bu ekiptir. Olay yerine gelen ilk ekibin ana görevi, olay yeri güvenliğinin sağlanması ve olay yerindeki çabuk değişime uğrayabilecek kritik önemdeki içeriğin zarar görmesi ve değişime uğramasına engel olacak adımlar atmaktır (Houck, 2009).

Olay yerine ilk müdahalede bulunan ekibin görevleri sıralanacak olursa;

1. Şüpheli olabilecek kişilerin gözaltına alınması,
2. Tıbbi ve ilk yardıma ihtiyacı olanların tespit edilmesi,
3. Olay yerinde bulunan delillerin zarar görmesi veya değişime uğramasının engellenmesi,
4. Olay yerindeki mevcut delillere başka delillerin eklenmemesinin sağlanması,
5. Amir veya yetkili bir kişi dahi olsa olay yerine zarar verilmesine/değişime uğratılmasına engel olunması.
6. Olay yerine girip çıkan yetkili kişilerin kayıt altına alınmasıdır.

Olay Yeri İnceleme Uzmanlarının Olay Yerine Gelmesi

Olay yerine varıldığında tarih, zaman, lokasyon ile olay yerinde bulunan adli ve polis personelinin isimleri ve gerçekleşen olayın çeşidi olay yeri inceleme personelince kayıt altına alınmalıdır. Olay yerine varıldığında yapılması gerekenlerden biri de çevresel koşulların kayıt altına alınmasıdır. Bu çevresel koşullar ayrıntılı inceleme yapılana kadar değişebilecek olan hava durumu, rüzgar yönü, ortam sıcaklığı, benzin kokusu gibi olay yerindeki mevcut kokulardır (Reynolds, 2006). Olay yeri inceleme uzmanları, olay yerine vardıklarında olay yerine ilk müdahalede bulunan kolluk görevlilerinden olayla ilgili temel bilgileri alırlar. Bu bilgilere dayanarak olay yerinde gözlem yapar ve objektif değerlendirmelerde bulunurlar. Değerlendirmeleri sonucunda kolluğun belirlemiş olduğu olay yeri sınırları genişletebilirler. Olay yerine giren personelin koruyucu önlemler alması hem kendi sağlığının korunması hem de olay yerinin ve delillerin korunması noktasında önem arz etmektedir. Korunmanın sağlanması noktasında çözüm olarak yukarıda da bahsi geçen koruyucu kıyafetlerin kullanılması gerekmektedir. Olay yerinde kan yoluyla bulaşan patojenler, duman, toz, çeşitli biyolojik ve kimyasal ajanlar bulunabilir. Bu tehlikeli materyal olay yerinde görevli personeli deri, solunum, yutma veya enjeksiyon yoluyla etkileyebilir (Fisher J. , 2004). Bu sebeplerle olay yerinde yiyecek içecek tüketilmemeli, olay yeri tuvaleti kullanılmamalıdır. Aksi takdirde hem olay yeri bozulmuş deliller yok edilmiş olacaktır hem de personel kendi sağlığını tehlikeye atacaktır. Olay yerinde görevli personelin kullanması gereken koruyucu ekipmanlar ise tek kullanımlık olmalıdır.

Olay Yeri İncelemesi

Olay yerinin fotoğraflama ve dokümantasyonla kayıt altına alınmasının amacı araştırmanın daha sonraki aşamalarında ve mahkeme sürecinde kullanılmak üzere insan, nesne, ortam koşulları ve yer işaretlerini belgelendirmektir (Collins, 2018). Bu nedenle olay yeri incelemesinde öncelikli olarak olay yeri bozulmadan fotoğraf ve kamera görüntülerinin alınması büyük önem taşımaktadır. Olay yerleri çok uzun süre aynı kalmaz bu yüzden mümkün olan en kısa sürede fotoğraflanmaları gerekir. Fotoğraflama işleminin olay yerine kimse girmeden yapılması gerekmektedir (Chisum W. J., 2011).

Krokiler fotoğraflara tamamlayıcı rol üstlenen ve araştırma sonucu elde edilen bilgilerin netleştirilerek gereksiz ayrıntıları ortadan kaldıran ve olayın daha kolay anlaşılmasına yarayan araçlardır (Fennelly, 2018). Olay yerini kayıt altına almak amacıyla çizilen krokilerin içermesi gerekenler:

- Lokasyon, tarih, zaman ve çizen kişinin ismi
- Sayfanın üstünde kuzeyi belirten bir kuzey yönü oku bulunmalıdır
- Hava ve ışık durumu
- Cisimler, kişiler, cesetler, olay yeri giriş –çıkış yerleri arasındaki mesafeler
- Olayın tanıtıcı başlığı
- Kapı pencere ve mobilyaların boyutlarıdır.

Bunlar yapıldıktan sonra delillerin toplanmasına başlanabilir.

Fotogrametri

Fotogrametri esasen bir harita mühendisliği alanı olup havadan çekilen fotoğraf veya videolar yardımıyla hedeflenen bölgenin istenilen ölçekte planlanmasında kullanılmaktadır. Fotogrametri sayesinde olay yerlerinin kesinlik derecesinde metrik canlandırılması sağlanabilmektedir Olay yerlerinin kayıt altına alınmasının asıl amacı daha sonra değişecek/kaybolacak ayrıntıların tekrar canlandırılmasına yarayacak şekilde olay yerinin muhafaza edilmesi olduğundan son zamanlarda olay yerinin kayıt altına alınması amacıyla kullanılmaktadır. Fotogrametri yönteminin sağladığı yararlar arasında:

- Bir kriminal olay araştırmasında elde edilen bilgi ve bulguların delil değerini güçlendiren veya yok eden ayrıntılara erişilmesi,
- Olay rekonstrüksiyonu yapılırken olaya ilişkin teorilerin farklı açılardan incelenmesi,
- Olay rekonstrüksiyonu ile oluşturulan suçun nasıl işlendiğine dair kanaatin gerçek olay yeri üzerinde görselleştirilmesi,
- Mahkemelerde kullanılmak üzere oluşturulan adli animasyonlarda kullanılacak dijital veri ve alt yapının temininin sağlanması sayılabilir (Özdemir & Yorulmaz, 2019).

3D Laser Tarama

Olay yerine spesifik olarak üretilmiş olan ve olay yerinin dijital olarak kayıt altına alınmasını sağlayan sistemlerdir. 3D sistemleri, olay yerinin 3D olarak görüntülenmesini sağlayan elle ya da tripot vasıtasıyla kullanılabilen bir tarayıcı cihaz donanımı ve görüntülerin işlenmesini sağlayan tamamlayıcı yazılımlardan oluşmaktadır (Özdemir & Yorulmaz, 2019).

Olay yerinin dokümantasyonu sırasında arzulanan, invaziv olmayan, yüksek çözünürlüklü ölçüm ve artırılmış iç görü sağlayan bir şekilde olay yerinin kayıt altına alınmasıdır. Kullanılan geleneksel yöntemler ise bu noktadaki etkinliği sınırlıdır.3D sistemler ise bu imkanı sağlamaktadır. Üç boyutlu görüntüleme teknikleri ile olay yerlerinde daha kapsamlı ölçüm ve yararlı analizler gerçekleştirilebilmektedir. Bu yararlı analizlere örnek olarak; bağıl kan kaynağının konumunun belirlenmesi, doğru ölçüm yapılması ve yaralanmaya neden olan araç karşılaştırması verilebilir (Wang ve ark, 2019). Olay yeri dokümantasyonu sırasında 3D laser taramanın kullanılması diğer bir önemli avantajı da olay yerinden elde edilen verilen merkezi bir sunucu ya da hard dike yüklenebilmesi ve hem verilein korunması hem de mekan sınırlaması olmaksızın paylaşılabilmesinin mümkün olmasıdır (Özdemir & Yorulmaz, 2019).

Olay Yerinde Kullanılan İnceleme Yöntemleri

Olay yeri incelemesi sırasında delillerin toplanması için uygun arama yöntemine olayın tipi, boyutu, lokasyonu ve karmaşık olup olmamasına bağlı olarak karar verilir. Beş temel teknik olup her tekniğin kendine ait artı ve eksileri mevcuttur (Şekil 5). Olaya en uygun olacak şekilde kapsamlı ve sistematik aramayı garantileyen tekniğin seçilmesi gerekir. Bazı durumlarda iki sistematik arama tekniğinin birlikte kullanılması gerekebilir (Johnson, 2006).

Şerit Yöntemi

Bu metotta alanın büyüklüğü göz önüne alınarak araştırmacı sayısı belirlenir. Araştırmacılar alanın şekline göre yan yana belirli aralıklarla paralel olarak yerleştirilir. . Araştırma sırasında bir delil bulunduğunda araştırmacı haber verir ve diğer araştırmacılar duraksar. Bulgu işaretlenir ve fotoğraflandırılır. Daha sonra araştırma tekrar devam eder (Fisher & Fisher, 2012; Güvenlik A., 2021).

Izgara Yöntemi

Şerit metodu ile benzerlik göstermektedir. Aramaya katılacak personel sayısı belirlendikten sonra olay yeri alanının doğusu ve batısına yerleştirilir. Bu işlem tamamlandıktan sonra personel bu sefer olay yeri alanının kuzeyi ve güneyine yerleştirilir. Bu taramalar sırasında bulgu bulunduğunda tüm personel bekler, bulgu fotoğraflanıp işaretlendikten sonra tekrar devam edilir (Fisher & Fisher, 2012; Güvenlik A. , 2021).

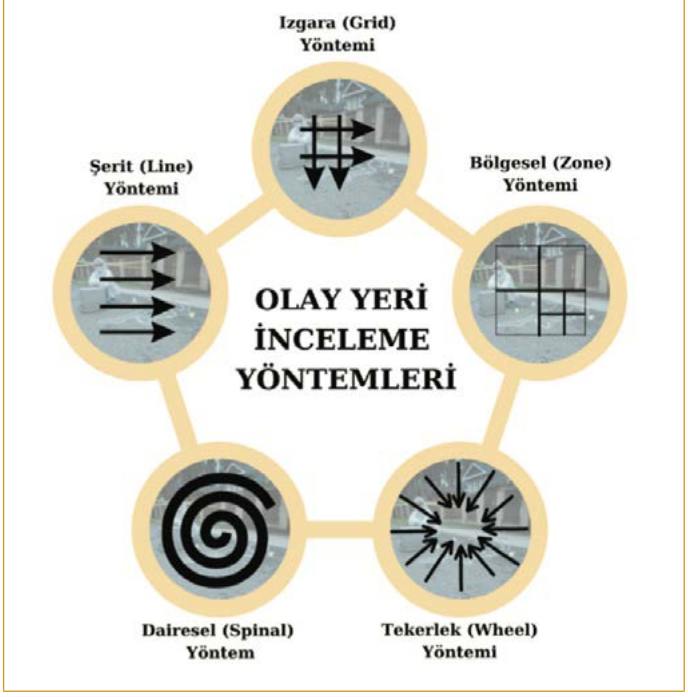
Spiral Yöntemi (Dairesel)

Bu yöntemde araştırmacılar araştırmaya spiralin dışından başlar ve merkeze doğru devam ederler. Genellikle dar alanlar için uygulanan bir yöntemdir.

Tekerlek Yöntemi

Bu metotta alanın büyüklüğü göz önüne alınarak araştırmacı sayısı belirlenir. Araştırmacılar alanın yapısına göre doğu batı yönlerinde yerleştirilir. Araştırma olay yerinin dışından merkeze doğru ya da tam tersi olacak şekilde merkezden dışa doğru düz hatlar çizilerek yapılır (Öğünç, 2016).

Şekil 5
Farklı olay yeri arama modelleri biçimleri



Bölge Yöntemi

Bölge metodunda olay yeri dubalar yardımı ile bölgelere ayrılır. Ayrılan bölgelerin araştırılması için ekipler belirlenir. Her ekip kendi bölgesini diğer metotları kullanarak inceler. Bu metot genellikle patlama ya da bombalama olaylarında kullanılır (Shaler, 2011).

Olay Yerinden Delillerin Toplanması ve Örnek Alımı

Olay yerinden toplanan fiziksel öğeler ilk olarak bulgu olarak adlandırılır, bulguların delil olarak adlandırılabilmesi için ise hukuki nitelik kazanması gerekir. Bu doğrultuda bulgu ve delil tanımlanacak olursa;

Bulgu: Yasalara uygun olarak elde edilen, geçekleşen suç olayına dair maddi gerçeğin ortaya çıkarılmasını sağlayan ancak henüz hukuki nitelik kazanmamış ispat araçlarıdır.

Delil: kanunlarca yasaklanmamış olan, söz konusu suçun işlenip islenmediğini ve işlenmişse suçun aydınlatılmasını sağlayacak olan maddi gerçeğin ortaya çıkarılmasını sağlayan iz, eser, emare gibi her türlü bulgudur.

Deliller genel olarak beyan deliller ve maddi fiziki deliller olarak iki ana sınıfa ayrılabilir. Beyan deliller mağdur, şüpheli ve tanıklarca gerçekleşen olay ile ilgili verilen bilgiler olup geçerli olabilmeleri için mutlaka maddi delillerle desteklenmeleri gerekmektedir. Maddi delil, işlenen suçun yeniden canlandırılmasında, olay, mağdur ve fail üçgeninin kurulmasına, suçlunun belirlenmesine,

mahkemede kullanılmasına yardımcı olacak her hangi bir nesne veya izdir (Gardner, 2018).

Delillerin özellikleri şu şekilde tarif edilmektedir (Koca, 2006; Karadeniz, 2020).

- *Olayı temsil edici olması:* ceza muhakemesi kanunu gereği olayın değerlendirilmesinde kullanılacak delil mutlaka olayın ya bütününü ya da herhangi bir parçasını temsil eder nitelikte olmalıdır.
- *Akla ve mantığa uygunluk:* Vicdani delil sistemine göre hakim delilleri serbestçe değerlendirmekte ve böylece olay ile ilgili bir kaanete ulaşabilmektedir. Ancak bu kaanete ulaşırken dayandığı delillerin akla ve mantığa uygun olması dolayısıyla delillerin kabul ya da reddedilme sebebi mahkemenin gerekçeli kararında belirtilmelidir.
- *Müşterek olma:* Delilleri bilmek sadece hakimin hakkı olmayıp, savcı, mağdur ve sanık da delilleri bilerek deliller hakkında görüşlerini beyan edebilmeli ve kollektif hüküm verme faaliyetine katılabilmelidirler.
- *Hukuka uygun olma:* hukuka, kanuni düzenlemelere ve kanunun tanıdığı hak ve yetkilere aykırı olarak elde edilen delillere dayanarak hüküm kurulamaz. Bu durum aynı zamanda insan haklarının da bir gereği olup sanığın adil yargılanma hakkının çiğnenmesinin önüne geçer.
- *Sağlam ve güvenilir olma:* Hakimin şüpheye yer vermeksizin vicdani kanaati doğrultusunda bir karar verebilmesi için delillerin sağlam ve güvenilir olması gerekir. Aksi takdirde yargıtayın verdiği kararlarda görüldüğü üzere sanığın beraatine karar verilmesi gerekmektedir.
- *Erişilebilirlik:* Erişilemeyen bir delil duruşmada tartışılamayacağı için erişilemeyen bu delile dayanarak bir hüküm kurulması mümkün değildir. Aksi takdirde adil yargılanma hakkı ihlal edilmiş olur.

Olay Yerinden Elde Edilen Fiziksel Delillerin Kullanımı ile Elde Edilebilecek Çıkarımlar

- *Corpus Delicti:* gerçek anlamı ile tercüme edilecek olursa "suçun vucüdü" anlamına gelen corpus delicti olmaksızın suçun kanıtı yoktur, suçun işlendiğini gösteren olmazsa olmaz gerçeklerdir (Crowder, 2017).
- *Modus Operandi:* Tüm suçluların suç işleme yöntemi alışkanlıkları, teknikleri ve davranışsal tutumlarından oluşan bir operasyon yöntemi yani "modus operandi"si bulunmaktadır. Saldırganın yeteneklerindeki gelişmeyle birlikte genellikle "modus operandi" değişir, büyür (Chen, 2018).
- *İmza Davranış (Signature behaviour):*Bazı suçlular, psikolojik ve duygusal tatmin sağlamak için aynı ve tematik olarak benzer harekelerle tekrarlayan suçlar işlerle. Aynı ve tematik olarak benzer hareketlerle işlenen bu suçlar "Signature behaviour" olarak adlandırılır (Davies, 2019).
- *İştirak ya da bağlantı (Association or linkage-the Locard exchange principle):* Locard'ın Değişim Prensibi suç araştırmalarında olay yerinin fiziksel deliller açısından aranmasının temelini oluşturur. Bu prensibe göre aşağıda belirtildiği üzere temas halindeki iki obje arasında madde alışverişi olacaktır (Miller, 2019).
- *Kurban/ Şüpheli/ Tanık İfadelerinin Reddi/ Desteklenmesi (Disproving/ supporting victim/ suspect/ witness statements):* Kanıtlar Kurban/Şüpheli/Tanık İfadelerini destekleyebilir ya da desteklemeyebilir.
- *Kurban/Şüpheli/Olay yeri konumunun belirlenmesi (Identification of suspects/victims/crime scene location):* Olay yerinde bulunanları tespit etmek amacıyla parmak izi ve DNA kanıtlarından yararlanılabilir.
- *Araştırmacılar için ipucu sağlama (Provide for investigative leads for detectives):* Fiziksel delillerden sağladıkları bilgiler ile araştırmacılar kurban ve şüphelilerin yerlerini belirleyebilir (Miller, 2019).

Delillerin farklı şekillerde sınıflandırılması mümkündür. En genel olarak ise deliller biyolojik deliller, kimyasal deliller, iz deliller ve fiziksel deliller olarak sınıflandırılabilir.

Biyolojik Delil

İşlenen bir suçta olay yerinde, kurbanın üzerinde veya şüphelinin üzerinde bulunan canlı vücudundan kopan, düşen veya akan her türlü delile biyolojik delil denir. Biyolojik delillerin toplanması ve incelenmesindeki temel amaç DNA analizidir. Biyolojik deliller; Kan, kıl, tükürük, burun akıntısı, ter, meni, doku parçası, tırnak, dışkı, kepek, diş, kemik, deri döküntüsü ve benzeri şekilde tanımlanabilir (Dumache, Ciocan, Muresan, & Enache, 2016). Biyolojik deliller olay yerinde bulunma durumlarına bağlı olarak kesme, kazıma, emdirme ya da doğrudan alma yolları ile transfer edilebilirler (Gardner, 2018).

Olay yerinden taşınamayacak kadar büyük hacimdeki biyolojik delil içeren cisimlerden, biyolojik delillin mevcut olduğu bölge, steril bir bisturi ile ortalama 5 cm yarıçaplı olarak kesilir Olay yerindeki duvar, fayans vb. yüzeylerde bulunan kurumuş haldeki biyolojik deliller steril bir bisturi kullanılarak, temiz bir beyaz kağıt üzerine kazınarak alınır ve kağıt katlanarak delil zarfına konulur. Burada kontrol örneği alınması mutlak bir gerekliliktir. Kurumuş örnekler eküvyon çubuk yardımıyla da toplanabilir, burada yapılması gereken eküvyon çubuğun serum fizyoloji ile nemlendirilerek delil üzerinde tam tur çevrilmesidir. Olay yerinde bulunan sıvı haldeki biyolojik delillerin toplanması ise kan olması durumunda FTA kağıdı kullanımıyla, diğer sıvılar içinse pamuklu, renksiz eküvyon çubuk vasıtasıyla gerçekleştirilir. Sıvı haldeki biyolojik deliller bir şırınga vasıtasıyla temiz, kuru ve ağzı kapaklı bir tüpe alınarak da kriminal laboratuvara gönderilebilir. Bu işlem doğrudan alma işlemi olarak adlandırılır (Gülekçi, 2020). Olay yerindeki her delil gözle görülür formda değildir. Bazı delillerin görünür hale getirilerek toplanabilmesi için geliştirilmesi gerekir. Geliştirilmesi gereken örnekler özel kimyasallar ve ışık teknolojileri kullanılarak görünür hale getirilir (Collins, 2018).

Biyolojik örnekler toplanırken dikkat edilmesi gereken konular (Petherick & Rowan, 2015);

- Araştırmacı steril eldiven, maske, bone ve galoş kullanılmalıdır.
- Maktul, mağdur ve şüphelilerden mukayese için kıl, kan ve meni örnekleri alınmalıdır.
- Biyolojik deliller, kağıt zarf veya delil torbalarına konarak paketlenmelidir.
- Deliller özellikle kan lekeleri birbirleri ile temas ettirilmemelidir.
- Islak örnekler paketlenmeden önce oda sıcaklığında kurumaları için beklenmelidir.
- Biyolojik delil taşınmaz bir yerde ise delilin olduğu yer kesilerek ya da kazınarak alınmalıdır.
- Kullanılan aletler, makas, pens ve bıçak ağzı gibi, her bir örnek

alımı sonrası %5'lik H_2O_2 veya alkol ile tamamen temizlenerek steril hale getirilmelidir.
- Deliller toplandıktan sonra serin ortamda korunmalıdır.
- Vakit kaybetmeden laboratuvara gönderilmelidir.

Olay yerinde bulunan, temizlenmiş kan delillerini görünür hale getirmek için luminole başvurulduğu neredeyse herkesçe bilinen bir durumdur. Bu amaçla luminol ve hidrojen peroksit karıştırılarak, hedeflenen bölgeye bir sprey şişesi yardımıyla püskürtülür, kandaki hemoglobinde bulunan demir iyonları ile tepkimeye girer ve UV ışık altında bakıldığında mavi renkte bir ışıma gerçekleşir (Resim 1) (Yükseloğlu E. H., 2021).

Resim 1
Temizlenmiş kanın luminol ile açığa çıkması



Açıklama notu. BCA. (2021, Kasım 8). Bureau of Criminal Apprehension. Luminol: https://dps. mn.gov/ divisions/ bca/bca - divisions/ forensic - science/ Pages/forensic-programs-crime-scene-luminol.aspx kaynağından alınmıştır.

Adli DNA analizi, 90'lı yıllardan günümüze adli bilimler alanında oldukça önemli bir yer edinmiştir. Bunu nedeni DNA analizinin aynı zamanda bir kimliklendirme yöntemi olmasıdır. DNA'nın olası yeri ve kaynağı Tablo 1'de ve toplanan biyolojik örneklerden elde edilebilecek ortalama DNA miktarları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1
Delil üzerindeki DNA'nın olası yeri ve kaynağı

Delil	Delil üzerinde DNA bulunabilecek yerler	DNA Kaynağı
Suç aleti veya benzeri silah	Tutma yeri veya uç kısmında	Ter, deri, kan, doku
Şapka, bandana veya maske	İç kısmında	Ter, saç, kepek
Gözlük	Burun, kulak dokuları ve lens	Ter, deri,
Yüz dokusu, pamuklu svap	Yüzey Kısmı	Mukus, kan, ter, semen, kulak kiri
Kürdan	Uç kısmı	Tükürük
İzmarit	Uç kısmı	Tükürük
Pul, Zarf	Yapışkanlı kısım	Tükürük
Bant veya bağ	İç ve dış kısım	Deri, ter
Şişe, cam, bardak	Yan ve ağız kısmı	Tükürük, ter
Kondom	İç ve dış kısım	Semen, vajinal veya anal hücreler
Mermi	Dış yüzey	Kan, doku
Diş izi	Kişinin vücut yüzeyi veya kıyafet üzerinde	Tükürük
Tırnak	Çizikler üzerinde	Kan, tükürük, doku

Açıklama notu. Yükseloğlu, E., Özcan, Ş., & Ceylan, B. (2008). Olay Yeri İncelemesi ve Türkiye'deki Uygulamalar. Turkish Journal of Police Studies, 61-80 kaynağından alınmıştır.

Tablo 2
Farklı biyolojik örneklerden elde edilebilecek DNA miktarları

Örnek Çeşidi	~ DNA miktarları
Sıvı kan	20000-40000ng/ml
Kan lekesi	250-500 ng/cm2
Sıvı semen	150000-300000 ng/ml
Postcoital vajinal sürüntü	10-3000 ng/adet
Koparılmış köklü saç	1-750 ng/kök
Dökülmüş köklü saç	1-10 ng/adet
Sıvı tükürük	1000-10000 ng//ml
Ağız içi sürüntü	100-1500 ng/adet
İdrar	1-20 ng/ml
Kemik	2-10 ng/ml
Doku	5-500 ng/mg

Açıklama notu. Yükseloğlu, E., Özcan, Ş., & Ceylan, B. (2008). Olay Yeri İncelemesi ve Türkiye'deki Uygulamalar. Turkish Journal of Police Studies, 61-80 kaynağından alınmıştır.

Olay yerinden elde edilen kıl örnekleri kılın vericisinin insan mı hayvan mı olduğu, insan ise hangi vücut bölgesine ait olduğu, verici kişinin ırkı, STR profili, eğer kıl köksüz ise mt-DNA analizi

Resim 2
Olay yerinden elde edilen kıl delillerinin paketlenmesi



Açıklama notu. Jacqueline T. Fish, L. S. (2014). Chapter 5 - Trace and Impression Evidence. L. S. Jacqueline T. Fish içinde, Crime Scene Investigation (Third Edition) (s. 111-135). Anderson Publishing. kaynağından alınmıştır.

açısından analiz edilerek değerlendirilir. Olay yerinde bulunan saç delilleri cımbız veya pens vasıtasıyla toplanarak, birincil kap olarak filtre kağıdına yerleştirilirler, daha sonra ikincil bir dış kaba yerleştirilmeleri gerekir. İkincil dış kap olarak plastik veya cam poşetler, zarflar, şişeler, hap kutuları kullanılabilir ve tüm bunlar uygun şekilde belgelenmeli, mühürlenmeli ve işaretlenmelidirler. Olay yerinden bulunan saç delillerinin durumuna göre vakumlama ya da jel kaldırıcı kullanılarak da toplanabilirler. Kurumuş kan veya başka bir kumaş parçası üzerinde takılmış olan saç delili toplanacaksa, o şekilde öğe üzerinde bırakılarak ve orijinal halinde paketlenmelidir (Resim 2), (Butler, 2009, s. Açıkgöz,2002).

Kimyasal Delil

Kimyasal delil suç ile bağlantısı olduğu düşünülen mağdur, fail ve ya olay yerinde bulunan kimyasal özellik gösteren veya kimyasal analiz gerektiren her türlü bulgudur. Patlayıcı maddeler ve artıkları, narkotik maddeler ve ilaçlar, boyalar, lifler, plastikler, yanıcı ve kayıcı maddeler vb. kimyasal delillerdir.

Atış Artıkları; Olay yerinde ateşli silah kullanımı ile gerçekleşen bir suç söz konusu ise değerlendirilmesi gereken hem ateşli silahın kendisine ait özellikler, hem atış artıklarına dair özellikler hem de ateşli silah üzerinde bulunabilecek kimyasal delillerdir. Kıyafetler üzerinde bulunan atış artıkları tespit için laboratuvara gönderilirken her elbise için farklı eldiven kullanılmalı, delil torbasına öylece koyulmamalı ve kıyafetler steril pelür kağıt arasında katlanarak, kağıt zarf ya da kolilere paketlenerek gönderilmelidir. Canlı kişiler üzerinden ateşli silah artıkları toplanırken kitlerden yararlanılabilir. Olay yerinde bulunan ateşli silahlar laboratuvara gönderilirken güvenlik tedbirleri alınmalı, bez torba veya karton kutular kullanılarak ve sabitlenerek, laboratuvara gönderilmelidir. Olay yerinde bulunan mermiler birincil kap olarak yumuşak kağıda sarılmalı ve ikincil bir kapta paketlenmelidir, ayrıca merminin nereden elde edildiğine dair bilgiler açıkça kayıt edilmelidir. Eğer mermiler üzerinde kan gibi biyolojik sıvılar bulunuyorsa kurumalarına izin verilmeli, kağıda sarılmalı ve ikincil bir dış hap kutusuna yerleştirilmelidir. Hap kutusu üzerinde de detaylı tanımlamalar yer almalıdır (Resim 3) (Bora, 2013).

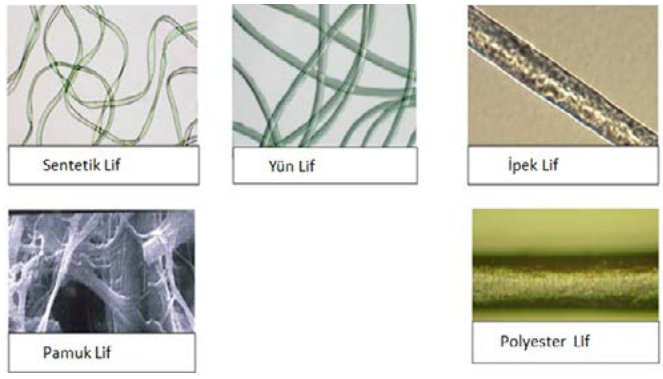
Resim 3
Mermi toplama kutusu



Açıklama notu. Miller, M. T. (2019). Crime Scene Investigations. M. T. Miller içinde, The Forensic Crime Scene (s. 3-15) kaynağından alınmıştır.

Lif; Olay yeri incelemesi sırasında kumaşların kırık camlar, yırtık ekranların kenarları ve diğer hasarlı veya keskin malzemeler tarafından kolayca yırtılabileceğinin veya yakalanabileceğini farkında olarak lif (fiber) delilleri aranmalıdır (Resim 4). Olay yerinde bulunan lif kanıtları, vakumlama, toplama, bant kaldırma, kazıma teknikleriyle toplanırlar. Hayvansal, sentetik ve mineral olmak üzere üç gruba ayrılırlar. Lifin rengi ve dokusu, lifin hangi giysi ve ya yere ait olduğunu gösterir. Lifler diğer deliller gibi ayrı ayrı paketlenmelidir (Saçlığolu, 2016).

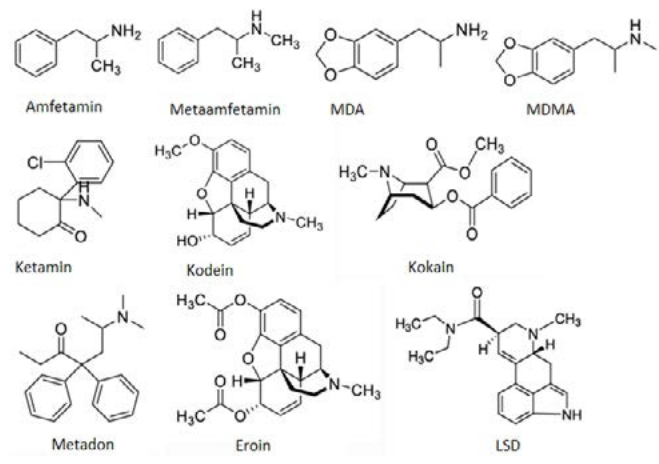
Resim 4
Farklı liflerin mikroskobik görüntüsü



Açıklama notu. Forensics: Hair and Fiber Analysis. (2021, Kasım 9). Forensics: http://nsimpsonforensics.blogspot.com/p/forenics-hair-and-fiber-analysis.html kaynağından alınmıştır.

Uyuşturucu Maddeler ve İlaçlar; Alındığı zaman merkezi sinir sistemini etkileyen, fiziksel veya psikolojik bağımlılık yaratarak kişide olumsuz tavırlar sergilemesine neden olan maddelerdir (Şekil 6). Bu maddeler depresanlar (uyku ilaçları, sakinleştiricileri, gibi), uyarıcılar (kokain, amfetamin grubu gibi), halüsinojenler (LSD, esrar, gibi) ve uyuşturucular (eroin, morfin gibi) olarak incelenebilir. Olay yerinden kontrole tabi bir madde olduğunda şüphelenilen madde toplanıyorsa sızdırma yapmayan kaplar kullanılarak uygun şekilde paketlenmelidir. Eğer toplanan canlı bir bitki ise

Şekil 6
Bazı yasa dışı maddelerin kimyasal yapıları



Açıklama notu. Yanghui Deng, C. G. (2020). Occurrence and removal of illicit drugs in different wastewater treatment plants with different treatment techniques. Environmental Sciences Europe kaynağından alınmıştır.

paketlenirken hava geçirmez kaplar kullanılmamalıdır. Toplanan tablet ve kapsüllerin sayıları notlarda mutlaka belirtilerek toplama ve paketleme yapılmalıdır. Reçeteli ilaçlar üzerinde bulunan etiketlerden soruşturma yararlı bilgiler elde edilebilir, bu bilgiler; ilacı kimin kullandığı, miktarı ve ne zaman hazırlandığı gibi bilgilerdir. Beklendiği üzere şişe içeriği ve etiket bilgisi karşılaştırılmalıdır. Ayrıca ilaç şişesi üzerinde parmak izi bulunabilir (Fisher J., 2004).

Fiziksel Delil

Fiziksel deliller olay yerinde bulunan, suça karıştığı düşünülen ve fiziksel incelemeye tabii tutulan her türlü bulgulardır. Kovan, bıçak, silah, cam veya cam kırıkları ve belgeler fiziksel delillere örnek verilebilir. Olay yerinde bulunan fiziksel delil kategorisindeki herhangi bir delil mutlaka toplanmalıdır. Toplanması gereken belge katlanmamalı, tahrif edilmemeli, doğrudan işaretlenmemeli ve belge toplanırken ellerde eldiven olmalı ve pens kullanılmalıdır. Olay yerinden elde edilen belgeler paketlenirken şeffaf plastik bir torba ya da bir tarafı şeffaf olan delil zarfları kullanılabilir (Schiro, 2021)

Kıyafetler paketlenirken özenli olunmalı ve ateşli silah partiküllerinin yer (OSAC, 2021)inden çıkmamasına özellikle dikkat edilmelidir. Bunun için giysileri katlamak kaçınarak ve her kata temiz bir paketleme kağıdı konularak bir kutuya yerleştirilmelidir. Canlı kişiler üzerinden ateşli silah artıkları toplanırken kitlerden yararlanılabilir. Olay yerinde bulunan ateşli silahlar laboratuvara gönderilirken güvenlik tedbirleri alınmalı, bez torba veya karton kutular kullanılarak ve sabitlenerek, laboratuvara gönderilmelidir (Services, 2021). Ateşli silah kanıtları toplanırken dokümantasyonda bazı ek bilgilere yer verilmesi gerekir, bu bilgiler; Marka/model/kalibre/seri numarası, delilin konumu ve durumu (yüklü veya boş), bulunma zamanı ve ateşli silahta bulunan diğer fiziksel kanıtların tanımlanması hakkında ek bilgilerdir. Bu bilgileri kaydetmek için ateşli silahın hareket ettirilmesi gerekirse, silah üzerindeki olası kan sıçraması ve parmak izlerini bozmamak adına, dokulu kulplardan alınabilir veya dokunulabilir (OSAC, 2021).

Ateşli silahlar namlularına bir cisim sokularak hareket ettirilmemelidir, ayrıca silahlar dolu halde toplanmamalı ve paketlenmemelidir. Burada unutulmaması gereken bir nokta silah boşaltılmadan önce silindir diyagramının çizilmesi gerektiğidir. Yarı otomatik tabancalarda ise sürgü mekanizmasının durumu, şarjördeki mermi sayısı ve odacıklı mermilerin varlığının kayıt altına alınması gerekir. Kullanılmayan mühimmat da toplanmalı, paketlenmeli, işaretlenmeli/etiketlenmeli ve ateşli silahın yakınında ya da içindeki yeri belirtilerek kayıt altına alınmalıdır (OSAC, 2021).

Dijital Deliller

Olay yerinde dijital kanıtlar söz konusu olduğunda, olay yerinde bulunan cep telefonu, bilgisayar gibi görünen fiziksel kanıtları içeren olay yerinin çok daha ötesi de değerlendirilmelidir. Olay yerinde bulunan dijital cihazlardaki veriler genellikle bir ticari sunucu veya bulutta depolanmaktadır (Collins, 2018). Olay yerleri sadece bilinen fiziksel dünyadan oluşmayıp internet ortamı gibi fiziksel olmayan bir ortamda olabilir. Bu şekilde fiziksel olmayan olay yerlerinin incelemesi bilişim uzmanlarının görevidir. Adli bilişim, adli bilimin yasal bir konuda elektronik kanıtlara uygulanması olarak tanımlanabilir. Adli bilişim, alt disiplin veya cihaz türü fark etmeksizin hepsi için geçerli olan Edinme, Korunma, Analiz ve Sunum olmak üzere dört alanı kapsayan temel ilkeleri uygulamaktadır ve bu alanların her biri belirli adli süreç ve prosedür içermektedir (Daniel, 2011). Olay yerinde bulunana bilgisayarlara bağlı haldeki tüm kablo ve çevre birimleri etiketlenerek, bu etiketler bilgisayara yerleştirilmelidir. Olay yerindeki ekipmanlar toplanıp, şeffaf delil torbalarına konmaları uygun olacaktır.

İz Delilleri

Olay yerinde mağdur veya fail temas ettikleri yerlerde izler bırakır. Bu izler bireysel izler; el, parmak, ayak, dudak veya diş izleri, araba lastiği izi, alet izleri ve ayakkabı izleridir. Bu izlerden en önemlisi parmak izidir. Çünkü parmak izini önemli kılan özellikler şunlardır; değişmez-değiştirilemez, benzemez-benzetilemez ve tasnif edilebilir. Parmak izleri anne karnında fetüsün 6.cı ayında oluşur ve ömür boyu değişmeden kalır. Diğer önemli bir özellik ise tek yumurta ikizlerinde bile farklılık göstermeleridir.

Parmak İzi; Parmak izleri olay yerinde insan vücudu da dahil olmak üzere herhangi bir katı yüzey üzerinde bulunabilir. Olay yerinde bulunan parmak izleri küçük ve hareket ettirebilir bir nesne üzerindeyse nesne olduğu gibi toplanmalı, paketlenmeli ve daha sonra analiz edilmelidir ancak nesne büyük ve hareket ettirilemez bir nesne üzerindeyse olay yerinden toplanması gerekir

Resim 5
a-) Floresan boya ve alternatif ışık kullanılarak latent parmak izinin görünür hale getirilmesi. b-) Ninhidrin kullanılarak latent parmak izinin görünür hale getirilmesi

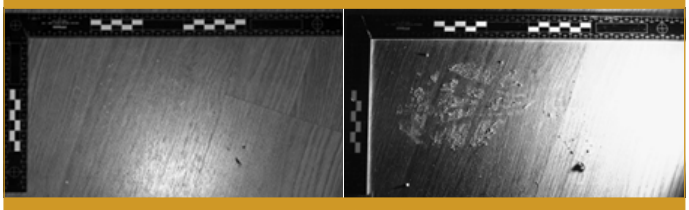


Açıklama notu. NFSTC. (2021, Ekim 12). Where Fingerprints May be Found. Fingerprint Analysis: http://www.forensicsciencesimplified.org/prints/how.html adresinden alınmıştır.

(Miller, 2019). Parmak izleri bulundukları yüzeye ve görünür olur olmamalarına bağlı olarak üç kategoriye ayrılabilirler. Yumuşak yüzeyler üzerindeki üç boyutlu izler, Sert yüzeyler üzerinde bulunan patent (görünür) izler ve Sert yüzeyler üzerinde bulunan latent (görünmez) izlerdir. Görünür izler boya, kir, kan vb. bir aracı madde aracılığıyla parmak yüzeyinin bir yüzeye aktarımıyla oluşan izlerdir. Patent izler ise pürüzsüz, pürüzlü, gözenekli ya da gözeneksiz birçok yüzey üzerinde bulunabilir. Latent izler vücuda ait doğal yağ, ter ve birçok organik bileşiğin bir yüzey üzerinde birikmesiyle meydana gelirler. Latent izlerin bulunduğu birçok farklı yüzey üzerinde görünür hale getirilebilmesi için parmak izi tozları, kimyasal reaktifler veya alternatif ışık kaynakları kullanılır. Bu tür izlerin görünür hale getirilmesi, pürüzsüz ve daha az gözenekli yüzeylerde daha kolaydır. Latent izler olay yerinden toplanırken yüksek çözünürlükte ve ölçekli fotoğrafları çekilir. Genellikle gerekli olmamakla birlikte, bazen düşük açılı ya da alternatif ışık kaynakları veya belirli kimyasallara ya da boyalara başvurulabilir. Anılan izler toplanırken ise en yaygın ve bilinen yöntem tozlama tekniğidir (Resim 5). Tozlama tekniğinde parmak izi tozları ile görünür hale getirilen iz fotoğraflanır ve sonra temiz bir yapışkan bant (the lifting tape) ile yüzeyden kaldırılır, kaldırma bantı latent kaldırma kartına (latent lift card) yerleştirilerek iz muhafaza edilir (NFSTC, Where Fingerprints May be Found, 2021)

Ayakkabı ve Lastik İzi; Ayakkabı ve lastik izi delilleri, cinayet tecavüz, vur-kaç, silahlı soygun, saldırı ve kırma ve girme suçlarına dair olay yerlerinde karşılaşılabilecek delillerdendir. Bu delillerin değerlendirilmesiyle elde edilebilecek bilgiler: suçun nerede işlendiği, kaç tane araç kullanıldığı ve kişi sayısı, ilgili kişilerin suç öncesi, sırası ve sonrasındaki hareket yönleri, suçluyla ilişkili diğer olay yerlerinin tespiti ve kişinin yaya olup olmadığıdır. Ayakkabı izi ve lastik izleri kâğıttan insan vücuduna kadar birçok yüzey üzerinde bulunabilirler ve bu izler görünür, plastik, görünmeyen olmak üzere üç ana grupta gruplandırılabilir. Görünebilir izler, ayakkabı ya da lastiğin yüzey üzerinde bıraktığı izlerdir ve herhangi bir ek işlem gerekmeksizin çıplak gözle görülebilirler. Plastik izler çamur, kar, kum gibi yumuşak yüzeylerde bırakılan üç boyutlu izlerdir. Görünmeyen izler ise, çıplak gözle görülemeyen ve ayak tabanı ya da lastik tırtılı ile yüzey arasında statik yükler vasıtasıyla oluşan izlerdir. Tozlar, kimyasallar veya alternatif ışık kaynakları kullanılarak farklı yüzeylerde görünür hale getirilebilirler (Resim 6). İzin bulunduğu yüzeye bağlı olarak ayakkabı ve lastik izlerini toplamanın birkaç yolu vardır. Kar, toprak gibi yumuşak yüzeylerdeki izleri toplamak için "döküm (casting)" metodu kullanılır. Eğer izin üzerinde bulunduğu cisim hareket ettirilebilir ve taşınabilir büyüklükte ise olduğu gibi toplanıp, paketlenerek laboratuvara gönderimi gerekmektedir (Öğünç, 2016)

Resim 6
Ayak izinin ışık kaynağı kullanılarak görünür hale getirilmesi



Açıklama notu. Jacqueline T. Fish, L. S. (2014). Chapter 5 - Trace and Impression Evidence. L. S. Jacqueline T. Fish içinde, Crime Scene Investigation (Third Edition) (s. 111-135). Anderson Publishing kaynağından alınmıştır.

Delil Teslim Zinciri ve Olay Yeri Son Kontrolü

Olay yerinde tutulan en önemli kayıtlardan biri delil teslim zincirini (chain of custody) içeren kayıtlardır. Tutulan bu kayıt ile delillerin toplandığı andan başlayarak mahkemede sunuldukları ana kadarki hareketleri izlenebilmektedir. Eğer bir kanıt izlenemez, delil teslim zincirinde herhangi bir boşluk veya hata bulunursa, kanıtın nerede ne zaman kimin kontrolünde olduğu ve değiştirilip değiştirilmediğine dair şüpheler ortaya çıkar. Böyle bir durum söz konusu olursa, ne kadar güçlü bir kanıt olduğuna bakılmaksızın mahkemede kullanılamaz duruma düşer (Siegel, 2015).

Olay yeri incelemesi tamamlandıktan sonra olay yeri öylece terk edilip gidilemez hala daha yapılması gerekenler vardır. Bu noktada olay yeri inceleme faaliyetleri baştan sona tekrar gözden geçirilir. Olay yeri terk edilmeden son halini gösteren fotoğraflar çekilir, bütün ekipmanlar toplanır, bütün deliller emniyet altına alınır ve inceleme adımlarının tam anlamıyla yapıldığını kontrol etmek adına bütün evrak işleri gözden geçirilir. Ayrıca olay yerinden ayrılma tarihi, saati ve kimin olay yerini teslim ettiği de belgelendirilmelidir. Olay yeri incelemesi tamamlandıktan sonra olay yeri inceleme raporu yazılır ve deliller ilgili kriminal laboratuvarlara gönderilir. Olay yeri inceleme raporu olay yeri, olayda kullanılan suç aleti, toplanan deliller ve tespit yöntemleri, olayın oluş şekli ve olay yeri ile ilgili gözlemleri içermelidir. Ayrıca olay yeri inceleme raporuna olay türüne bağlı olarak elde edilen el sürüntüsü tutanağı, olay yerinin krokisi, eşkâl tespit sorgu sonuçları, araç diyagramı ve parmak izi basım formu eklenebilir. Olay yerinden toplanan deliller kriminal laboratuvara kurum/laboratuvar personelince, olay yeri inceleme personelince veya kolluk güçlerince teslim edilebilir. Delillerin kriminal laboratuvara teslimi sırasında, delilin detayları, kimin teslim ettiği, hangi analizlerin talep edildiğini belirten bir form düzenlenmelidir. Bu formun bir örneği teslim eden kişide bir örneği ise laboratuvarda muhafaza edilmelidir.

Olay Yeri Rekonstrüksiyonu

Olay yeri rekonstrüksiyonu/yeniden yapılandırılması, bilimin uygulanmasıyla, delillerin analiz edilip, akıl yürütme yoluyla kriminal olaydaki en olası suç sırasına ulaşılması olarak tanımlanabilir (Houck M. M ve ark, 2018). Olay yeri rekonstrüksiyonunun amacı, bir suç işlendikten sonra ortaya çıkan "kim, ne, neden, nasıl, ne zaman" sorularının cevaplarını bulmaktır (Özdemir & Yorulmaz, 2019). Olay yeri rekonstrüksiyonu özel olarak kazalara (çoğunlukla ulaşım), ateş etme ve cinayet olaylarına uygulanmaktadır (Houck M. M ve ark, 2018). Ayrıca olay yeri rekonstrüksiyonu ile soruşturmanın yönünün değiştirilmesi ya da bir suçun gizlenmesi amacıyla kurgulanan olay yerlerinde, gerçeğin ortaya çıkarılması için önemlidir (Özdemir & Yorulmaz, 2019).

Olay yeri rekonstrüksiyonunu gerçekleştiren uzmanlar, hem tümevarım hem de tümdengelim mantığına başvurarak fiziksel delillere ya da laboratuvar bulgularına dayalı olarak oluşturulan teorileri bilimsel yöntemler ışığında dışlar ya da ispat ederler. Olay yeri rekonstrüksiyonu ile elde edilen bilgiler ile adli makamlar;

- Saldırgan profilini belirleyebilir,
- İfadelerde söylenenlerin doğruluğunu değerlendirebilir,
- Mahkemede verilecek cezayı belirleyebilir ve
- Taraf avukatlarınca ortaya atılan argümanları değerlendirebilirler.

Olay yerlerindeki birinci öncelik hayatların kurtarılmasıdır. Ancak acil durum cevabı sırasında olay yeri değişikliğe uğrayabilir. Sağlık personelince olay yerinde uygulanan işlemler sırasında kan sıçrama modeli değişikliğe uğrayabilir ya da sargı bezi, şırınga gibi bir takım malzemeler olay yerinde bırakılabilir. Bu gibi olay yerindeki yaralılara müdahale sırasında uygulanan işlemler daha sonra yapılacak olan yeri rekonstrüksiyonunu etkileyecektir. Doğru bir olay yeri rekonstrüksiyonu yapılabilmesi için olay yerinde meydana gelen bu tarz değişimlerin olay yeri inceleme personeline bildirilmesi gerekmektedir (Chisum W. , 2013).

Olay yeri rekonstrüksiyonu aşağıdaki gibi sınıflara ayrılabilir (Houck M. M ve ark, 2018).

- *Öğe düzeyinde rekonstrüksiyon (Item-level reconstructions):* belirli bir nesnenin analizin odak noktasında yer aldığı durumlarda, örneğin belirli koşullarda arızalanan bir ateşli silahın söz konusu olması durumu,
- *Tek olay düzeyinde rekonstrüksiyon (Single incident-level reconstructions):*başka olaylarla bağlantılı belirli bir olayın incelendiği durumlarda, kırık bir cam ya da silah sesi gibi,
- *Olay düzeyinde yeniden rekonstrüksiyon (Event-level reconstructions):* bir dizi olayın bir suç eylemiyle ilişkilendirilmesi, örneğin cinayet gibi
- *Büyük ölçekli rekonstrüksiyonlar (Large-scale reconstructions):* kitlesel olayların analiz edilmesi gereken durumlarda, örnek olarak uçak kazası durumu verilebilir.

Olay Yeri İncelemenin Hukuki Dayanağı

Ülkemiz hukuk sisteminde bir suç soruşturması cumhuriyet savcısının bir suçun işlendiği bilgisini öğrenmesiyle başlar. Bir suç soruşturmasında savcı emrindeki kolluk güçleriyle her türlü araştırmayı yapabilmektedir. Bu kapsamda şüpheli veya sanığın ve diğer kişilerin beden muayenesi ve vücudundan örnek alınması ile fizik kimliğin tespiti gibi işlemler Ceza Muhakemesi Kanunu'nun ilgili maddelerinde düzenlenmiştir. Cumhuriyet savcısının görev ve yetkileri ile vücuttan örnek alımı ve fizik kimliğin tespitini düzenleyen dolayısıyla da olay yeri incelemesinin hukuki dayanağını oluşturan maddeler aşağıdaki gibidir (CMK, 2005);

CMK Madde 75: Bir suça ilişkin delil elde etmek için şüpheli veya sanık üzerinde iç beden muayenesi yapılabilmesine ya da vücuttan kan veya benzeri biyolojik örneklerle saç, tükürük, tırnak gibi örnekler alınabilmesine...

CMK Madde 76: Bir suça ilişkin delil elde etmek amacıyla, mağdurun vücudu üzerinde dış veya iç beden muayenesi yapılabilmesine veya vücudundan kan veya benzeri biyolojik örneklerle saç, tükürük, tırnak gibi örnekler alınabilmesine...

CMK Madde 81: Üst sınırı iki yıl veya daha fazla hapis cezasını gerektiren bir suçtan dolayı şüpheli veya sanığın, kimliğinin teşhisi için gerekli olması halinde, Cumhuriyet savcısının emriyle fotoğrafı, beden ölçüleri, parmak ve avuç içi izi, bedeninde yer almış olup teşhisini kolaylaştıracak diğer özellikleri ile sesi ve görüntüleri kayda alınarak..

CMK Madde 119: Hâkim kararı üzerine veya gecikmesinde sakınca bulunan hâllerde Cumhuriyet savcısının, Cumhuriyet savcısına ulaşılamadığı hallerde ise kolluk amirinin yazılı emri ile kolluk görevlileri arama yapabilirler. Ancak, konutta, işyerinde ve kamuya açık olmayan kapalı alanlarda arama, hâkim kararı veya gecikmesinde sakınca bulunan hallerde Cumhuriyet savcısının yazılı emri ile yapılabilir. Kolluk amirinin yazılı emri ile yapılan arama sonuçları Cumhuriyet Başsavcılığına derhal bildirilir.

CMK Madde 127: Hâkim kararı üzerine veya gecikmesinde sakınca bulunan hâllerde Cumhuriyet savcısının, Cumhuriyet savcısına ulaşılamadığı hallerde ise kolluk amirinin yazılı emri ile kolluk görevlileri, el koyma işlemini gerçekleştirebilir...

CMK Madde 159: Bir ölümün doğal nedenlerden meydana gelmediği kuşkusunu doğuracak bir durumun varlığı veya ölünün kimliğinin belirlenememesi halinde; kolluk görevlisi, köy muhtarı ya da sağlık veya cenaze işleriyle görevli kişiler, durumu derhâl Cumhuriyet Başsavcılığına bildirmekle yükümlüdürler...

CMK Madde 160: (1) Cumhuriyet savcısı, ihbar veya başka bir suretle bir suçun işlendiği izlenimini veren bir hâli öğrenir öğrenmez kamu davasını açmaya yer olup olmadığına karar vermek üzere hemen işin gerçeğini araştırmaya başlar. (2) Cumhuriyet savcısı, maddî gerçeğin araştırılması ve adil bir yargılamanın yapılabilmesi için, emrindeki adlî kolluk görevlileri marifetiyle, şüphelinin lehine ve aleyhine olan delilleri toplayarak muhafaza altına almakla ve şüphelinin haklarını korumakla yükümlüdür.

CMK Madde 161: Cumhuriyet savcısı, doğrudan doğruya veya emrindeki adlî kolluk görevlileri aracılığı ile her türlü araştırmayı yapabilir; yukarıdaki maddede yazılı sonuçlara varmak için bütün kamu görevlilerinden her türlü bilgiyi isteyebilir. Cumhuriyet savcısı, adlî görevi gereğince nezdinde görev yaptığı mahkemenin yargı çevresi dışında bir işlem yapmak ihtiyacı ortaya çıkınca, bu husuta o yer Cumhuriyet savcısından söz konusu işlemi yapmasını ister.

Sonuç

Adli bilimlerin, temelini ve başlangıç noktasını olay yeri oluşturmaktadır. Bilimsel yöntemlerle, sistematik, planlı, koordineli ve hatasız yapılan bir olay yeri incelemesiyle olay yerinden elde edilen deliller, delil niteliğini kaybetmeyecek ve laboratuvar analizleri ve rekonstrüksiyon işlemiyle suç olayları aydınlatılacaktır. Kriminal laboratuvar ne kadar başarılı olursa olsun, başarısı olay yeri incelemesinin dikkatli yapılması, delillerin doğru şekilde toplanması ve paketlenmesine bağlıdır. Olay yeri incelemesinin başarısını sınırlayan bazı faktörler vardır. Bunlardan ilki olay yeri inceleme personelinin gereken dikkat ve özeni göstermemesi, eğitimsiz veya tecrübesiz oluşudur. Olay yeri başarısını etkileyen bir diğer önemli etken de kontaminasyon riskidir. Kontaminasyona engel olmak için yapılması gereken ilk iş olay yeri güvenliğinin sağlanmasıdır. Olay yerine giren kişi sayısı arttıkça kontaminasyon riski de artmaktadır, olay yerine yapılan her giriş çıkış temasa dayalı olarak, arkada kanıt bırakma ve kanıtları alıp uzaklaştırma potansiyeli bulunmaktadır (Baldwin, 2000). Bu noktada olay yerinin başarısı iyi yapılmış bir olay yeri planlamasıyla doğru orantılı olacaktır. Olay yerinden kanıtların usulüne uygun olarak ve atlanmadan toplanması, herhangi bir hayat kurtarma aktivitesi sırasında değişiklik yapıldıysa bunun sonrasında uzmanlara bildirilmesi olay yeri rekonstrüksiyonu aşaması için hayati öneme sahiptir. Olay yerinden elde edilen, olayın çözümüne doğrudan katkı sağlayacak delil miktarı ne kadar çoksa olayın aydınlatılması hem doğru orantılı

olarak o kadar kısa sürecek hem de suçun işleniş sırası/olay doğru orantılı bir kesinlikle aydınlatılacaktır. Bu noktada olay yeri inceleme çalışmalarına son zamanlarda entegre olup delillerin tespiti noktasında adli bilimleri ileriye götüren nanoteknolojinin olay yerinde kullanımından bahsetmek gerekir. Adli bilimler alanında nanomateryallerin kullanım bulmasıyla latent parmak izlerinin, DNA'nın, yasa dışı uyuşturucuların, sahte banknotların veya para birimlerinin, kimyasal ve biyolojik savaş ajanlarının tespiti (Hussain, 2021) ve vücut sıvılarının tanımlanması, patlayıcı tespiti, ateşli silah artıkları analizi, adli toksikoloji noktasında daha etkili olunabilmiştir. Nanomateryallerin adli bilimler alanına bu şekilde entegre olabilmesinin altında eser miktarda delillere dahi etkili bir şekilde bağlanma kapasitesinde olmaları ve bu sayede son derece hassas bir şekilde delil tespitine olanak vermeleri gelmektedir. Bu nedenle nanomateryaller uygun işlevselleştirme teknikleri kullanılarak eser kanıtların saptanması için geleneksel olarak kullanılan boyalar ve kimyasallarla karşılaştırıldığında hem daha büyük bir avantaja sahiptirler hem de önemli ölçüde daha az toksik nanomalzemeler geliştirilebilmektedir.

Olay yeri incelemesi gerektiği gibi yapılmazsa olay yerinden toplanmamış, eksik toplanmış ya da uygun koşullarda korunmadığı için delil niteliğini kaybetmiş bulgular sebebiyle adli süreç gereksiz yere uzayacak veya daha da kötüsü suçlu kişiler tespit edilip cezalandırılamayacak, masum kişiler suçlanacak ve kamu vicdanı yaralanıp toplumsal barış tehdit edilmiş olacaktır. Bu nedenle olay yeri incelemesi bu bilinçle, özen ve dikkat ile yürütülmelidir. Sonuç olarak, suçluların tespit edilip suç olaylarının aydınlatılması ve toplumdaki huzurun sağlanması olay yeri inceleme çalışmalarının başarısına bağlıdır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Açıkgöz, N. H. (2002). Olay Yerinden Dna Analizi İçin Biyolojik Örnek Toplama Ve Örneklerin Laboratuara Gönderilme Usülleri. Dergiler, 200-206.

Adalet Bakanlığı. (2021, Ekim 7). Suç Nedir? Adalet Bakalnlığı: https://magdurbilgi.adalet.gov.tr/298/Suc-Nedir? adresinden alındı

Baldwin, H. (2000). CRIME-SCENE INVESTIGATION AND EXAMINATION . H. Baldwin içinde, *Encyclopedia of Forensic Sciences* (s. 412-416). Academic Press. [Crossref]

BCA. (2021, Kasım 8). Bureau of Criminal Apprehension. Luminol: https://dps.mn.gov/divisions/bca/bca-divisions/forensic-science/Pages/forensic-programs-crime-scene-luminol.aspx

Bora, T. (2013). Atış Artıkları Analizi. O. Karakuş içinde, *Kriminalistik* içinde (s. 187). Ankara: Adalet Yayınevi.

Butler, J. (2009). Fundamentals of Forensic DNA Typing. Academic Press.

Chen, P. &. (2018). Time, place, and modus operandi: a simple apriori algorithm experiment for crime pattern detection. In 2018 9th *International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications* (IISA), 1-3. [Crossref]

Chisum, W. (2013). Crime Scene Analysis and Reconstruction. P. J. Jay A. Siegel içinde, *Encyclopedia of Forensic Sciences* (s. 378-382). Academic Press. [Crossref]

Chisum, W. J. (2011). Crime Scene Investigation. W. J. Chisum içinde, Crime Scene Investigation. *Crime Reconstruction* (s. 147-151). Acedemic Press. [Crossref]

CMK. (2005, Aralık 17). Ceza Muhakemesi Kanunu. Ceza Muhakemesi Kanunu: https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5271.pdf adresinden alındı. *54*(3): 289 – 321 [Crossref]

Collins, J. M. (2018). HR Management in the Forensic Science Laboratory: A 21st Century *Approach to Effective Crime Lab Leadership*. Academic Press.

Crowder, B. E. (2017). Crime Scene Investigation and Analysis. B. E. Turvey içinde, *Forensic Investigation* (s. 91-123). Academic Press. [Crossref]

Daniel, L. D. (2011). Overview of Digital Forensics. L. D. Daniel içinde, *Digital Forensics for Legal Professionals* (s. 11-16). Elsevier. [Crossref]

Davies, K. &. (2019). The practice of crime linkage: A review of the literature. *Journal of Investigative Psychology and Offender Profiling*,, 169-200. [Crossref]

Dumache, R., Ciocan, V., Muresan, C., & Enache, A. (2016). Molecular DNA Analysis in Forensic Identification. *Clinical laboratory, 62*(1-2), 245-248. [Crossref]

Fennelly, L. &. (2018). CPTED and traditional security countermeasures: 150 things you should know. *CRC Press*. [Crossref]

Fisher, A., & Fisher, D. (2012). Techniques of Crime Scene Investigation. *Forensic and Police Sciences*. (8th.Edition b.). Newyork: CRC Press.

Fisher, J. (2004). *Techniques of Crime Scene Investigation* (7th. Edition b.). Newyork: CRC Press.

Forenics: Hair and Fiber Analysis. (2021, Kasım 9). Forensics: http://nsimpsonforensics.blogspot.com/p/forenics-hair-and-fiber-analysis.html adresinden alındı.

Gardner, R. M. (2018). Practical crime scene processing and investigation. CRC Press. [Crossref]

Geberth, V. (2010). Crime Scene Staging: An Exploratory Study of the Frequency and Characteristics of Sexual Posing in Homicides. *Investigative Sciences Journal 2*.

Gülekçi, Y. &. (2020). Olay Yeri İnceleme. M. K. Furkan içinde, *Suç Araştırmalarında Kriminal Yaklaşımlar* (s. 41-66). Ankara: Akademisyen Kitabevi. [Crossref]

Güvenlik, A. (2021, Ekim 9). Olay Yerinde Bulunabilecek Deliller Ve Özellikleri. Asır Güvenlik: https://www.asirguvenlik.com.tr/olay-yerinde-bulunabilecek-deliller-ve-ozellikleri.html adresinden alındı

Güvenlik, T. (2021, Ekim 9). OLAY YERİ ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ. Tuna Güvenlik: https://www.tunaguvenlik.com/tuna-guvenlik/egitim/olay-yeri-ve-koruma-egitimi.pdf adresinden alındı

Handbook, E. C. (2002). European Crime Scene Examiners Basic Course Handbook. *The National Training Centre*, Durham, England.

Houck M. M ve ark. (2018). Crime Scene Reconstruction. The Science of Crime Scenes; *Academic Press: Waltham*, 341-344. [Crossref]

Houck, M. M. (2009). Crime Scene Investigation. M. M. Houck içinde, *Fundamentals of Forensic Science* (s. 23-42). Academic Press. [Crossref]

Hussain, C. M. (2021). Nanotechnology in forensic science. D. R. Chaudhery Mustansar Hussain içinde, *Handbook of Analytical Techniques for Forensic Samples* (s. 359-379). Elsevier. [Crossref]

Hülya Yükseloğlu, S. P. (2018). Adli DNA Analizleri için Örnek Alımı. O. Celbiş içinde, *Adli Bilimlerde Örnek Alınması ve Delil* (s. 183-196). Ankara: Akademisyen Kitapevi.

Jacqueline T. Fish, L. S. (2014). Chapter 5 - Trace and Impression Evidence. L. S. Jacqueline T. Fish içinde, *Crime Scene Investigation* (Third Edition) (s. 111-135). Anderson Publishing.

Johnson, M. &. (2006). General crime scene considerations and documentation. Forensic Investigation of Stolen-Recovered and Other Crime-Related Vehicles. E. &. Stauffer içinde, *Forensic investigation of stolen-recovered and other crime-related vehicles*. (s. 37-57). Elsevier. [Crossref]

Karadeniz, H. (2020). Delillendirme Hukuku. G. Y. içinde, *Suç Araştırmalarında Kriminal Yaklaşımlar* (s. 347-367). Ankara: Akademisyen Kitabevi.

Kaygusuz, M. (2005). *Adli Bilimler*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Knupfer, G. C. (2000). HISTORY. *Crime-scene Sciences*. [Crossref]

Koca, M. (2006). Ceza Muhakemesi Hukukunda Delliler. *Ceza Hukuk Dergisi*, *1*(2), 207-225.

Mehmet Saçlıoğlu, Ö. K. (2016). Tekstil Lifleri. J. A. Max M. Houck içinde, *Fundamentals of Forensic Science* (s. 369-388). Ankara: Nobel.

Miller, M. T. (2019). Crime Scene Investigations. M. T. Miller içinde, *The Forensic Crime Scene* (s. 3-15). Elsevier. [Crossref]

NFSTC. (2021, Ekim 12). How It's Done. Footwear & Tire Track Examination: http://www.forensicsciencesimplified.org/fwtt/how.html adresinden alındı

NFSTC. (2021, Ekim 12). Where Fingerprints May be Found. Fingerprint Analysis: http://www.forensicsciencesimplified.org/prints/how.html adresinden alındı

OSAC. (2021, Kasım 9). NIST. Standard Practice for the Collection and Preservation of Organic Gunshot Residue: https://www.nist.gov/system/files/documents/2021/02/01/Standard%20Practice%20for%20the%20Collection%20and%20Preservation%20of%20oGSR_DRAFT%20OSAC%20PROPOSED.pdf adresinden alındı

Öğünç, G. (2016). İz deliller. M. M. Siegel içinde, *Adli Bilimlerin Temeli* (s. 559). Ankara: Nobel.

Özdemir, Ç., & Yorulmaz, C. (2019). Olay ve Olay yeri Rekonstrüksiyonu. H. Dokgöz içinde, *Adli Tıp ve Adli Bilimler* (s. 277-288). Ankara: Akademisyen Kitabevi.

Petherick, W., & Rowan, A. (2015). Physical Evidence and Crime Scene. *Applied Crime Analysis*, 39-61. [Crossref]

Ramsey, K. &. (2013). Crime Scene to Court. *Encyclopedia of Forensic Sciences,* 439-442. [Crossref]

Reynolds, M. J. (2006). General Crime Scene Considerations and Documentation. E. &. Stauffer içinde, *Forensic investigation of stolen-recovered and other crime-related vehicles*. (s. 37-55). Elsevier. [Crossref]

Saçlığolu, P. (2016, 11 10). Pervin Saçlıoğlu ile sözlü tarih görüşmesi. http://hdl.handle.net/20.500.11834/2744 adresinden alındı

Saferstein, R. (2004). Criminalistics: *An introduction to forensic*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Schiro, G. (2021, kasım 9). Crime Scene Investigator. *Collection and Preservation of Evidence*: https://www.crime-scene-investigator.net/evidenc3.html adresinden alındı

Services, S. P. (2021, Ekim 8). Crime Scene Investigation,. *SweetHaven Publishing Services*: http://www.free-ed.net/sweethaven/CrimeJustice/CSI/ adresinden alındı

Shaler, R. C. (2011). Crime Scene. R. C. Shaler içinde, Crime scene forensics: *A scientific method approach*. (s. 13). Taylor & Francis. [Crossref]

Siegel, M. M. (2015). Crime Scene Investigation. M. M. Siegel içinde, *Fundamentals of Forensic Science* (s. 23-42). Elsevier. [Crossref]

Wang ve ark. (2019). Virtual reality and integrated crime scene scanning for immersive and heterogeneous crime scene reconstruction. *Forensic science international.303* [Crossref]

Yanghui Deng, C. G. (2020). Occurrence and removal of illicit drugs in different wastewater treatment plants with different treatment techniques. *Environmental Sciences Europe*. [Crossref]

Yükseloğlu E. H., O. C. (2021). *Adli Bilimlerde Adli Tıp ve Adli Genetik Uygulamaları*. Ankara: Akademisyen Kitabevi.

Yükseloğlu, E., Özcan, Ş., & Ceylan, B. (2008). Olay Yeri İncelemesi ve Türkiye'deki Uygulamalar. *Turkish Journal of Police Studies*, 61-80.

BÖLÜM 2
ÖLÜM VE POSTMORTEM DEĞİŞİMLERDEN ÖLÜM ZAMANI TAYİNİ

Gökhan ERSOY

DOI: 10.5152/0602

Ölüm ve Postmortem Değişimlerden Ölüm Zamanı Tayini

Death and Determination of Time of Death from Postmortem Changes

BÖLÜM HAKKINDA

Asırlardır ölümün en basit tanımı solunum ve dolaşımın durması olarak yapılagelmiştir. Günümüzde, organ nakli olanaklarının gelişmesi ile birlikte, beyin / beyin sapı üzerinde geri dönüşümsüz belli değişikliklerin olması durumunda geçerli olan "Beyin ölümü" kavramı da devreye girmiştir. Ölüm hem sosyal, hem fiziksel yönüyle adli tıbbi pratiğin içinde önemli yer tutan bir olaydır. Özellikle, ölümün ne zaman gerçekleştiğinin tahmin edilmesi adli otopsi pratiğinde önemli bir konudur. Bu bölümde, ölümü tanımlayan kavramlara genel bir bakış yapılmış; ölüm zamanı tayininde kullanılan soğuma, renklenme , katılaşma, ve çürüme gibi fiziksel değişiklikler anlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: Autopsy, forensic pathology, maceration, decomposition, brain death

ABOUT the CHAPTER

Throughout history, death has been defined as the cessation of breathing and circulation. However, with advancements in organ transplantation, the concept of "Brain death" has emerged, which refers to certain irreversible changes in the brain or brainstem. Death is a significant event in forensic medical practice, with both social and physical implications. In particular, estimating the time of death is crucial in forensic autopsy practice. This section provides an overview of the concepts that define death, including physical changes such as cooling, coloration, solidification, and decay, which are used to determine the time of death.

Keywords: Autopsy, forensic pathology, maceration, decomposition, brain death.

Ölümün tanısı ve ölümden sonra meydana gelen değişimler adli tıbbın önemli konu başlıklarından biridir. Daha önce de değişik kaynaklarda ele alınmış olan bu konu, o kaynaklarda daha geniş hali ile ve özellikle adli tıp uzmanlarına yönelik bir yaklaşımla aktarılmıştır (Elmas & Ersoy, 2019). Oysaki, adli bilimlerin pek çok alanında çalışanların da en temel ölüm bilgisine sahip olmaları, kriminal araştırma süreçlerinde geçen bahisleri anlamak ve yorumlamak açısından önemlidir. Bu bölümümüzde söz konusu bilgiiler, adli bilimlerin çok farklı disiplinlerden gelen çalışanlarına ve öğrencilerine yönelik olarak özetlenmiştir.

Ölümün Farklı Tanımları

Solunum, dolaşım ve sinir sistemi fonksiyonlarının geri dönüşümsüz iflası somatik ölüm olarak adlandırılır. Çoğu klinik durumda solunum ve dolaşımın durmuş olması ölüm anlamına gelir ve tanımlanan bu tablo için "*Klinik ölüm*" tabirini kullanılabilir. Bu ikisi beyin ölümü ile birlikte ele alındığında tablo *somatik ölüm* adını alır. *Soma*'nın, yani vücudun, ana kütlenin ölümünden bahsetmekteyizdir.Eski çağlardan beri klinik ölüm kapsamı yaklaşımıyla ele alınan ölüm kavramı, 20 YY'ın teknolojik gelişimi ile birlikte *beyin ölümü* temasını da içerir hale gelmiştir.

Burada beyin ölümü ile ilgili iki noktadan bahsetmek gerekir. Bunlardan birinicisi, klinik ölümün gerçekleşmesi halinde beyin fonksiyonlarının da er geç durmak zorunda kalacağıdır ki, çoğunlukla bu süre dakikaları geçmez. Günümüz. teknolojik gelişmelerinin getirdiği yenilik, kalp ve dolaşım sistemi faaliyetlerinin tamamen durmalarına rağmen yapay yoldan sürdürebilme imkanıdır. Beyin fonksiyonları hala sürerken, solunum ve dolaşım için sağlanan bu destek vücudun tüm organlarının perfüzyonunun (kanlanmasının) devamını sağlar. Oksijenlenen bu organlar, olası nakiller için hazırda tutulmuş olurlar. İşte, beyin ölümü kavramının ortaya çıktığı zemin de bu organ nakli zeminidir.

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Gökhan Ersoy

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: gersoy@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Ersoy, G. (2024). Ölüm ve postmortem değişimlerden ölüm zamanı tayini. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 15-26). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

Beyin ölümü kavramı ile ilgili ikinci önemli nokta bu kavramın tam olarak beynin değil, daha çok beyin sapının fonksiyonlarının durması ile anılması gerektiğidir. Beynin fonksiyonlarında anlamlı kayıplarla giden bitkisel hayat, koma, içe kapanma gibi pek çok durumda fonksiyon kaybı geri dönüşümlü olabilmekte veya bilincin varlığı sürebilmektedir. Solunum ve dolaşım gibi pek çok hayati fonksiyonla ilgili merkez ve yolaklara sahip olan beyin sapının hasarının geri dönüşümsüz olması, klinik anlamda ölümün gerçekleşmesi sonucunu doğuracaktır.

Beyin Ölümünün Tanısı

Beyin ölmüne benzeyen ilk klinik tanımlama 1959 yılında Fransa'da yapıldı. Komanın ötesinde anlamına gelen "depassed coma" adı verilen bu tablonun özelliği hastaların iç ve dış uyarılara cevap vermemesi, vücut sıcaklıklarını ve kan basınçlarını kontrol edememesiydi (Matis, Chrysou, Silva, & Birblis, 2012). 1968'de Harward Tıp Fakültesi bünyesinde toplanan bir komisyon tanı kriterlerini belirledi. Daha sonra 1976'da Kraliyet Tıp Koleji tarafından yapılan güncelleme sonrasında bu kriterler –özetle- şu şekilde biçimlendi:

1. Hasta derin komada olmalıdır: Bu tablonun, benzer görünüm verebilecek hipotermi, ilaç kullanımı gibi durumlardan ayırımının yapılmasına dikkat çekilir.
2. Solunumu tamamen durmuş olan hasta bir ventilatör cihazına bağlanmış olmalı, apne testi denilen testle solunumun geri dönüşümsüz kaybı gösterilmelidir.
3. Tablonun geri dönüşümsüz olan bir beyin hasarına bağlı olduğu tam olarak anlaşılmalıdır.
4. Beyin ölümünü kesinleştirmek için tanı koydurucu testler yapılmalıdır (özellikle beyin sapı refleksleri)
5. Gözlem ve testlerin 24 saat sonra tekrarlanması ve aynı sonucu vermesi gerekir.

Kavramın kullanımı farklı ülkelerde farklı tarifler, farklı yaklaşımlarla ele alınmaktadır (Citerio, Crippa, Bronco, Vargiolu, & Smith, 2014). Türkiye'de kullanımı dünya ile hemen hemen paralel seyretmiş, 1968 yılındaTürk Tabipler Birliği'nin görüşü açıklanmıştır; buna göre yukarıda sayılan kriterlerin yerine gelmesi ve onam sürecinin tamamlanması durumunda organ naklinin yapılabilmelidir. "2238 sayılı Organ ve Doku Alınması, Saklanması, Aşılanması ve Nakli Hakkında Kanun" 1979 yılında yayınlanmış, beyin ölümü terimi bu yasada yer almasa da uygulamada uluslararası camiada geçerli kriterler kullanılmıştır. Sağlık Bakanlığı, ilgili kriterleri 1990 yılında bir tebliğ halinde yayınlamıştır. Organ nakli ile ilgili yaımlanan 2000 ve 2012 tarihli yönetmeliklerde kriterlere bazı değişiklikler getiren ek maddeler yer almıştır. Sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü Organ Nakli Danışma Kurulu tarafından bir tebliğ halinde açıklanan beyin ölümü kriterleri, 1993 yılında Resmi Gazete'de de yayınlanarak, beyin ölümü kavramına yasal bir boyut kazandırılmıştır (Genelge, 1990; Yönetmelik, 1993). Daha sonra, 2000 ve 2012 yıllarında organ nakliyle ilgili çıkartılan yönetmeliklere ek madde olarak beyin ölümü kriterleri, bazı değişikliklerle tekrar yayınlanmıştır (Yönetmelik, 2000, 2012).

Ölüm Sonrası Gözlenen Değişimler

Ölüme giden sürecin uzun ya da kısa olmasından bağımsız olarak bir noktada bilinç kaybı yaşanır ve bu durum gerçekleştiği anda kaslar üzerindeki kontrol kalkacağından tüm kaslarda gevşeme olur. *Primer kas gevşemesi* adı verilen bu gelişme, kişinin vücudun ya da serbest uzuvlarının düşmesine yol açar. Kişi ayakta ise yere yığılır, yatar pozisyonda ise başı, kolları, vs. düşer. Hiç dokunulmaması durumunda aldığı son pozisyonda uzun süre kalan ceset, ölü katılığı geliştikten sonra konumu değiştirilse dahi bu pozisyonu korur.

Ölümün klinik olarak gerçekleşmesi halinde dahi, vücudun pek çok hücresi canlılığını sürdürür. Bu hücreler oksijen, besin ve enerji kapasitelerine göre bir süre daha fonksiyon görebilecek, bu nedenle bazı biyokimyasal değişimler gecikmeli olarak ortaya çıkar. Daha sonra bahsedileceği üzere ölü soğumasının geç başlaması, kas kasılabilirliğinin ölçerek ölüm zamanı tayini yapılabilmesi gibi başlıkların hepsi bu fenomene bağlı durumlardır.

Ölümden sonra hızlıca gerçekleşen değişimlerden biri de sıvı kaybıdır. Buharlaşma ve konveksiyon yoluyla kaybedilen sıvının adli tıp pratiğinde iki önemli kullanım yeri vardır. Bunlardan birincisi cesedin ağırlık kaybıdır. Özellikle bebeklerde daha belirgin olan bu kayıp, bebeğin kilosunda açlığa ya da ihmale bağlı bir ölüm olarak yorumlanmamaılıdır. Yine benzer bir şekilde, hızlı sıvı kaybının yol açtığı olası dehidrate görünümü ölüm öncesi bir sıvı kaybından ayırt etmek gerekir.

Sıvı kaybının önem kazandığı ikinci önemli durum ise *parşömenleşme* denilen durumdur (Patel, 2003). Burada skrotum, dudak, göz kapağı gibi ince deri bölgelerinden oluşan sıvı kaybı, o bölgede kurumaya ve siyah - kahverengi bir renk değişimine sebep olur. Aynı renk değişimi, kişinin gözleri açık kaldı ise gözün kapaklar tarafından örtülmemiş beyaz tabakada da gözlenebilir (*"Tache noir"*) (Trokielewicz, Czajka, & Maciejewicz, 2016). Parşömenleşmenin görüldüğü diğer bir durum ise postmortem oluşan yaralarda görülen parşömenleşmedir. Ölüm öncesi yaraların üzerlerinde ve kenarlarında görülen kanamalı görünümümn yerine bu yaralarda, kansız, sarı- kahve rengi parşömenleşme meydana gelir. Bu durum, ölüm öncesi ve ölüm sonrası oluşan yaraların ayırımı için iyi bir gözlem imkanı sunar.

Ölüm sonrası süreç içinde kanın içeriğinde de değişim olur. Ölüme yol açan sebebin etkilerine de bağlı olan bu değişimler, kanın ölüm sonrası (*postmortem*) pıhtılaşma aktivitesindeki değişiklikler olarak özetlenebilir. Ölüm sonrası artabilecek pıhtı karşıtı (fibrinolitik) aktivite nedeni ile kanın sulu bir kıvam alabileceği, hatta bazı trombüslerin eriyebileceği öne sürülmektedir (Kolusayın & Koç, 1999). Bunun tersine, pek çok olguda da pıhtılaşma aktivitesi tetiklenmekte, yapılan otopsilerin önemli bir kısmında damarlar içinde postmortem oluşmuş pıhtılar (*aleka*) saptanmaktadır. Postmortem pıhtı ile gerçekten ölüme sebep olabilecek *antemortem* (ölüm öncesi) pıhtıların ayırımı konusu otopsi pratiğinde önemli bir başlıktır.

Antemortem – Potmortem Pıhtı Ayırımı

Yaşayan bir kişide damar sistemi içinde pıhtı oluşması sürecine tromboz, oluşan pıhtıya da trombüs adı verilir. Kalp krizlerinden beyinde inmelere kadar pek çok klinik duruma yol açan trombüslerin otopside saptanması önemlidir. Bunu yaparken postmortem trombüs denilen alekalarla ayırımı yapmak gerekir. Alekaların, gerçek trombüslerden farklı olduğu noktalar şöyle sıralanabilir:

- Damar duvarına tutunma: aleka gevşek tutunur, kolay sıyrılır. Trombüs bir noktadan damara belirgin yapışıklık gösterip daha

zor ayrılır. Aleka genellikle bulunduğu damarın seyri ile aynı şekli alır.

- Renk dağılımı ve görünüm: trombüsler koyu kırmızı renkte olmakla birlikte içinde Zahn çizgileri denilen açık renk çizgilenmeler olur. Bu görünüm pıhtı içeriğini oluşturan kan hücreleri ve fibrinin organize bir şekilde dağılmasından ileri gelir. Alekada ise fibrin ve kan elemanları genellikle ayrı ayrı çökeceğinden homojen sarı – beyaz (fibrin) ya da homojen kırrmızı-mor renk değişimi olur.
- Kıvam: organize yapısına bağlı olarak trombüs daha sert, gevrek kıvamlı iken aleka yumuşak, yağ kıvamındadır (Dettmeyer, 2018).

Ölüm sonrası görülen değişimlerdem ölüm zamanının belirlenmesinde yararlanılır. Ölüm zamanının belirlenmesi de ölüm sebebinin belirlenmesi gibi, otopsinin önemli amaçlarından biridir. Günümüzde, sadece otopsi bulgularına bakarak bir kişinin ne zaman öldüğünün dakika – saat bazında kesin tespiti henüz mümkün olmamaktadır. Belirlenen zaman, genellikle kesin bir zaman değil, bir aralık olarak tanımlanır. Zamanın daha kesin olarak tanımlanması fikri adli patolojide her zaman geçerliğini koruyan önemli bir araştırma konusudur. Bundan sonraki bölümlerde ölüm sonrası değişiklikler içinde ölüm zamanı tayininde kullanılabilen değişimlere değineceğiz.

Ölüm Zamanı (Postmortem İnterval) Tayini

Suç araştırmalarında, ölüm sebebi ve orjini bilinmeyen bir cesedin ne zaman öldüğünün bulunması önemli yer tutar. Gerçekten de, ölümden sonra ortaya çıkan değişimlerim bir kısmını geçen zamanla ilişkilendirmek mümkündür. Bu değişimler kimi zaman, yukarıda bahsedilen parşömenleşmede olduğu gibi bir yaralanmanın ölümden sonra mı, önce mi oluştuğu, ya da ölü leke lerinde olduğu gibi kişinin olay yerinde bulunma pozisyonu gibi yan bilgileri edinmemizi de sağlarlar (Tsokos, 2007).

Yöntemlerin dezavantajı standart hata paylarının yüksek olmasıdır. Çoğu yöntem kesin bir zamanı belirtmekten uzaktır ve belli bir zaman aralığına işaret eder. Bu hata payının oluşmasında, özellikle ortam koşulları ve cesedin bulunduğu fiziki koşullar en önemli etkenlerdir. Cesedin kilolu ya da zayıf olması, giysili ya da çıplak olması, rüzgarlı ya da kuru hava, sıcak, nemli ortam gibi pek çok etken gözlemlenen değişimlerin dinamiğini etkiler. Ölüm zamanının değerlendirilmesinde bu etkileri de göz önüne almak gerekecektir. Hem bunların göz önüne alınması, hem de aşağıda anlatılan değişimlerin her birinin ayrı ayrı gözlemlenip birlikte değerlendirilmesi yanılma payını önemli ölçüde azaltacaktır. Bir çok yöntemin bir arada değerlendirilmesi adli tıbbi ölçümlerin doğruluk payını sıklıkla arttırır.

Ölü Lekeleri (Hipostaz, Livor Mortis)

Ölümden sonra cesedin derisinde oluşan pembe- kırmızıdan mora varan renk değişimine ölü lekeleri adı verilir. Bu değişim, ölüm sebebine bağlı olarak vişne çürüğü, kahverengi gibi renklenmeler şeklinde de görülebilir. Ölü lekeleri aynı şekilde, otopsi sırasında iç organlarda da görülebilir.

Renk değişiminin temel mekanizması kapiler (kılcal) damarlarda kanın göllenmesi ve sonrasında plazma içeriğinin sızması olarak tarif edilebilir. Ölümle birlikte kan dolaşımı kesilir ve hareketi duran kan damarlar içinde birikir. Kanı hareketlendirecek başka bir kuvvet olmadığı için kan daima yer çekimine uygun bir şekilde damarlar içine yayılmıştır. Ölümden sonra 20 dakika ile 3 saat arası bir sürede lekeler ortaya çıkar ve belirginleşmeye başlar. Belli bir süre sonraya kadar cesedin pozisyonu değiştirilirse, bu değişiklik kanın yeniden yayılmasını sağlar. Bunun pratikteki anlamı, ilk saatlerde cesedin pozisyonunun değiştirilmesinin ölü lekelerinin dağılımını da değiştirmesidir. Tamamen yer değiştirmenin gözleneceği bu süreyi kabaca, ölümden sonraki 6 saat olarak tarifleyebiliriz. Altı saatten sonra pozisyon değiştirme halinde lekeler eski yerde sebat ederken yeni yerde de oluşur. Genellikle ölüm sonrası 15 - 24 saate kadar uzayabilen bu yer değiştirme dönemi, sonrasında ölü lekelerinin kesinlikle yer değiştirmeyeceği aşamayla devam eder.

Pozisyon değiştirme ile hareketlenen kan, deri yüzeyine bastırmakla da hareketlenebilir. Bu da ölü lekeleri üzerinde farklı bir muayene imkanı sunar. Kanın hareketlenebildiği dönemde yapılan basınca bağlı olarak rengin yer değiştirdiğini görebiliriz. Bunu gözümüzde canlandırmak istersek , güneşte kızaran derinin üzerine bastırıldığında oluşan solmaya benzetebilriz. Buna benzer bir şekilde, ölü lekesinin de üzerine basıldığında basma bölgesinde leke solacak, renk değişimi bası bölgesinin dışına doğru hareketlenecektir. Baskı parmakla yapılıyorsa ölüm sonrası 20 saate, sert bir cisimle yapılıyorsa 36 saate kadar yer değiştirme beklenebilir. Sonrasında bastırmakla da değişim olmaz. Sayılan tüm bu değişimlerin kısa bir özeti Tablo 1 içinde bulunabilir. Tabloda verilen saat dilimlerinin çoğunlukla geniş tutulduğu, pratikte üst limitlerin üçte ikiye kadar azaltılabileceği akılda tutulmalıdır.

Tablo 1
Zamana bağlı olarak ölü lekelerinin yer değiştirme ve bastırmakla gösterdiği zamana değişimler

Değişim	Süre
Cesedin yer değiştirmesiyle	
Leke tamamen yer değiştirir	0,5-6 saat
Hem eski, hem yeni yerde oluşur	4- 24 saat
Yer değiştirmez	15-36 saat
Bası ile yer değiştirme	
Parmakla basılınca değişiyor	20 saate kadar
Parmakla değişmiyor ama sert bir cisimle basınca değişiyor	10-36 saat

Ölü lekeleri yer çekimine uygun bir dağılım göstereceklerinden olay yerinde bulunan cesedin pozisyonu ile lekelerin dağılımının uygun olması gerekir. Çoğu zaman olduğu gibi, vücudu yatar pozisyonda bulduğumuzda ölü lekelerinin sırt üstü yatan bir ceset için sırtta, bacakların arka kısımlarında; yüz üstü yatan bir ceset içinse vücudun ön tarafında görülmesi beklenir. Ası olaylarında eldiven – çorap tarzında kol ve bacak alt kısınlarında yoğunlaşacaktır. Suda bulunan cesetlerde gaz birikimi ile şişen karın kısmı cesedi yukarı kaldırırken baş, kol, bacak gibi kısımlar ağırlıklarına bağlı olarak suyun altında kalacağından ölü lekeleri bu bölgelerde yoğunlaşır.

Hangi tarafta oluşursa oluşsun lekeler honmojen bir dağılım

göstermez. Bunun sebebi, vücudun çevreyle temas noktalarında ölü lekelerinin oluşmamasıdır. Tipik bir şekilde, sırt üstü yatan bir cesedi göz önüne aldığımızda kürek kemikleri, kalçalar gibi bölgelerde lekelerin oluşmadığı görülür. Bunun sebebi, temas ile sıkışan bu bölgelerdeki basınç dolayısı ile kanın buradaki kapiler damarlara ulaşamamasıdır. Yine buna benzer bir şekilde cismlerle olan temas da ölü lekelerinin oluşumunu engeller. Bu durum, adli otopsilerde gözlenen önemli bir fenomene sebebiyet verir: cisimlerin şeklini soluk bir patern halinde ölü lekelerinin içinde görebiliriz. Örneğin bir giysinin katlantı bölgeleri ile oluşan bası, ölü lekelerinin içinde çizgisel lekesiz hatlar oluşturur. Ası iplerinin bıraktığı telemlerde ölü lekesi bulıunmaz. Cisimlerle olan temasın bıraktığı izler cesedin olay yeri ile olan ilişkisini de gösterir. Örneğin sert bir cismin üzerinde yatan kişide, cismin şeklini ölü lekelerinin içinde görmek otopsi salonunda sıklıkla karşılaşılan durumlardan biridir.

Ölü lekelerinin renginin pembe kırmızı olmasının sebebi damarlarda kan göllenmesine dayanan bir mekanizmaya sahip olmasıdır. Kanın oksijen içeriği yüksekse bu renk açılacak, düşükse koyulaşacaktır. Ölümün üzerinden geçen süre arttıkça rengin koyulaşıp açık mora yakın bir hal alması olağandır. Bu yüzden hipotermide oksijen tüketimi azalacağı için ölü lekelerinin açık renk olması beklenir. Buna benzer bir biçimde siyanür, arsenik gibi zehirlenmelerde dokuların oksijen tüketimi azalacağı için ölü lekeleri pembe – kırmızı rengin tonlarında oluşur. Öldükten sonra buzdolabında uzun süre kalan cesetlerde de ölü lekeleri deriden oksijen difuzyonuna bağlı olarak açık renkte görülebilir. Ölümden önce yoğun kan kaybı oldu ise hipostazın soluk renkli olacağı, hatta çok az görülebileceği bilinir.

Karbonmonoksid zehirlenmesinde vişne çürüğü şeklinde karakteristik bir renk değişimi izlenir. Bu rengin karakteristik özelliği hemen her zaman olgunun otopsi başlarken tanınmasına yardımcı olur. Gerek karbonmonoksid zehirlenmesi, gerekse diğer zehirlenmeler ölü lekelerinin bu farklı tonu adli otopsi pratiğinde önemlidir zira, bu zehirlerin çoğu rutin toksikolojik analizde aranmayan, şüphe üzerine taraması yapılan maddelerdir.

Yoğun ölü lekeleri bulunan kimi alanlarda benek tarzı cilt içi benek tarzı mor kanamalar da görülebilir. *Ölü beneği* denilen bu değişimler, vücutta bölgesel olarak postmortem damar içi basınç artışı ile olur. Örneğin kalp krizinde baş ve gövdede, asılarda baş boyun bölgesinde, çoğunlukla venöz (toplardamar) kan dönüşünün engellenmesi ve kanın bölgesel kapilerlere yoğunlaşması ile karakterize bir mekanizmaya sahiptir. Fibrinolitik aktivitenin yüksek olduğu cesetlerde pozisyonla ilişki gösterdiği de ileri sürülür (Tsokos, 2007).

Ölü lekelerinin değerlendirilmesinde renk ve dağılım dışında bir başka önemli kriter de lekelerin ortaya çıkma ve kaybolma zamanlarıdır. Gerçekte ölü lekesinin kaybolması olarak adlandırılabilecek bir süreç yoktur. Cesedin bozunması, çürümesiyle ortaya çıkan renk değişimi ve doku kayıpları ölü lekelerinin bir noktadan sonra izlenememesine yol açar. Kısaca bozunma yayıldığında ölü lekeleri görülemez ve değerlendirilemez olur. Bozunmanın ne zaman ortaya çkacağı koşullara bağlı olarak değişse de ve ortalama sıcaklık ve nem koşullarında başlangıç süresinin 36-48 saat olması beklenir.

Suda bulunan cesetlerde ve hipotermide ölü lekeleri gecikmektedir. Bu gecikme daha çok suyun sıcaklığının çevreye göre düşük olması ile ilişkilendirilir. Öte yandan, kış aylarında deniz, göl suyu sıcaklıkları hava sıcaklığından yüksek olabileceği için suda bulunma, ölü lekelerinin ortaya çıkışını kolaylaştırabilir.

Ölü Katılığı (Rigor Mortis)

Ölümden hemen sonra kasların gevşeyeceğinden daha önce bahsedilmişti. Bu gevşek tonus varlığını ancak birkaç saat sürdürebilir. Saatler içinde cesedi izleyenle, ölenin eklemleriin kapandığını, vücudunun katılaştığına şahit olurlar. Bu katılık, cesedin son bulunduğu pozisyonda oluşur ve katılığın en yoğun olduğu zaman diliminde cesedin pozisyonu değiştirilse de değişmez. Bu saatlerde ceset, rijid bir kütle halindedir.

Ölü katılığı sadece çizgili kasları tutan bir süreç değildir. Düz kaslar ve kalp kası da bu değişimdi gösterebilen kaslardır. Otopside kalbin kontrakte görünümü, duvarlarının kalınlaştığı, lümeninin daraldığı izlenimi verir. Düz kasların kasılmasına ise en güzel örnek derideki kıl köklerindeki kasların kasılması ile oluşan "tüylerin diken diken olma" görünümüdür (*Kaz derisi, cutis ansarina*).

Ölü katılığı, başlangıçta gevşeyen kasların sonrasında dereceli olarak bir anlamda kilitlenmesi ve bozunma gerçekleşene kadar kilitli kalmasına dayanır. ATP yokluğunda birbirine geçen aktin ve myozin lifleri, kası bir nevi kilitli hale getirir ve sertleşmeye sebep olurlar. Genel literatürde bu kilitlenme durumu kasılma olarak anılır ve bu bölüm boyunca da bu şekilde anılacaktır.

Ölümden sonra da bir müddet devam eden hücresel metabolik aktivitenin bir parçası olan hücresel solunum ve enerj üretimi bir süre sonra biter. Oluşan kas katılığı, postmortem hücresel metabolizmanın (supravital periyod) sona ermeye başladığı noktada belirginleşir. Bunun sebebi, kas hücrelerinin gevşek durumda durmaları için enerji (ATP) gereksinimleri olmasıdır. Hücresel ATP var olduğu müddetçe, gevşek durumda kalabilen kas lifleri ATP'nin tükenmesi ile birlikte kasılı hale geçerler.

Cesedin pozisyonunun son bulunduğu halde duruyor olması, cesedin bulunduğu andaki katılık şeklinin olay yerindeki pozisyonunu ile uyumlu olmasını gerektirir. Bulunduğu pozisyona uygun olmayan bir katılık hali, cesedin yerinin değiştirilmiş olması ihtimalini düşündürür. Örnek olması için sırt üstü yatan bir cesedin beklenen katılık pozisyonu, kolların dirsekten (boksör pozisyonu), bacakların dizlerden kırık, kapalı olması şeklindedir. Burada dirsekler, dizlerden daha fazla kapalı bir durumdadır. Sırt üstü yattığı halde bu şekilde bulunmayan bir cesedin yerinin değiştirildiği düşünülebilir.

Eklemlerin kapanma seviyesini, o eklemlere bağlı olan kasların hareket kabiliyetleri arasındaki denge belirler. Yukarıdaki örnekte, dirsek eklemine bağlı kasların arasındaki denge, bariz bir şekilde dirseği kapayacak kasların lehine olduğu için kapayıcı ve açıcı kaslar arasında daha az bir güç farkı olan dize göre, kollar daha kapalı durmaktadır. Buna benzer bir şekilde diğer eklemler de baskın olan kas hareketi yönünde kapanır ya da sadece omurlara bağlı olan boyunda olduğu gibi, dengede dururlar. El parmakları belirgin bir şekilde kapanırken ayak parmaklarının neredeyse yaşamdaki pozisyonda kalmalarının sebebi bu dengede yatar.

Öte yandan katılığın başlaması ve bu seviyeye gelmesi zaman alır. Mutat sıcaklık koşullarında 1-3 saat arasında başlayan katılaşma süreci ortalama 8 saatte maksimum seviyeye çıkar. Maksimum seviyede ölü katılığı, hiçbir eklemin oynatılamadığı ölü katılığıdır. Ölü lekelerinin yok olmasında işaret ettiğimiz gibi, katılığın kaybolmasında da etkin olan süreç bozunma sürecidir zira, kaslarda gerçekleşen otolitik ve putrefaktif aktivite, kasılı kasların çözülmesine yol açacaktır. Bozunma gerçekleşene kadar olan süreç içinde eklemlerin zorla gevşetilmesi halinde katılık yenidem oluşabilir. Bu yeniden oluşmanın daha çok ölü katılığının erken dönemlerinde belirgin olduğunu, ölümden sonraki 8-19 saat sonrasında görülmeyeceğini bildiren yayınlar da vardır (Anders et al., 2013; Krompecher, Gilles, Brandt-Casadevall, & Mangin, 2008). Bizim pratiğimiz, bozunmadan önceki dönemde kırılan ölü katılığının her şekilde yeniden oluşacağı, ancak postmortem süre arttıkça şiddetinin azalacağı yönündedir.

Ölü katılığının hangi kaslarda, hangi sırayla başladığı yönünde çeşitli görüşler ileri sürülmüştür. Çeşitli dönemlerde vücudun yukarısından aşağıya doğru gelişmesi ya da küçük kasların büyük kaslardan önce tutulması gibi görüşler ağırlık kazanmıştır. Bunlara karşı çıkan bir görüş, katılığın gelişiminde çizgili kaslardaki kırmızı lif oranının etkili olduğunu, beyaz lif yoğunluğu yüksek olan bölgelerin daha geç etkileneceğini ileri sürmüştür (Kobayashi et al., 2001). Mekanizmasını hesaba katmaksızın konuşacak olursak sık rastlanan gelişim sırası boyun kaslarını takiben, kol ve akabinde uyluk, bacak kaslarının kasılmasıdır.

Ölü katılığı ile ilgili adı geçen mit düzeyinde bir fenomen de *kadaverik spazm* olgusudur. Kadaverik spazm, ölümden hemen sonra oluşan ölü katılığı olarak tanımlanır. Özel bir ölü katılığı biçimi olarak algılanmış, ancak varlığı hakkında kesin bir kanıt gösterilememiştir. Siperde ateş ederken ölen askerin aynı pozisyonda bulunması, tabancanın elde ateş etme pozisyonunda kalması gibi sık sunulan örnekleri bulunmaktadır. Kişinin ölüm anındaki stres seviyesi ile ilişki gösterdiği varsayılan bu durum aslında, kişinin bulunma pozisyonunda uzun süre kaldığı ölü katılıklarını yansıtmaktadır.

Ölü katılığını etkileyen dış faktörler içinde ortamın sıcaklığı en önemlilerden biridir. Basit bir mantıkla sıcak ortamda metabolizmanın kolay yürüyeceği, bozunmanın da çabuk gerçekleşeceği düşünülürse ölü katılığının çabuk gelişip bozunma ile erken sonlanacağı öngörülebilir (Huff Lonergan, Zhang, & Lonergan, 2010; Ozawa et al., 2013). Bunun tersine soğuk ortamda her ikisi de gecikir (Varetto & Curto, 2005). Sıcaklık koşulları ölü katılığının sadece süresini değil, şiddetini de etkiler, doğru orantılı olarak şiddet artar.

Kimi zaman, vücudun donması ile ölü katılığı karıştırılabilir. Donma derecelerinde kalmış vücutlarda, özellikle de kas kütlesi az olan bebeklerde donmaya bağlı katılığı ayırt etmek gerekir. Bu ayırımı yapmak için, basit bir gözlem ile elde edilebilecek birkaç bilgi yeterlidir. Bunlar arasında cesedin ölü leklerinin olmaması ya da zayıf olması, sıcak ortama alındıktan kısa bir süre sonra gevşemeye başlaması sayılabilir. Sıcaklık donmayı çözeceği için gevşeyen bu cesetler, kısa bir süre sonra bu sefer ölü katılığunın gelişmesine bağlı olarak katılaşacaklardır.

Suda bulunan cesetlerde ölü katılığı pozisyon ve süre açısından değişiklikler gösterir. Katılığın baş ve kolların aşağı sarktığı pozisyonda oluşması, su sıcaklığının düşüklüğüne bağlı olarak geç başayıp geç çözülmesi tipik özellikleridir. Aynı şekilde, su sıcaklığı çevreden yüksekse erken başlayıp erken çözülme görülebilir. Bunların altında yatan mekanizma daha önce ölü lekeleri başlığı altında konuşulduğu için burada tekrar edilmeyecektir.

Katılığın oluşum mekanizması ATP'nin tükenmesine dayandığı için kişinin ölümden önceki kas içi ATP seviyelerinin de katılık gelişim sürecinde etkili olması beklenir. Ölümden önce yoğun efor harcanması durumunda ATP harcanacağı için ölü katılığı çabuk gelişecektir ve şiddetli olacaktır. Yoğun kas kasılması ile giden hastalıklardan sonra (tetanoz, ateşli hastalık) ölü katılığı çabuk gelişir. Hücresel ATP sentezinin engellendiği zehirlenme tablolarında ölü katılığı çabuk oluşacaktır. Siyanür, hidrojen sülfür zehirlenmesi gibi olgular buna örnek verilebilir.

Kişinin kas kütlesi ve kasın içerdiği ATP seviyesi de göz önüne alınmalıdır. Ölü doğumlarda bebeklerin ölü katılığı çabuk gelişir. Yaşlılarda kas kütlesi azdır ve ölü katılığı hem geç oluşur, hem de şiddeti az olur. Gençlerde veya kaslı yapılı kişilerde ise erken başlayan, şiddetli rigor izlenir. Ağır obezite durumunda, hem kas kütlesi relatif olarak az olacağı, hem de vücut nispeten geç soğuyacağı için ölü katılığında gecikme, şiddetinde ise azalma beklenebilir.

Postmortem Kasılabilirlik

Ölü katılığı üzerinde durmuşken, ölüm zamanının değerlendirilmesinde kasların kullanılabileceği başka bir yöntem grubundan da bahsetmek gerekir. Bu grup yöntemlerde, kasların mekanik, elektriksel ve kimyasal uyaranlarla uyarılma kabiliyetine bakılır (B Madea, Krompecher, & Knight, 2002). Ölü katılığında ATP tükendiği için kasların kilitli vaziyette kaldığını görmüştük. ATP'nin tamamen tükendiği durumda, herhangi bir şekilde uyarıldığında uyarana cevap alınmaz ve kasılma olmaz. Öte yandan, ATP'nin tamamen tükenmesine kadar olan postmortem süreçte çeşitli uyaranlarla kasları kasmak mümkündür. Ölümden sonra geçen süre arttıkça bu kasılabilirlik azalacaktır ve bunu zamanla ilişkilendirmek mümkündür. Dikkat edilirse, kaslar burada ölü katılığının tam tersi bir mekanizma üzerinden kullanıma girmektedir.

Yöntemlerden en basiti kasları mekanik uyaranla uyarmaktır. Belli kaslar üzerindeki belli noktalara sert cisimle vurmak, o kaslarda erken saatlerde gözle görülebilen bir kasılma yaratır. Kasılma ölümdrn sonraki ilk iki saatte kasın bütününde görülebilirken, 8-12 saatte bakıldığında çok lokal ve cılız, belli belirsiz bir kasılma formuna dönüşebilir (Burkhard Madea, 2016).

Elektrik uyarılma için deriye elektrot batırılabileceği gibi, yüzeyel yapışan elektrotların kullanılması da mümkündür. Çoğunluğu batırılan elektrotlarla yapılan ölçümler genellikle göz kapağı etrafından yapılır. Mekanik uyarılmada olduğu gibi, ilk saatlerde daha geniş bir kasılma görülür; yüzün o yarısı şiddetle kasılacaktır; 7-9 saatlik süre sonunda kasılmanın üst göz kapağında bir noktaya kadar çekildiği izlenir (Verkhratsky & Parpura, 2014).

Kimyasal kasılabilirlik ise göz bebeği üzerinde uygulanan bir yöntemdir. Asetil kolin ya da atropin gibi, pupili (göz bebeği) kasan ya da gevşeten kimyasal maddelerin uygulamalarında göz bebeği reaksiyon verir. Bu reaksiyonun süresi postmrotem zamanla birlikte

azalacaktır. Asetil kolin için 14-46, tropacamid için 5-30 saatlik reaksiyon süreleri bildirilmiştir (Burkhard Madea, 2016).

Ölü Soğuması

Cesedin ölümden sonra ısı kaybetmesi, bununla birlikte sıcaklığının ortam sıcaklığı ile eşitlenene kadar düşmesidir. Ölümden sonra zaman – soğuma diagramı çizilecek olsa sigmoid bir şekil elde edilir. Eğrinin başında ve sonunda soğumanın olmadığı dönemler görülür. Bunlardan ilki soğumanın geç başladığını anlatırken, sonuncusu ise cesetle ortam sıcaklıklarının eşit olduğunu, soğumanın artık durduğunu anlatır. Bu cümleler kurulurken, ortam sıcaklığının yaklaşık 36-37 derecelik vücut sıcaklığından düşük olduğu klasik bir ortamı tarif ettiğimiz unutulmamalıdır. Daha sıcak ortamlarda bulunan cesetlerde soğuma olmaz, hatta ısınma olması beklenir.

Soğumanın geç başlamasının en önemli nedeni supravital hücresel aktivitedir. Bu gecikmenin üç saat kadar sürdüğü kabul edilir ve bu üç saat ölüm zamanı hesaplamasında mutlaka hesaba katılır. Bu sürenin sonunda ısı kaybı başlar. Sıcaklık rektumdan uygulanan termometrelerle ölçülür. Rektum dışında göz kenarından kafatası içine sokulan problarla da ölçüm yapılabilmektedir. Her iki uygulama şeklinin amacı merkezi vücut sıcaklığını ölçümleyebilmektir zira, cesedin dış ortamla temas halindeki yüzey kısımları daha hızlı soğuyacağından buradan elde edilen sıcaklıkla sağlıklı bir değerlendirme yapılamamaktadır. Son yıllarda kulak zarından sıcaklık ölçümünün de merkezi sıcaklığı yansıttığı, ölçümün buradan yapılabileceği öngörülmüştür (Nokes, Flint, Jaafar, & Knight, 1992). İlk saatler için oldukça iyi sonuçlar veren bu yöntemin, cinsel saldırı şüphesi gibi rektum bütünlüğüne dokunulmak istenmeyen otopsilerde tercih edilen yöntem olması beklenir.

Soğumanın ne hızla gerçekleştiği konusunda çeşitli yaklaşımlar bulunur. Saatte 0,5-1,5 derece, ortalama 0,8 derece kayıp olduğu öne sürülür (Koehler et al., 2018). Merkezi vücut sıcaklığının ölüm anındaki değeri 37,2 ±0,5 C kabul edilir. Buna göre sıcaklığını 29,2 C ölçtüğümüz bir kişinin ölüm zamanı hesapladığımızda 13 saat önce öldüğü sonucuna ulaşırız.

37,2- 29,2/0,8 = 10 saat

10 + plato süresi (3 saat) = 13 saat.

Bu yöntem oldukça basit olmakla birlikte hassasiyeti düşük bir yöntemdir. Hassasiyeti arttırmak için değişik metodlar geliştirilmeye çalışılmıştır. *Marshall*, başlangıç sıcaklığını hesaba katmadan, otopsi öncesi yapılacak seri ölçümleri birbiri ile ilişkilendirdiği bir metod geliştirmiştir (Marshall, 1969). Bu yöntem zaman alıcı olmakla birlikte vücut başlangıç sıcaklığı, ortamın sıcaklığı ve atmosferik koşulların bilinmesini gerektirmeme gibi bir avantaja sahiptir.

Diğer bir özel yaklaşım nomogram metodudur (Henssge, 1988). *Hensgee nomogramı* adı verilen nomogram, çevre sıcaklığı ile rektum sıcaklıklığını işaretleyebileceğiniz bir grafik karttır. Bu grafik üzerinde işaretlenen karşılıklı noktalar bir çizgi ile birleştirildiğinde ölüm zamanı verisine kart üzerinden ulaşılabilmektedir. Duruma göre değişken olmakla birlikte çoğu zaman hesaplanan değerin standart sapması ±2,8 saat olarak karşımıza çıkmaktadır ve bu da kart üzerinden okunabilmektedir. Bahsedilen standart sapma, ölüm zamanı tayini yöntemleri için oldukça iyi kabul edilebilecek bir değerdir. Yöntemin doğruluğunu arttırmak için nem durumu, giysili olmak ya da olmamak gibi koşulları hesaba katabileceğiniz düzeltme faktörleri de belrilenmiş, tablo olarak sunulmuştur (Henssge, 2002). Ayrıca, 23 dereceden yüksek ve düşük çevre sıcaklıkları için iki ayrı nomogram kartı bulunduğunu da vurgulamak gerekir. Bunun dışında, sıcaklığı kafa içinden ölçen merkezler için kafa içi sıcaklığına göre ayrı bir nomogram da mevcuttur.

Soğuma süreci dört farklı fiziksel olaya dayanır: radyasyon, buharlaşma, konduksiyon ve konveksiyon (92). Son ikisinin asıl belirleyici süreçler olduğu öne sürülür. Bunlardan konduksiyon çevreyle temasa bağlı ısı kaybıdır. Konveksiyon ise çevre akımın (hava ya da ceset suda bulunuyor ise su) ısıyı uzaklaştırmasıdır. Buna göre çevre ne kadar soğuksa, ya da ortamda akımlar ne kadar güçlü ise soğuma da o nebze hızlı olacaktır.

Cesedin başlangıç sıcaklığının yüksek olduğu durumlarda soğuma zamanı uzayacak, ilk sıcaklık düşükse kısalacaktır. İlk duruma verilecek en önemli örnek yangın ortamından çıkarılan cesetlerdir. Ölmeden önce vücut sıcaklığını arttıran enfeksiyon hastalıkları, sepsis, ölüm öncesi yoğun fiziksel aktivite, hipertiroidizm, madde – ilaç kullanımı, inmeler, kafa içi kanama gibi durumlarda da sıcaklığın artmış olduğu, dolayısıyla soğumanın gecikeceği bilinmelidir. Bunun tersine, donarak ölen (hipotermi) kişilerde cesedin soğuma süresi kısalacaktır (Shkrum & Ramsay, 2007; Zhou & Byard, 2011).

Rüzgarlı havada ya da akar suda bulunan cesetlerde soğuma hızlanıdığı gibi, cesedin çıplak ya da giysilerinin ıslak oluşu da soğumayı hızlandırır (B Madea et al., 2002; Swift, 2006). Bunun sebebi, sayılan durumlarda konveksiyon ve konduksiyonun artışıdır. Benzer bir mantıkla, metal yüzeylerde yatan cesetlerde (örn, morg masası) termal iletim fazla olacağı için soğuma hızlanır. Cesetler giysili ise ya da yağ kitleleri yüksekse soğuma süresi uzar. Bunun en önemli sebebi, sayılan durumların konduksiyon ve konveksiyonu azaltmasıdır. Yağ dokusu giysilerde olduğu gibi izolasyon etkisi yapmasının yanı sıra vücudun merkezi ile çevre arasındaki mesafeyi de arttıracaktır. Yağ kitlesinin etkisini sadece kilo fazlalığı olarak düşünmemek gerekir. Ağırlıkları eşit olan iki cesetten kadın olanın erkek olana göre daha geç soğuması beklenir. Bu beklentiyi yaratan, yağ doku oranının yüksekliğidir. Cesedin pozisyonu da soğuma hızını etkiler. Açık pozisyonda yatan cesetler, kıvrılmış pozisyondakilere göre daha çabuk soğurlar. Bu sonuca yol açan etmen, cesedin hava ile temas yüzeyinin artmasıdır (Shkrum & Ramsay, 2007).

Bozunma (Bozuşma, Dekompozisyon)

Ölümden sonra ceset belli bir hızda bozunmaya başlar. Bozunmaya bağlı değişiklikler ortalama sıcaklık koşullarında 36-48 saat içinde izlenebilir hale gelirler. Tsokos bozunmanın ilk delilinin korneal bulanıklık olduğunu öne sürmüştür. Bu, daha sonra bahsedeceğimiz otoliz sürecine bağlı bir değişimdir. Bu değişikliği bozunmanın erken bulgusu olarak kabul ettiğimizde 36-48 saatlik zaman dilimini daha geriye çekmiş oluruz ama bu, pratik açıdan ek bir katkı sağlamadığından klasik yaklaşım daha yaygın kullanım alanı bulmuştur. Buna göre, bozunmanın ilk belirtisi karın sağ alt bölümünde yeşil renk değişimidir.

Bu değişikliğin sebebi barsak boşluklarından yayılan mikrobiyal aktivitedir. Ölümle beraber savunma cevabı ortadan kalkan vücut gerek kendinde bulunan, gerekse dışarıdan gelen mikrobial ajanların istilasına uğrar. Bu aktivitenin vücutta yol açtığı hasar ve değişim sürecine çürüme (putrefaksiyon) adı verilir. Bağırsak, canlı kişide de yoğun bakteriyel nüfusa sahip olan bir bölge olduğu için çürümeye bağlı değişimlerin ilk görüleceği yer olacaktır. Nisbeten geniş bir bölge olan çekum bölgesi de bağırsağın karın sağ alt kadranındaki bir bölge olarak bu değişimleri ilk olarak karın sağ alt kadranda izleriz.

Mikrobiyal aktivite, dolayısıyla yeşil renk değişimi karın ve göğüs yüzeylerinde gittikçe yayılır. Damarlar içinde de yayılan bu aktivite, damara traselerini boyar ve ceset üzerinde *mermerleşme* ya da *çürüme haritaları* denilen çizgilenmeler oluşur. Aynı sebebe bağlı olarak, çürümeye bağlı yeşil renk değişiminin ölü lekelerinin yoğunlaştığı alanlarda daha belirgin olduğunu da izleriz. Bu yeşil rengin ortaya çıkışı, bakteriyel yıkımla ortaya çıkan hidrojen sülfidin, kanın hemolizi ile ortaya çıkan hemoglobinle girdiği reaksiyon sonunda sulfhemoglobin oluşturmasıdır.

Mikrobiyolojik faaliyetlerin sonunda yavaş yavaş gaz birikimi ortaya çıkmaktadır ve bu da cesedin şişmesine yol açacaktır. Çürümekte olan cesedin tipik kousunu, bu dönmde ortaya çıkan *kadaverin*, *putresin* gibi metabolik ürünler ve metan, hidrojen sülfid gibi gazlar verirler. Bu gazlarla birlikte, karın derisi gittikçe gerilir ve bağırsak, mide içindeki gaz birikimi ağız, burundan, anüsten çürüme sıvısı, köpük çıkışı gibi sonuçlara yol açar. Yüz şişmekte, renk değişimi ile beraber kişi tanınmaz hale gelmektedir.

Bu noktada bozunmanın altında yatan tek mekanizmanın çürüme olmadığını, en az bunun kadar etkili diğer bir fenomenin de *otoliz* olduğunuu hatırlatmak gerekir. Kendi kendine (auto-) parçalanma, yarılma (-lysis) anlamına gelen bu kelime, enerji kaynağı ortadan kalkan ve supravital periyoddan sonra yaşamsal aktiviteleri sona eren hücrelerin kendi lizozomal enzimleri ile parçalanması sürecini ifade eder. Otoliz sürecinin cesetteki morfolojik karşılığı, deri ve organ bütünlüğünün yavaş yavaş kaybolmasıdır. Deride sıvı dolu kese oluşumları (bül), soyulma; organlarda küçülme ve yumuşama görülür. Organlar zaman içinde ortadan kalkarlar. Otolizin organlarda yol açtığı bu yıkım, organın enzimatik içeriği ile paralellik gösterir. Pankreas, beyin, böbrek üstü bezi (surrenal/ adrenal bez) gibi organlar çok hızlı bir otoliz sürecine girerler. Örneğin beyin 48 saat içinde yumuşayıp, bir hafta içinde tamamen akıcı kıvama gelir. Bilakis uterus, prostat, kas gibi organ ve dokular ise daha geç kaybolurlar. İleri derecede bozunmuş cesetlerde bu organların kalıntılarını haftalar, aylar sonra dahi bulmak mümkün olabilir.

O halde çürüme (putrefaksiyon) ve otoliz, bozunma sürecini oluşturan iki temel komponenttir ve birlikte yürürler. Yukarıda saydığımız tüm değişimler birlikte görülür ve daha sonra ileri seviye değişikliklerle birlikte cesedin iskeletleşmesine kadar devam ederler. En sonunda geriye kalan, iskelettir. Bu aşamaya ulaştıktan sonra kemiğin ortadan kalkması daha uzun süre alır.

Bu değişikliklerin ortaya çıkış zamanı ortam ve ceset koşullarına, hatta ölüm sebebine göre değişkenlik gösterir. Ortalama hava sıcaklıkları için bozunmanın aşamaları şu şekilde sınıflandırılmıştır:

1. Yeni ceset evresi: henüz entomolojik bir aktivite yoktur. Bu dönemde ölü lekeleri, ölü soğuması ve katılığı gibi değişimleri rahatlıkla izleriz; 36-48 saat kadar sürer.
2. Erken bozunma evresi: deri soyulmaları ve/veya ciltte yeşil renklenme bu dönemin başladığına işaret eder. Saatler ilerledikçe ceset şişmeye başlar. Ağız, burundan çürüme sıvıları gelmeye, göğüs – karın gibi vücut boşlukları çürüme sıvısı ile dolmaya başlar. Çürüme sıvısı otoliz ve mikrobiyal aktivite sonunda ortaya çıkan kahverengi – kızıl renklı sıvıdır. Bu dönemde yoğun sıvı kaybı dudak, parmak uçları gibi bölgelerde parşömenleşme değişiklikleri belirginleşebilir. Bu evre genellikle postmortem 72 saat ile bir hafta arasında bir süre alır ve genellikle karın duvarının yırtılması ile biter.
3. İlerlemiş bozunma evresi: bu evre ortalama birinci ay sonuna kadar sürer. İç organlar kalıntı halindedir. Kadınlarda meme dokusu, erkekte penis de kaybolduğundan cinsiyeti ilk bakışta ayırt etmek zor olabilmektedir (Mann, Bass, & Meadows, 1990). Entomolojik aktivite çok belirgindir ve bu dönemde postmortem interval tayini için en güvenilir yöntemlerden biri de bu entolomolojik aktivitenin incelenmesi ile yapılır. Kemiklerin ortaya çıktığı ve derinin artık kaybolmaya yüz yuttuğu bu evrede, yine de tüm değişimlerin yaygınlığı vücut yüzeyinin yarısını geçmemiştir.
4. İskeletleşme evresi: yukarıdaki değişimler vücudun yarısını geçmiş, kemiklerin çoğu açığa çıkmıştır. Organ ve dokuları ayırmak zorlaşır, çamurumsu bir görünüm alırlar. Zamanla deri tamama yakın kaybolur. Geriye saadece kemikler kalmıştır.
5. İskeletin kaybı: Kemiklerde %60 kadar bulunan bir inorganik komponent vardır. Hidroksiapatit kristallerinden zengin olan bu inorganik yapı bozunmaya dirençli olduğu için kemiklerin tamamen ortadan kalkması zaman alır, hatta çok iyi korunup uzun yıllar varlıklarını sürdürülebilirler. Açık havada kalan iskeletler, gömülü olanlara göre daha kolay parçalanırlar.

Çürüme hızı pek çok iç ve dış faktörden etkilenir. Çürüme de bozunmanın önemli bir komponenti olduğu için bu faktörler şahit olduğumuz bozunma sürecini olduğu gibi etkiler. İç faktörlere örnek olarak, kişinin ölümüne yol açan süreçte enfektif bir hastalığı olmasını ya da yağ dokusunun fazlalığını örnek verebiliriz. Çürüme sürecinin sebebi bakteriyel aktivite olduğu için enfeksiyon, sepsis gibi bir durumu olan kişilerin bedenleri daha hızlı çürüme göstermektedirler. Kilo fazlalağında ise yağ dokusunun izolasyon etkisi ısı düşmesini geciktirdiğinden çürümeyi kısmen geciktirebilir (Zhou & Byard, 2011).

Hızla su kaybeden cesetlerde ya da bu su kaybının ölümden önce olduğu durumlarda çürüme gecikebilir. Bu yüzden yenidoğan bedenleri daha yavaş bozunurlar. Bunda henüz güçlü bir mikrobiyal floaranın bulunmamasının da etkisi vardır. Tam tersine, dokuların nemli olduğu durumlarda çürüme hızlanır. Bu yüzden konjestif kalp yetmezliği tablosu ile ölen kişilerde, vücuttaki yoğun ödem çürümeyi hızlandırır.

Soğuk ortam bozunmayı geciktirir zira, hem çürüme, hem otoliz zorlaşacaktır. Buna bağlı olarak, yüksek rakımlı coğrafyalarda alçak rakım ve ılıman yerleşimlere göre daha fazla geciken bir bozunma süreci beklenir (Galloway, Birkby, Jones, Henry, & Parks, 1989).

Gömülü olmak çürümeyi yavaşlatır. Açık havada kalan cesetler hem bakterilerin çürütücü etkisine, hem de daha yoğun böcek istilasına uğrayacaklardır. Dahası toprak altı, açık havaya göre çok daha serin ve daha oksijensiz bir ortam sağlar. Gömülme derinliği

dahi önemlidir.Ortalama 1 metre derinliğe gömülmenin, yüzeyel gömülenlere göre bozunma süresini yıllar bazında uzatabileceği bilinir (Janaway, Percival, & Wilson, 2009; Mann et al., 1990).

Suda bulunmak da açık havaya göre serin bir ortam sağlayacağından bozunmayı geciktirir. Serin ortam dışında azalan oksijen ve böcek aktivitesi de bu uzamanın sebepleri arasındadır. Kış aylarında ise çevreye göre nispeten yüksek olduğu için tam tersi bir durum ortaya çıkar ve bozunma hızlanabilir. Akıntılı sularda konveksiyon etkisi hızlı soğuma sağlayacağından durgun sulara göre daha geç bozunma olur. Yaz koşullarında açık havada bulunmaya göre, suda bulunmanın iki, gömülü olmanın sekiz kat yavaşlatıcı etkisinden bahseden klasik bir adli tıp kuramı bulunmaktadır (Niederegger, Schermer, Höfig, & Mall, 2015).

Cesedin giysili ya da kefen gibi bir bezle sarılı olması iki yönlü etki yapabilir. Geciken böcek aktivitesi ve su kaybının yavaşlaması sebebiyle bozunma gecikebileceği gibi, sıcaklığın korunması nedeniye kolaylaşabileceği de öne sürülebilir (Campobasso, Di Vella, & Introna, 2001; Voss, Cook, & Dadour, 2011). Giysilerin etkisini olgunun bulunduğu diğer koşullarla birlikte değerlendirmek gerekir.

Bozunmaya bağlı tüm bu değişimlerden kabaca bir ölüm zanaı tayini yapılabilir. Bozunmanın aşamalarının anlatıldığı bölümde bu zaman dilimlerinden debahsedilmişti. Verilen zaman dilimlerinin geniş ve hata paylarının yüksek oluşu daha spesifik sonuç veren metodların araştırılmasına sebep oldu. Bunların en bilinenlerinden biri, Toplam Gün Derece (TGD) yaklaşımıdır (Birgücü & Karsavuran, 2009). TGD, gün sayısı ile ortalama sıcaklığın çarpımıdır. Ortalama sıcaklık gün içindeki en yüksek ve en düşük sıcaklıkların ortalaması olarak hesaplanır. Bir örnekle açıklarsak, bölgede günlük ortalama sıcaklık 15 derece ise 6 tam günün sonunda 90 TGD'lik bir bozunma süreci gerçekleşmiş olduğu hesaplanır.TGD yaklaşımına göre, belli TGD ler belli entomolojik ya da antropolojik aşamalara karşılık gelir.

Gerçekten de, bu yaklaşımın kullanılabileceği iki disiplin adli entomoloji ve adli antropolojidir. Birincisinde cesetlerin üzerindki böcek yaşamının evreleri, ikincide ise bedenin iskeletleşmesinin (bozunmasının) evreleri ile toplam gün dereceler karşılaştırılır (Birgücü & Karsavuran, 2009; Megyesi, Nawrocki, & Haskell, 2005; Myburgh, L'Abbé, Steyn, & Becker, 2013). Tersten bir okuma yapacak olursak cesette saptadığınız bozunma evresi (ya da böceğin yaşam evresi) hangi TGD'ye karşılık geliyorsa o bölgede ve o koşuldaki ortalama sıcaklık hesaba katıldığında posttmortem interval hesabı yapılır. Burada "koşul" tabiri ile kast edilen, cesedin kapalı ortamda, toprak altında, suda bulunması gibi durumların tekisinin hesaba katılmasıdır.

TGD dışındda diğer bir yaklaşım da formül yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda da TGD kavramı kullanılmakta, ancak TGD'nin karşılaştırıldığı bozunma evrelemesi bozunma aşamalarının karşılık geldiği belli yüzde değerlerin ile karşılaştırılmaktadır. İlgili formül kullanılırken, ortalama nem değerleri de hesaba katılmakta, ayrıca toprak altı ve üstünde bulunan cesetler için de ayrı formüller kullanılmaktadır (Dabbs, Connor, & Bytheway, 2016; Vass, 2011). Örneğin toprak üstündeki cesetler için kullanılan formül şu şekildedir:

PMI = (1285 x B / 0,0103 x S x N)

Formüle dikkat edildiğinde bozunma yüzdesi (B), bozunma sabiti (0,0103), ortalama sıcaklık (S) ve nem (N) faktörlerinin hesaba katıldığı görülür. Toprak altı formülünde ise bozunma yüzdesinin yerini sabunlaşma yüzdesi almakta, nem için de toprağın nemi hesaba katılmaktadır.

Bozunmanın Özel Biçimleri

Çürümeye bağlı değişimler, belli ortam koşullarında tamamen farklı biçimlerde tezahür edebilir. Pek çok zaman cesedin belli fiziksel özelliklerinin korunması sonucuna da yol açan bu değişik biçimler aşağıda özetlenmiştir:

Küflenme

Kuru ve nemli küflenme olarak iki çeşidi vardır. Ceset yüzeyinde görülen mantar aktivitesidir. Birincisi ılık, kuru, ikincisi nemli, serin ortamlarda meydana gelir. Cesetin deri tabakasının yüzeyi içinde üreyen mantar sporları, ceset yüzeyinde sarı – kahverengiden kırmızıya dönen renk değişimlerine sebep olabilirler (Cockle, 2013).

Tundra cesetleri

Bataklık tundralarının derinlerinde, özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde bulunmuş cesetlerdir. Oksijensiz ve bakteri üreyişi açısından elverişsiz bir ortamda kalmış olan bu cesetler, fiziki özelliklerini önemli ölçüde korurlar (Rogers, 2010). Bir anlamda bir mumyalaşma biçimi de sayılabilir.

Mumyalaşma

Özel bozunma biçimleri arasında en bilinenlerden biridir. Ilık ve kuru ortamda, haftalar, aylar süren bir süreçtir. Kuru, nemli ortam sağlandığı sürece soğuk hava koşullarında da izlenebilir. Rüzgar, klima, vs gibi hava akımının bulunması mumyalaşmayı kolaylaştırır. Deri yaygın olarak kuru, kahve, siyah renkli, buruşuk bir görünüm almış ve önemli ölçüde korunmuştur. Beyin dahil pek çok iç organın kısmen korunduğu da görülebilir. Dövme gibi bazı kimlik özelliklerini tanımak mümkün olabilir (Jit, Sehgal, & Sahni, 2001).

Sabunlaşma (Saponifikasyon, Adiposer)

Vücudun yağlı bölgelerinde yağ asidlerinin hidrolize olması ile gerçekleşir. Korunmuş halde, beyaz, sabunu andıran görünümde yağ dokuları izlenir ve vücudun bu bölgeleri uzun yıllar varlıklarını koruyabilirler. Serin ve nemli ortamda meydana gelen bir değişimdir. Saatler içinde oluşmaya başlasa da, tamamlanması aylar sürebilir (Cotton, Aufderheide, & Goldschmidt, 1987; Yan, McNally, Kontanis, & Sadik, 2001). Hemen akla gelebileceği gibi, yağ dokusu fazla ve/veya suda kalan cesetlerde görülme ihtimali daha yüksektir. Killi toprak, toplu mezar gibi ortam koşulları da sabunlaşmayı kolaylaştırır (Fiedler & Graw, 2003).

Fetusa Ait Değişiklikler ve Maserasyon (Salamuralaşma)

Oksijensiz, bakterisiz özel bir ortam olan rahim içinde ölen bebeklerin doğmadan ortamda kalmaya devam etmeleri durumunda gözlenen değişimler farklıdır. Bunun en önemli örneği maserasyondur. Bunun dışında, karın içine düşmüş embriyoların (ektopik gebelik) dejenere ve kalsifiye oldukları taş fetus *"lithopedion"* denilen bir durum da mevcuttur. Bu taşlaşma, kimi zaman eşlik eden plasenta dokusunu da içerebilir (Chase, 1968; Lachman,

Satyapal, Kalideen, & Moodley, 2001) .

Maserasyon, rahim içinde ölen bebeklere özgü bir değişimdir. Bebeğin yaklaşık ölüm zamanını tayin edebilmemizi sağlar. Bu bebekler doğurtulduklarında eklem mobiliteleri ileri derecede artmış, cilt yüzeyleri soyulmuş, kırmızı ve şiş bir görünümdedirler.

Değişimin sebebi bebeğin sadece otolizle bozunmasıdır. Anne karnındaki ortam ve bebek steril olduğu için mikrobiyolojik aktivite bulunmaması, bebeğin vücudunu çürüme süreçlerinden korur. Öte yandan, annede sepsis, amnionit (gebelik zar iltihabı) bulunması durumlarında bakteriyel aktivite de bulunacağı için tabloya çürüme de eklenebilir.

Bebeğin rahim içinde uğradığı değişimler *Langley* tarafından evrelendirilmiş ve geçen postmortem zamanla ilişkilendirilmiştir. Buna göre en erken evre ilk 8 saate görülen kızarıklık iken, 48-72 saate kadar deri soyulmaları görülecektir. Vücut boşluklarında sıvı birikimi 72 saat ve sonrasına işaret eder (Langley, 1971).

Maseraasyon evrelemesi konusunda başka bir yaklaşım da *Genest ve Singer* yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda postmortem süre, derideki değişiklikler üzerinden derecelendirilmiştir. Araştırmacılar bu evrelemenin erken postmortem periyodda faydalı olduğunu, geç dönemde söylenebilecek tek değişimin mumyalaşma olduğunu ifade etmişlerdir. Yazarlara göre, mumyalaşmanın varlığı en az iki hafta geçtiğine işaret etmektedir (Genest & Singer, 1992). Araştırmacıların bir takım histolojik değişiklikler üzerinden tarihleme yaptıkları çalışmaları da vardır (Genest, 1992; Genest, Williams, & Greene, 1992).

Moleküler Yöntemler

Görüldüğü gibi, ölü katılığından bozunmaya kadar saydığımız değişiklikler postmortem interval ile ilişkilendirilebilmektedir. Ne yazzık ki, bu ilişki üzerine kurulan yöntemlerin bir çoğu gözleme dayalı subjektif temellere sahiptir. Bu yüzden, ölüm zamanı tayininde daha ölçülebilir metodlar bulma konusunda araştırmalar sürmektedir. Bahsedilen araştırmalar içinde biyokimyasal ölçüm temelli olanlar olduğu gibi, genetik tanı yöntemlerine dayalı olanlar da bulunmaktadır.

Bunlar içinde vitröz (göz içi) sıvıda potasyum ve hipoksantin tayini en iyi bilinenlerden ikisidir. Bu metodları rutin olarak kullanımı önerenler de mevcuttur. Bunlar içinde potasyum daha çok ölçülen bir elementtir. Kanın ölümden sonra hızlı bozunması bu tür ölçümlerin daha az bozunan göz içi sıvısında yapılmasını teşvik eder. Potasyumun göz içi sıvısında artışı kararlı ve sabit bir seyir gösterdiği ve bu hızın saatte 0,14-0,19 mmol/L olduğu ileri sürülmüştür (Belsey & Flanagan, 2016; Ding et al., 2017).

Her iki gözde de aynı seviyede potasyum olması beklenir ama otopside her iki sıvı birlikte alınırlar. Göz içi sıvısı örnekleri enjektörle alınır. Bozunma ilerlemişse bu sıvının şeffaf olmadığı, bulandığı görülür. Ölüm zamanı tayini için önerilen en bilindik *Sturner formülü*dür ve şu şekildedir (Sturner & Gantner G. E., 1964):

K = (0.14 x PMI) + 5.6 ± 9,5 saat

Formül ölüm zamanını (PMI) saat cinsinden verir ve 104 saate kadar zaman belirtilebildiği ileri sürülmektedir. Sonraki yıllarda yeni formül önerileri de getirilmiştir (Coe, 1969; Ding et al., 2017; B. Madea, Henssge, Hönig, & Gerbracht, 1989; Muñoz et al., 2001). Yaş, ısı, endokrin hastalık gibi durumların ölçüm güvenirliliğini bozacağı endişesiyle farklı yaklaşımlar geliştirenler de olmuş, buna örnek olarak *Zilg ve arkadaşları* ise yaş ve ısı düzeltmeli bir formül önermişlerdir (Burkhard Madea & Lachenmeier, 2005; Zilg, Bernard, Alkass, Berg, & Druid, 2015).

Vitröz sıvıda hipoksantin tayini de benzer bir yöntemdir. *Ragnum* göz içi hipoksantin seviyelerinin 120 saate kadar lineer olarak artacağını ve potasyum değerleri ile korelasyon göstereceğini bildirmiştir (Rognum, Hauge, Øyasaeter, & Saugstad, 1991). Formül, farklı ortam sıcaklıklarına göre yapılandırılmıştır. Öte yandan, Adenozin Monofosfat (AMP) molekülünün yıkım ürünü olan hipoksantinin antemortem hipokside de artacağı bilindiğinden değerlendirmenin güvenirliği düşer.

Moleküler çalışmaların odaklandığı diğer bir başlık proteom ve metabolom başlığıdır. Proteom, genom tarafından üretilen protein profilini, metabolom ise biyolojik ortamda saptanan temel metabolit profilini ifade eden terimlerdir.

Postmortem interval ile ilgili proteom çalışmalarının önemli bir kısmı kaslar üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmalarda tropomyozin, desmin, titin, SERCA 2 gibi temel kas bileşenlerinin zamana bağlı değişimleri ve bu değişimlerin oda ya da buzdolabı sıcaklıklarında nasıl etkileneceği gösterilmiştir (Foditsch, Saenger, & Monticelli, 2016; Pittner et al., 2016; Zissler, Ehrenfellner, Foditsch, Monticelli, & Pittner, 2018). *Procopio ve ark,* gömülü cesetler üzerinde yaptıkları çalışmada, postmortem birinci ayın sonunda proteom profilinin anlamlı bir şekilde analiz edilebildiğini öne sürmüşlerdir (Procopio, Williams, Chamberlain, & Buckley, 2018). Proteomik çalışmalar sadece kas ve kemiklerle sınırlı kalmamış, kalp, karaciğer, beyin, akciğer, böbrek ve pankreas dokularında da araştırmalar gerçekleştirilmiştir (Kwak et al., 2017)(Sinha et al., 2012). Stabilitesi sorunlu da olsa, tükürük içinde glikoproteinlerin bakıldığı bir çalışma 14 N-glycan türevinin PMI ile anlamlı bir ilişki gösterdiğini savunmuştur (Kim et al., 2018).

Daha önce bahsedilen vitröz sıvıda hipoksantin tayini metabolom çalışmalarına güzel bir örnektir ve rağbet gören başlıklardan biridir. Meabolomik çalışmaların önemli bir kısmı amino asitler ve yağ asitleri üzerinde yoğunlaşmıştır; bunun dışında oligopeptid, şeker gibi molekül yapıları da çalışılır (Clarke & Haselden, 2008; Wu et al., 2018). Aminoasidlerin postmortem süre ile birlikte artışının protein degradasyonunun önemli bir göstergesi olduğu vurgulanmıştır (Pesko, 2017). Yine bir başka çalışmada, ATP metabolitleri ile PMI ilişkisine bakılmıştır (Zhu et al., 2021). Farklı çalışmaların, çok farklı maddeler üzerinde odaklandığı bu alanda, hipoksantin analizi dışında henüz üzerinde konsensus sağlanarak kullanıma girmiş bir metod yoktur. Öte yandan bu makalelerden bazılarında postmortem intervalle ilişki kurulan formüller önerilmiştir (Kaszynski et al., 2016; Li et al., 2017).

DNA ve RNA üzerine yapılan moleküler genetik araştırmalar da vardır. Bu araştırmalardan DNA ve mRNA üzerine olanlar degradasyon derecesine bakarken, mikroRNA (miRNA) üzerine olanlar ekspresyon profiline bakarlar. Bu moleküler yapıların çevre koşullarına bağlı olarak degradasyon riski yüksektir. Bununla birlikte küçük molekül fraksiyonlarını uzun süre sonra dahi saptamak mümkün olmaktadır. Dahası, diş pulpasından elde edilen DNA ile

18 aya kadar inceleme yapılabileceği gösterilmiştir, öte yandasn bu şekilde elde edilen DNA ile ölüm zamanı arasında korelasyon bulunmamıştır (S. A. Johnson, Morgan, & Finch, 1986).

DNA degradasyonuna bakan çalışmaların bi rkısmında lökosit, karaciğer, beyin, böbrek doku ve hücrelerinden elde edilen DNA ile postmortem zaman arasında korelasyon bulunmuştur (L. A. Johnson & Ferris, 2002; Xiong, Guo, & Zhang, 2010). *Itani ve ark*., ise farklı sıcaklık seviyelerinde kalan cesetlerde farklı dokuların kullanılabileceğini bildirmiş, +4 derece için karaciğer, oda sıcaklığı için beyin dokularının kullanımın önermişlerdir (Itani, Yamamoto, Doi, & Miyaishi, 2011).

RNA çalışmalarında ilk ve sık kullanılan yaklaşım housekeeping gen RNA'larına bakmaktır. Özellikle *β-actin*, *Glukoz 6 fosfat dehidrogenaz* gibi klasik referans gen RNA'ları üzerine yapılan pek çok çalışma vardır (Deng et al., 2013; Lv et al., 2016, 2014; Sampaio-Silva, Magalhães, Carvalho, Dinis-Oliveira, & Silvestre, 2013). Daha sonra bu RNA çeşitliliği giderek arttırılmış, geniş bir genom çalışmasında 187 farklı molekülün kullanılabilir olduğu öne sürülmüştür (Ferreira et al., 2018).

mRNA üzerine yönelen transkriptom çalışmalarının yanında, diğer RNA türlerinin varlığına bakılan güncel araştırmalar da bulunmaktadır. Bunlardan birinde kemikte *let-7e* and *miR-16* miRNA seviyelerinin ölüm zamanı ile ters yönde ilişkili olduğu ve PMI hesaplamasında kullanılabileceği öne sürülmektedir (Na, 2020). Yine bir başka çalışmada, ribozomların alt ünitelerini kodlayan genlerin postmortem interval ile korelasyonu gösterilmiştir (Iwamoto, Bundo, Ueda, & Kato, 2006).

Tüm bu çalışmalarda RNA'nın ekspresyonunu sürdürüp sürdürmediği üzerinden bir değerlendirme yapıldığı görülmektedir. Oysa ki, supravital periyodda apoptotik hücre ölümü olabileceği, buna bağlı olarak apoptozla ilgili RNA ekspresyonlarında artış olabileceğini düşünen bir yaklaşım farklı bir bakış açısı getirmiştir (Ferreira et al., 2018; Javan, Can, Finley, & Soni, 2015). Nitekim, apoptotik süreçle ilişkiili Phosphatase And Tensin Homolog (PTEN), Fas Ligand (FasL) ve Caspase-3 mRNA ekspresyonlarının PMI ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Zapico, Menéndez, & Núñez, 2014) (Saber & Ali, 2016). Bu yaklaşıma sahip yazarlar degradasyonun pek çok faktörden etkilenebileceğini, ölüm sonrası aktivitesi artan molekülleri tespit etmenin daha güvenilir olduğunu ileri sürmüşlerdir (Hunter, Pozhitkov, & Noble, 2017).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Anders, S., Kunz, M., Gehl, A., Sehner, S., Raupach, T., & Beck-Bornholdt, H. P. (2013). Estimation of the time since death-reconsidering the re-establishment of rigor mortis. *International Journal of Legal Medicine, 127*(1), 127-130. [Crossref]

Belsey, S. L., & Flanagan, R. J. (2016). Postmortem biochemistry: Current applications. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, *41*, 49-57. [Crossref]

Birgücü, A., & Karsavuran, Y. (2009). Gün derece modellemeleri ve bitki korumada kullanım olanakları. *Anadolu J AARI, 19*(2), 98-117.

Campobasso, C. Pietro, Di Vella, G., & Introna, F. (2001). Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International, 120*(1-2), 18-27. [Crossref]

Chase, L. A. (1968). Lithopedion. *Can Med Assoc J, 99*(5), 226-230. Retrieved from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5671128

Citerio, G., Crippa, I. A., Bronco, A., Vargiolu, A., & Smith, M. (2014). Variability in Brain Death Determination in Europe: Looking for a Solution. *Neurocritical Care, 21*(3), 376-382. [Crossref]

Clarke, C. J., & Haselden, J. N. (2008). Metabolic Profiling as a Tool for Understanding Mechanisms of Toxicity. *Toxicologic Pathology, 36*(1), 140-147. [Crossref]

Cockle, D. L. (2013). Human Decomposition and the Factors That Affect It: *A Retrospective Study of Death Scenes in Canada*. Simon Fraser University.

Coe, J. I. (1969). Postmortem chemistries on human vitreous humor. *American Journal of Clinical Pathology, 51*(6), 741-750. [Crossref]

Cotton, G. E., Aufderheide, A. C., & Goldschmidt, V. G. (1987). Preservation of Human Tissue Immersed for Five Years in Fresh Water of Known Temperature. *Journal of Forensic Sciences*, *32*(4), 12427J. [Crossref]

Dabbs, G. R., Connor, M., & Bytheway, J. A. (2016). Interobserver Reliability of the Total Body Score System for Quantifying Human Decomposition. *Journal of Forensic Sciences*, *61*(2), 445-451. [Crossref]

Deng, W., Lv, M., Wang, L., Bai, P., Liang, W., & Zhang, L. (2013). MRNA degradation pattern analysis in post-mortem normalized using the DNA. Forensic Science International: *Genetics Supplement Series, 4*(1), e266-e267. [Crossref]

Dettmeyer, R. B. (2018). Thrombosis and Embolism. *In Forensic Histopathology* (pp. 215-239). Cham: Springer International Publishing. [Crossref]

Ding, Y., Li, X., Guo, Y., Duan, W., Ling, J., Zha, L., ... Cai, J. (2017). Estimation of postmortem interval by vitreous potassium evaluation with a novel fluorescence aptasensor. *Scientific Reports, 7*(1), 1868. [Crossref]

Elmas, İ., & Ersoy, G. (2019). Ölüm ve Postmortem Değişimler. In H. Dokgöz (Ed.), *Adli Tıp ve Adli Bilimler* (pp. 106-167). Ankara: Akademisyen Yayınevi.

Ferreira, P. G., Muñoz-Aguirre, M., Reverter, F., Sá Godinho, C. P., Sousa, A., Amadoz, A., ... Guigó, R. (2018). The effects of death and post-mortem cold ischemia on human tissue transcriptomes. *Nature Communications, 9*(1), 490. [Crossref]

Fiedler, S., & Graw, M. (2003). Decomposition of buried corpses, with special reference to the formation of adipocere. *Naturwissenschaften, 90*(7), 291-300. [Crossref]

Foditsch, E. E., Saenger, A. M., & Monticelli, F. C. (2016). Skeletal muscle proteins: a new approach to delimitate the time since death. *International Journal of Legal Medicine, 130*(2), 433-440. [Crossref]

Galloway, A., Birkby, W. H., Jones, A. M., Henry, T. E., & Parks, B. O. (1989). Decay Rates of Human Remains in an Arid Environment. *Journal of Forensic Sciences*, *34*(3), 12680J. [Crossref]

Genelge. Sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün Organ Nakli Danışma Kurulu tarafından onaylanan Beyin Ölümü Kriterleri, 6 Ağustos 1990 tarih, 13350 sayılı Genelge. (1990).

Genest, D. R. (1992). Estimating the time of death in stillborn fetuses: II. histologic evaluation of the placenta; a study of 71 stillborns. *Obstetrics and Gynecology, 80*(4), 585-592. Retrieved from https://europepmc.org/article/med/1407877

Genest, D. R., & Singer, D. B. (1992). Estimating the time of death in stillborn fetuses: III. external fetal examination; a study of 86 stillborns. *Obstetrics and Gynecology, 80*(4), 593-600. Retrieved from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1383898

Genest, D. R., Williams, M. A., & Greene, M. F. (1992). Estimating the time of death in stillborn fetuses: I. histologic evaluation of fetal organs; an autopsy study of 150 stillborns. *Obstetrics and Gynecology, 80*(4), 575-584. Retrieved from https://europepmc.org/article/med/1383898

Henssge, C. (1988). Death time estimation in case work. I. The rectal temperature time of death nomogram. *Forensic Science International, 38*(3-4), 209-236. [Crossref]

Henssge, C. (2002). Temperature based methods II. In C. Henssge, B. Knight, T. Krompecher, Madea, B, & L. Nokes (Eds.), *The estimation of the time since death in the early post-mortem period*. (2nd ed., pp. 43-103). London: Edward Arnold.

Huff Lonergan, E., Zhang, W., & Lonergan, S. M. (2010). Biochemistry of postmortem muscle - Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Science, 86*(1), 184-195. [Crossref]

Hunter, M. C., Pozhitkov, A. E., & Noble, P. A. (2017). Accurate predictions of postmortem interval using linear regression analyses of gene meter expression data. *Forensic Science International, 275*, 90-101. [Crossref]

Itani, M., Yamamoto, Y., Doi, Y., & Miyaishi, S. (2011). Quantitative analysis of DNA degradation in the dead Body. *Acta Medica Okayama, 65*(5), 299-306. [Crossref]

Iwamoto, K., Bundo, M., Ueda, J., & Kato, T. (2006). Expression of ribosomal subunit genes increased coordinately with postmortem interval in human brain [3]. *Molecular Psychiatry, 11*(12), 1067-1069. [Crossref]

Janaway, R. C., Percival, S. L., & Wilson, A. S. (2009). Decomposition of human remains. In Microbiology and Aging: *Clinical Manifestations* (pp. 313-334). Humana Press. [Crossref]

Javan, G. T., Can, I., Finley, S. J., & Soni, S. (2015). The apoptotic thanatotranscriptome associated with the liver of cadavers. *Forensic Science, Medicine, and Pathology, 11*(4), 509-516. [Crossref]

Jit, I., Sehgal, S., & Sahni, D. (2001). An Indian mummy: A case report. *Forensic Science International, 117*(1-2), 57-63. [Crossref]

Johnson, L. A., & Ferris, J. A. J. (2002). Analysis of postmortem DNA degradation by single-cell gel electrophoresis. *Forensic Science International, 126*(1), 43-47. [Crossref]

Johnson, S. A., Morgan, D. G., & Finch, C. E. (1986). Extensive postmortem stability of RNA from rat and human brain. *Journal of Neuroscience Research, 16*(1), 267-280. [Crossref]

Kaszynski, R. H., Nishiumi, S., Azuma, T., Yoshida, M., Kondo, T., Takahashi, M., ... Ueno, Y. (2016). Postmortem interval estimation: A novel approach utilizing gas chromatography/mass spectrometry-based biochemical profiling. *Analytical and Bioanalytical Chemistry, 408*(12), 3103-3112. [Crossref]

Kim, B. J., Han, C., Moon, H., Kwon, J., Jang, I.-S., Lim, S.-K., ... Joo An, H. (2018). Monitoring of post-mortem changes of saliva N-glycosylation by nano LC/MS. *Analytical and Bioanalytical Chemistry, 410*(1), 45-56. [Crossref]

Kobayashi, M., Ikegaya, H., Takase, I., Hatanaka, K., Sakurada, K., & Iwase, H. (2001). Development of rigor mortis is not affected by muscle volume. *Forensic Science International, 117*(3), 213-219. [Crossref]

Koehler, K., Sehner, S., Riemer, M., Gehl, A., Raupach, T., & Anders, S. (2018). Post-mortem chemical excitability of the iris should not be used for forensic death time diagnosis. *International Journal of Legal Medicine, 132*(6), 1693-1697. [Crossref]

Kolusayın, Ö., & Koç, S. (1999). Ölüm. In Z. Soysal & C. Çakalır (Eds.), *Adli Tıp* (pp. 93-152). Istanbul: İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları.

Krompecher, T., Gilles, A., Brandt-Casadevall, C., & Mangin, P. (2008). Experimental evaluation of rigor mortis. IX. The influence of the breaking (mechanical solution) on the development of rigor mortis. *Forensic Science International, 176*(2-3), 157-162. [Crossref]

Kwak, J. H., Kim, H. K., Kim, K., Noh, B. R., Cheon, H. I., Yeo, M., ... Pyo, J. S. (2017). Proteomic Evaluation of Biomarkers to Determine the Postmortem Interval. *Analytical Letters, 50*(1), 207-218. [Crossref]

Lachman, N., Satyapal, K. S., Kalideen, J. M., & Moodley, T. R. (2001). Lithopedion: A case report. *Clinical Anatomy, 14*(1), 52-54. [Crossref]

Langley, F. A. (1971). The perinatal postmortem examination. *Journal of Clinical Pathology, 24*(2), 159-169. [Crossref]

Li, C., Li, Z., Tuo, Y., Ma, D., Shi, Y., Zhang, Q., ... Huang, P. (2017). MALDI-TOF MS as a Novel Tool for the Estimation of Postmortem Interval in Liver Tissue Samples. *Scientific Reports, 7*(1), 4887. [Crossref]

Lv, Y. H., Ma, J. L., Pan, H., Zhang, H., Li, W. C., Xue, A. M., ... Chen, L. (2016). RNA degradation as described by a mathematical model for postmortem interval determination. *Journal of Forensic and Legal Medicine, 44*, 43-52. [Crossref]

Lv, Y. H., Ma, K. J., Zhang, H., He, M., Zhang, P., Shen, Y. W., ... Chen, L. (2014). A time course study demonstrating mRNA, microRNA, 18S rRNA, and U6 snRNA changes to estimate PMI in deceased rat's spleen. *Journal of Forensic Sciences, 59*(5), 1286-1294. [Crossref]

Madea, B., Henssge, C., Hönig, W., & Gerbracht, A. (1989). References for determining the time of death by potassium in vitreous humor. *Forensic Science International, 40*(3), 231-243. [Crossref]

Madea, B, Krompecher, T., & Knight, B. (2002). Muscles and tissue changes after death. In C. Henssge, B. Knigh, T. Krompecher, B. Madea, & L. Nokes (Eds.), *The estimation of the time since death in the early postmortem period* (2nd ed., pp. 134-208). London: Edward Arnold.

Madea, Burkhard. (2016). Methods for determining time of death. *Forensic Science, Medicine, and Pathology, 12*(4), 451-485. [Crossref]

Madea, Burkhard, & Lachenmeier, D. W. (2005). Postmortem diagnosis of hypertonic dehydration. *Forensic Science International, 155*(1), 1-6. [Crossref]

Mann, R. W., Bass, W. M., & Meadows, L. (1990). Time Since Death and Decomposition of the Human Body: Variables and Observations in Case and Experimental Field Studies. *Journal of Forensic Sciences, 35*(1), [Crossref]

Marshall, T. K. (1969). The use of body temperature in estimating the time of death and its limitations. *Medicine, Science and the Law, 9*(3), 178-182. [Crossref]

Matis, G., Chrysou, O., Silva, D., & Birblis, T. (2012). Brain Death: History, Updated Guidelines And Unanswered Questions. *The Internet Journal of Neurosurgery, 8*. [Crossref]

Megyesi, M. S., Nawrocki, S. P., & Haskell, N. H. (2005). Using Accumulated Degree-Days to Estimate the Postmortem Interval from Decomposed Human Remains. *Journal of Forensic Sciences, 50*(3), 1-9. [Crossref]

Muñoz, J. I., Suárez-Peñaranda, J. M., Otero, X. L., Rodríguez-Calvo, M. S., Costas, E., Miguéns, X., & Concheiro, L. (2001). A New Perspective in the Estimation of Postmortem Interval (PMI) Based on Vitreous [K +] . *Journal of Forensic Sciences, 46*(2), 14950J. [Crossref]

Myburgh, J., L'Abbé, E. N., Steyn, M., & Becker, P. J. (2013). Estimating the postmortem interval (PMI) using accumulated degree-days (ADD) in a temperate region of South Africa. *Forensic Science International, 229*(1-3), 165.e1-165.e6. [Crossref]

Na, J. Y. (2020). Estimation of the post-mortem interval using microRNA in the bones. *Journal of Forensic and Legal Medicine, 75*, 102049. [Crossref]

Niederegger, S., Schermer, J., Höfig, J., & Mall, G. (2015). Case report: Time of death estimation of a buried body by modeling a decomposition matrix for a pig carcass. *Legal Medicine, 17*(1), 34-38. [Crossref]

Nokes, L. D. M., Flint, T., Jaafar, S., & Knight, B. H. (1992). The use of either the nose or outer ear as a means of determining the postmortem period of a human corpse. *Forensic Science International, 54*(2), 153-158. [Crossref]

Ozawa, M., Iwadate, K., Matsumoto, S., Asakura, K., Ochiai, E., & Maebashi, K. (2013). The effect of temperature on the mechanical aspects of rigor mortis in a liquid paraffin model. *Legal Medicine, 15*(6), 293-297. [Crossref]

Patel, F. (2003). Artefact in forensic medicine: Scrotal mummification. *Journal of Clinical Forensic Medicine, 10*(4), 263-266. [Crossref]

Pesko, B. K. (2017). Estimation of time since death using comparative proteomic and metabolomic approaches. University of Glasgow.

Pittner, S., Monticelli, F. C., Pfisterer, A., Zissler, A., Sänger, A. M., Stoiber, W., & Steinbacher, P. (2016). Postmortem degradation of skeletal

muscle proteins: a novel approach to determine the time since death. *International Journal of Legal Medicine, 130*(2), 421-431. [Crossref]

Procopio, N., Williams, A., Chamberlain, A. T., & Buckley, M. (2018). Forensic proteomics for the evaluation of the post-mortem decay in bones. *Journal of Proteomics, 177*, 21-30. [Crossref]

Rogers, C. (2010). Dating Death: Forensic taphonomy and the post-mortem interval. University of Wolverhampton.

Rognum, T. O., Hauge, S., Øyasaeter, S., & Saugstad, O. D. (1991). A new biochemical method for estimation of postmortem time. *Forensic Science International, 51*(1), 139-146. [Crossref]

Saber, T. M., & Ali, H. A. (2016). Expression of cell death genes estimates time since death in rats. *Rom J Leg Med, 24*,(3) 164-167. [Crossref]

Sampaio-Silva, F., Magalhães, T., Carvalho, F., Dinis-Oliveira, R. J., & Silvestre, R. (2013). Profiling of RNA Degradation for Estimation of Post Morterm Interval. *PLoS ONE, 8*(2), e56507. [Crossref]

Shkrum, M. J., & Ramsay, D. A. (2007). Postmortem changes: the "great pretenders." In M. J. Shkrum & D. A. Ramsay (Eds.), *Forensic pathology of trauma: common problems for the pathologist* (pp. 23-64). New Jersey: Humana Press. [Crossref]

Sinha, M., Lalwani, S., Mir, R., Sharma, S., Dogra, T., & Singh, T. (2012). A Preliminary Molecular Study on Protein Profile of Vital Organs: A New Direction for Post Mortem Interval Determination. *J Indian Acad Forensic Med, 34*(4), 292-298.

Sturner, W. Q., & Gantner G. E. (1964). the Postmortem Interval. a Study of Potassium in the Vitreous Humor. *American Journal of Clinical Pathology, 42*,(2) 137-144. [Crossref]

Swift, B. (2006). The timing of death. In G. Rutty (Ed.), *Essentials of Autopsy Practice* (pp. 189-214). London: Springer. [Crossref]

Trokielewicz, M., Czajka, A., & Maciejewicz, P. (2016). Post-mortem human iris recognition. In 2016 *International Conference on Biometrics* (ICB). IEEE. [Crossref]

Tsokos, M. (2007). Postmortem Changes and Artifacts Occurring During the Early Postmortem Interval. *In Forensic Pathology Reviews* (pp. 183-238). Humana Press. [Crossref]

Varetto, L., & Curto, O. (2005). Long persistence of rigor mortis at constant low temperature. *Forensic Science International, 147*(1), 31-34. [Crossref]

Vass, A. A. (2011). The elusive universal post-mortem interval formula. *Forensic Science International, 204*(1-3), 34-40. [Crossref]

Verkhratsky, A., & Parpura, V. (2014). History of electrophysiology and the patch clamp. *Methods in Molecular Biology, 1183*, 1-19. [Crossref]

Voss, S. C., Cook, D. F., & Dadour, I. R. (2011). Decomposition and insect succession of clothed and unclothed carcasses in Western Australia. *Forensic Science International, 211*(1-3), 67-75. [Crossref]

Wu, Z., Lu, X., Chen, F., Dai, X., Ye, Y., Yan, Y., & Liao, L. (2018). Estimation of early postmortem interval in rats by GC-MS-based metabolomics. *Legal Medicine, 31*, 42-48. [Crossref]

Xiong, P., Guo, P., & Zhang, J. (2010). Raman micro spectroscopic analysis of relationship between DNA degradation in tissue cells and postmortem interval. *Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi/Spectroscopy and Spectral Analysis, 30*(6), 1511-1515. [Crossref]

Yan, F., McNally, R., Kontanis, E. J., & Sadik, O. A. (2001). Preliminary Quantitative Investigation of Postmortem Adipocere Formation. *Journal of Forensic Sciences, 46*(3), 15012J. [Crossref]

Yönetmelik. Beyin Ölümü Kriterleri, Sağlık Bakanlığı Organ Nakli Merkezleri Yönetmeliği (EK-1) (1993). Turkey: Resmi Gazete.

Yönetmelik. Beyin Ölümü Kriterleri, Sağlık Bakanlığı Organ ve Doku Nakli Hizmetleri Yönetmeliği (EK-1) (2000).

Yönetmelik. Beyin Ölümü Tanısı, Sağlık Bakanlığı'nın Organ ve Doku Nakli Hizmetleri Yönetmeliği (EK-1) (2012).

Zapico, S. C., Menéndez, S. T., & Núñez, P. (2014). Cell death proteins as markers of early postmortem interval. *Cellular and Molecular Life Sciences, 71*(15), 2957-2962. [Crossref]

Zhou, C., & Byard, R. W. (2011). Factors and processes causing accelerated decomposition in human cadavers - An overview. *Journal of Forensic and Legal Medicine, 18*(1), 6-9. [Crossref]

Zhu, W., Zhai, X., Zheng, Z., Sun, K., Yang, M., & Mo, Y. (2021). New contributions to the relationship between sequential changes of ATP-related metabolites and post-mortem interval in rats. *Legal Medicine, 48*, 101809. [Crossref]

Zilg, B., Bernard, S., Alkass, K., Berg, S., & Druid, H. (2015). A new model for the estimation of time of death from vitreous potassium levels corrected for age and temperature. *Forensic Science International, 254*, 158-166. [Crossref]

Zissler, A., Ehrenfellner, B., Foditsch, E. E., Monticelli, F. C., & Pittner, S. (2018). Does altered protein metabolism interfere with postmortem degradation analysis for PMI estimation? *International Journal of Legal Medicine, 132*(5), 1349-1356. [Crossref]

BÖLÜM 3
KAN LEKESİ MODEL ANALİZİ

Murat Nihat ARSLAN

DOI: 10.5152/0603

Kan Lekesi Model Analizi

Bloodstain Pattern Analysis

BÖLÜM HAKKINDA

Olay yerlerinde kan lekelerinin analizi yoluyla suçun nasıl gerçekleştiğine dair ipuçları sağlayan Kan Lekesi Model Analizi (KLMA), 19. yüzyılın sonlarından itibaren gelişen ve zaman içinde adli bilimlerdeki uygulamalarla önem kazanan bir yöntemdir.
KLMA, kan lekelerinin oluşum şekillerini yorumlayarak, kanın hangi hız ve açıyla yüzeye çarptığını belirleyip, olayın nasıl meydana geldiğini ortaya koymayı amaçlar. Kan lekeleri, düşük, orta ve yüksek hızda olmak üzere sınıflandırılarak, şiddetli bir darbe veya çeşitli silahların neden olduğu kan sıçramaları analiz edilir. Bu sınıflamalar, suçun niteliğini ve kullanılan kuvveti anlamada kritik rol oynar.
KLMA'nın tarihçesi, Dr. Edward Piotrowski'nin 1895 yılında yaptığı çalışmalarla başlar ve Dr. Victor Balthazard, Herbert MacDonell gibi isimlerle devam eder. Bu öncüler, kan lekesi modellerini sistemli bir şekilde analiz etme yöntemleri geliştirmişlerdir.
Günümüzde KLMA, Uluslararası Kan Lekesi Model Analistleri Topluluğu (IABPA) gibi kuruluşlar tarafından standartlaştırılmış ve sertifikasyon süreçleriyle desteklenmiştir. Bu süreçler, analistlerin en güncel teknikleri kullanarak kanıtları doğru bir şekilde toplamalarını, korumalarını ve yorumlamalarını sağlar.
Türkiye'de de KLMA, adli bilimlerdeki yerini sağlamlaştırmış, ulusal adli protokollere entegre edilmiştir. Makale, kan delillerinin hukuki süreçlerdeki bütünlüğünü ve güvenilirliğini korumak için gerekli olan titiz belgelendirme ve standartlara uygun hareket etme gerekliliğine vurgu yapar. Sonuç olarak, KLMA'nın bilimsel metodolojilerin hukuk sistemlerine entegrasyonunu temsil ederek, şiddet suçlarını anlama ve adaletin sağlanmasına katkıda bulunma kapasitesi artmıştır.

Anahtar kelimeler: Kan lekesi, olay yeri, model tanıma, IABPA.

ABOUT the CHAPTER

Bloodstain Pattern Analysis (BPA) is a crucial forensic technique that interprets patterns of blood at crime scenes to deduce the events that led to their formation. Originating from studies dating back to the late 19th century, BPA has evolved significantly, driven by both theoretical advancements and practical applications in crime scene investigations.
BPA operates under the principle of pattern recognition, identifying the force and angle at which blood has impacted a surface to reconstruct the actions during a crime. This involves categorizing stains into low, medium, or high velocity impacts based on the physical characteristics and distribution of the bloodstains. Such classifications help in determining the type of violent action, such as the force of impact and the nature of the weapon used.
The historical context of BPA is enriched by foundational studies like those by Dr. Edward Piotrowski in 1895 and further advanced by figures like Dr. Victor Balthazard and Herbert MacDonell. These pioneers established the groundwork for BPA by linking bloodstain patterns to specific types of trauma and introducing methodologies for systematic analysis.
In modern forensic science, BPA has become standardized, with formal training and certification processes overseen by organizations such as the International Association of Bloodstain Pattern Analysts (IABPA). This ensures that analysts are proficient in the latest techniques and adherent to best practices in collecting, preserving, and interpreting blood evidence.
Significant contributions have also been made by Turkish forensic scientists, who have integrated BPA into national forensic protocols, reflecting a global recognition of the discipline's importance. The article highlights the need for rigorous documentation and adherence to legal standards to uphold the integrity of bloodstain pattern evidence in judicial processes.
Overall, the advancement of BPA exemplifies the integration of scientific methods into legal systems, providing a more objective and reliable basis for understanding violent crimes and aiding in the pursuit of justice.

Keywords: Bloodstain, crime scene, pattern, recognition, IABPA.

Giriş

Kan lekesi model analizi (KLMA) adli bilimlerde kan açığa çıkan olaylarda kan dökme eyleminin nasıl meydana geldiğinin yorumlanmasında; şüpheli, sanık ve mağdur ifadelerinin doğrulanması ya da dışlanmasında; olay yerinde ya da olay yerinden elde edilen deliller üzerinde moleküler genetik incelemeler için örnek alınırken örnek seçiminde incelemecilere faydalı bilgiler sunabilecek bir disiplindir. Aslen bir olay yeri uygulaması olarak görülse

Murat Nihat Arslan

Adli Tıp Kurumu, Küçükçekmece Adli Tıp Şube Müdürlüğü, İstanbul, Türkiye
E-posta: mnarslan@yahoo.com

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Arslan, M.N. (2024). Kan lekesi model analizi. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde. (s. 28-35). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

de iyi ve yeterli düzeyde belgelendirilmiş olay yerlerine ait dosyalar üzerinden de yorumlama yapılabilmektedir. Bu şekilde hem olay yeri hem de laboratuvar disiplini olarak uygulanabilmektedir.

Kan lekesi model analizi klasik tanımlamayla bir yüzey üzerinde bulunan ve bir model oluşturmuş kan lekelerinin şekillerinin, dağılımlarının ve birlikte oluşturdukları şeklin incelenmesiyle kanın nasıl açığa çıktığını yorumlamayı sağlar. Kanın nasıl açığa çıktığını yorumlarken travmayı uygulayan kuvvetin şiddeti, özellikleri ve yönü, kuvvet uygulayan cismin özellikleri, darbe sayısı, olay yerindeki kişilerin veya nesnelerin birbirlerine göre pozisyonları ve olaylar zinciri ile ilgili bilgiler verebilir. Tüm bu bilgiler ile de tanık, sanık ya da mağdurun ifadelerinde anlattıkları olay örüntüsünün doğruluğu ya da olabilirliği tartışılabilir.

Tarihsel Gelişim

Adli bilimlerin tarihi incelendiğinde 19. yüzyılın sonlarına doğru KLMA ile ilgili çalışmalara rastlamak mümkündür. 1895 yılında Polonya'da Krakow Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsünden Dr. Edward Piotrowski'nin yazmış olduğu "*Künt travmalara bağlı kafa yaralanmalarında oluşan kan lekelerinin kaynağının, şekillerinin, doğrultularının ve dağılımının değerlendirilmesi*" adlı eseri bu alandaki ilklerdendir. Piotrowski bu eseriyle birlikte kendinden sonra yapılan pek çok çalışmaya öncülük etmiştir. Adli bilimlerin pek çok alanında karşımıza çıkan isimlerden birisi olan Dr. Victor Balthazard da bu disipline katkıda bulunan bilim insanlarındandır. 1939 yılında 22. Adli Tıp Kongresi'nde sunmuş olduğu çalışmasında yakın tarihin olay yeri uygulamalarından günümüzün bilgisayar destekli uygulamalarına kadar pek çok kan lekesi hesaplamasının temelini oluşturan "*kan damlasının yüzeye çarpma açısı*" ile ilgili yorumlar yapmıştır. Tarihsel gelişimdeki bir diğer kilometre taşı da mahkeme tarafından talep edilen KLMA raporudur. Eşini darp ederek öldürmekle suçlanan Dr. Sheppard'ın davasında mahkeme kan lekesi delillerinin yorumlanması ile ilgili rapor istemiş ve bu ilk KLMA raporu 1955 yılında Berkeley California Üniversitesinde Dr. Paul Leland Kirk tarafından düzenlenmiştir. Bu raporla birlikte KLMA, mahkemeler tarafından tanınan bir "*adli bilimler disiplini*" olarak kabul edilmiştir (Bevel & Gardner, 2008; James et al., 2005).

Kan lekesi model analizi disiplininin tarihçesinde önemli bir yere sahip olan Herbert Leon MacDonnel disipline 1971 yılında "İnsan kanının havadaki hareketlerinin karakteristikleri ve leke modelleri" adlı bir eser kazandırmış ve 1973 yılında bu disiplinin uygulanması ile ilgili çalıştaylar düzenleyecek olan Kan Lekesi Delili Enstitüsünü kurmuştur. Günümüzde kan lekesi model analisti olma yetkinliği verilmesi ile ilgili kriterler de bu eğitimlerde dayanmaktadır. MacDonnel, disiplinin gelişimine büyük katkılar sağlayan ve Thomas Bevel başkanlığında kurulan bir uluslararası topluluk olan "Uluslararası Kan Lekesi Model Analistleri Topluluğu'nun -International Association of Bloodstain Pattern Analysts (IABPA)-" kuruluşunda da öncülerden olmuştur.

Türkiye'de Kan Lekesi Model Analizinin Tarihçesi

Kan lekesi model analizi konusunda ilk adım 2001 yılından itibaren üç yıl Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu Başkanlığı Biyoloji İhtisas Dairesi Başkanlığı yapan Uzman Dr. Faruk Aşıcıoğlu'nun 2002 yılında Amerika Birleşik Devletleri Florida eyaleti "Miami Dade Police" teşkilatı tarafından verilen "Blood Pattern Analysis" temel eğitim kursuna katılıp sertifika alarak yurda dönmesinden itibaren atılmıştır. Faruk Aşıcıoğlu eğitim sonrasında IABPA'ya ilk Türk üye olarak katılmış ve yurda dönüşünden itibaren bu konuda yayın, konferans ve eğitimler vermeye başlamıştır. Bu çabalar sonucunda "Kan lekesi model analizi" bir disiplin olarak kabul edilerek eski yönetmelikte değişiklikler içeren 31 Temmuz 2004 tarih, 25539 sayılı Resmî Gazete'de yer alarak yürürlüğe giren "Adli Tıp Kurumu Kanunu Uygulama Yönetmeliği"nin 13. Maddesinde Biyoloji İhtisas Dairesi'nin evvelden beri var olan üç şubesine ilaveten dördüncü şubesi olarak resmiyet kazanmıştır.

2007 yılında birinci Uluslararası Avrasya Adli Bilimler Kongresi kapsamında ülkemizde ilk kez "Royal Canadian Mountain Police'in ve IABPA'nın deneyimli kan lekesi model analizi uzmanı Patrick Latarnus ile birlikte Doç. Dr. Faruk Aşıcıoğlu tarafından "Blood Pattern Analysis" konusunda bir tam günlük çalıştay düzenlenmiştir. 2009 yılında Doç. Dr. Faruk Aşıcıoğlu danışmanlığında Dr. Murat Nihat Arslan tarafından ülkemizde "Kan lekesi model analizi" konusunda ilk uzmanlık tezi "Kan lekesi model analizi ile olay yerinin yeniden yapılandırılması" ismi ile tamamlanmıştır. Aynı yıl içerisinde Dr. Faruk Aşıcıoğlu ve Dr. Murat Nihat Arslan tarafından "Kan Lekesi Model Analizi" isimli kitap Beta Kitap tarafından basılmıştır. İlerleyen yıllarda her iki yazar birlikte ya da müstakilen birçok kitapta bu disiplin hakkında bölüm yazmışlardır. Pamukkale Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Kemalettin Acar'da 2008 yılından itibaren IABPA'ya üye olmuş ve "Kan lekesi model analizi" disiplini ile ilgili yayın, bölüm yazarlığı gibi çalışmalar yapmaktadır. Halen Prof. Dr. Faruk Aşıcıoğlu İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü'nde görev yapmakta olup kendisi tarafından 2014 yılında "Kan Lekesi Model Analizi" dersi Enstitünün Tıp Bilimleri doktora ders programına eklenmiştir. 2023 yılına kadar Doç. Dr. Murat Nihat Arslan Adli Tıp Kurumu Biyoloji İhtisas Dairesi Kan Lekesi Model Analizi şubesine gönderilen vakalarda bilirkişilik hizmeti vermiştir.

Uluslararası Kan Lekesi Modeli Analistleri Topluluğu (IABPA)

Kan lekesi model analistlerinden oluşan, dünya çapında 600'den fazla üyesi bulunan 1983 yılında kurulmuş olan bir topluluktur. KLMA biliminin gelişmesini, uygulanan bilimsel tekniklerin standardize edilmesini, bu disiplin ile ilgili bilimsel araştırmaları cesaretlendirmeyi, eğitimlere öncülük etmeyi, üyelerini uygulanan güncel teknikler, buluşlar ve gelişmeler hakkında bilgilendirmeyi ve haberdar etmeyi amaçlayan bu topluluk günümüzde dünya genelinde kabul gören "*analist*" sertifikası alma koşullarını da belirlemektedir (www.iabpa.org) (James et al., 2005).

Topluluğun yılda üç sayı haline çıkan bilimsel dergisi "Journal of Bloodstain Pattern Analysis" güncel kongre, sempozyum ve toplantılar hakkında bilgiler verirken aynı zamanda bu bilim kapsamında yapılan bilimsel makalelere de yer vermektedir. Bunların yanında dünya genelinde kan lekesi model analisti olma yolunda alınması gereken eğitimlerin yıllık planına da topluluğun internet sitesinden erişilebilmektedir.

Avrupa Adli Bilimler Enstitüleri Ağı (European Network of Forensic Science Institutes - ENFSI)

Avrupa Adli Bilimler Enstitüleri Ağı (ENFSI) 1995 yılında adli bilimler alanının geliştirilmesi ve bilgi paylaşımının artırılması amacıyla kurulmuş geniş kapsamlı bir organizasyondur. Adli bilimlerin

hemen her disiplini ile ilgili çalışma gruplarını bünyesinde barındıran ENFSI, "Kalite ve Yeterlilik Komitesi" ve "Araştırma Geliştirme Komitesi" ile birlikte "Uzman Çalışma Gruplarından" oluşmaktadır (www.enfsi.eu).

ENFSI çatısı altında kan lekesi model analizi konusunda da bir uzman çalışma grubu oluşturulması için ilk adımlar 2014 yılında Fransa'nın Nantes şehrinde "Kan Lekesi Model Analizi Proje Grubu" kurulması ile atılmıştır. Proje grubu iyi uygulama kılavuzlarının ve standart uygulama prosedürlerinin oluşturulması için ön çalışmaları başlatmakla birlikte takip eden yıllarda Lizbon, Berlin ve Belfast'ta yapılan toplantılarla bu amaçlarını yerine getirmiş ve 2018 yılında Fransa'nın Lyon şehrinde gerçekleştirilen EAFS-2018 Kongresinde yapılan ENFSI Genel Kurul Toplantısında alınan kararla ENFSI Olay Yeri Çalışma Grubunun (ENFSI-Scene of Crime) alt gurubu olarak çalışmalarına başlamıştır. Ülkemizden ENFSI üyesi olan iki kurumdan da birer temsilci (Doç. Dr. Murat Nihat ARSLAN ve Prof. Dr. Faruk AŞICIOĞLU) proje grubunda kurucu üye olarak ve sonrasında kurulan alt çalışma grubunda delege olarak görev almıştır.

Eğitim Standartları

Kan lekesi model analizi konusunda eğitimler IABPA'nın belirlediği standartlara göre yapılmaktadır. Yukarıda da bahsedildiği şekilde IABPA'nın web sitesinden takvimine ulaşılabilecek eğitimlerle tüm dünyada geçerli "kan kelesi model analisti" sertifikası alınabilmekte ve yetkinlik sağlanabilmektedir. Uzman eğitimciler tarafından verilmesi zorunlu olan "Temel KLMA kursu" ve "İleri KLMA kursu" bu konuda en sık alınan iki eğitim basamağıdır. IABPA Eğitim Komitesinin belirlediği standartları taşıyan, en az 40 saatlik teorik ve uygulamalı eğitim süresine sahip Temel KLMA kursunun tamamlanması ve kurs sonundaki değerlendirme sınavında başarılı olunması durumunda katılım sertifikası ile birlikte geçici IABPA üyeliği hakkı verilmektedir. Geçici üyelik almaya hak kazanmış analistlere en az bir yıl geçici üye olunması ve bu alanda çalışılması koşuluyla da tam üyelik hakkı verilmektedir. Bu şekilde analist unvanı alınabilmektedir ("International Association of Bloodstain Pattern Analysts Bylaws.," 2016).

Temel KLMA kursu 40 saatlik yapılandırılmış teorik ve uygulamalı kan lekesi model analizi eğitimini içermektedir. Bu eğitimde kan lekesi model analizinin tarihçesi, disiplinin sınırlamaları/kısıtlılıkları, çalışma mekanizması, kan lekeleri üzerinde yapılacak hesaplamalar, olay yerinde iki ve üç boyutlu analizler, kişisel korunma yöntemleri, kan lekelerinin doğru belgelendirilmesi ve kan lekesi modellerinin değerlendirilerek rapor yazılması ile ilgili bilgiler sunulmakta ve uygulamalar ile pekiştirilmektedir. Bu kurs için herhangi bir ön eğitim şartı aranmamakta olup olay yeri çalışanları, adli bilimciler, adli tıp ve olay yeri araştırmalarına katılan tüm branşlardan katılımcılara açıktır. Bu eğitimi meraklı olan herkes alabilmektedir.

Temel KLMA kursuna ek olarak İleri KLMA kursu, kumaşlardaki kan lekeleri kursu ve Kan lekelerinin görünür hale getirilmesi kursu adları altında ileri düzey kurslar düzenlenmekte olup analistin kendisini geliştirmesi ve vakalara yaklaşımlarda farklı bakış açıları kazanması için önemli bilgiler sunmaktadır.

Temel Kavramlar

A. Modeli Görerek Tanıma

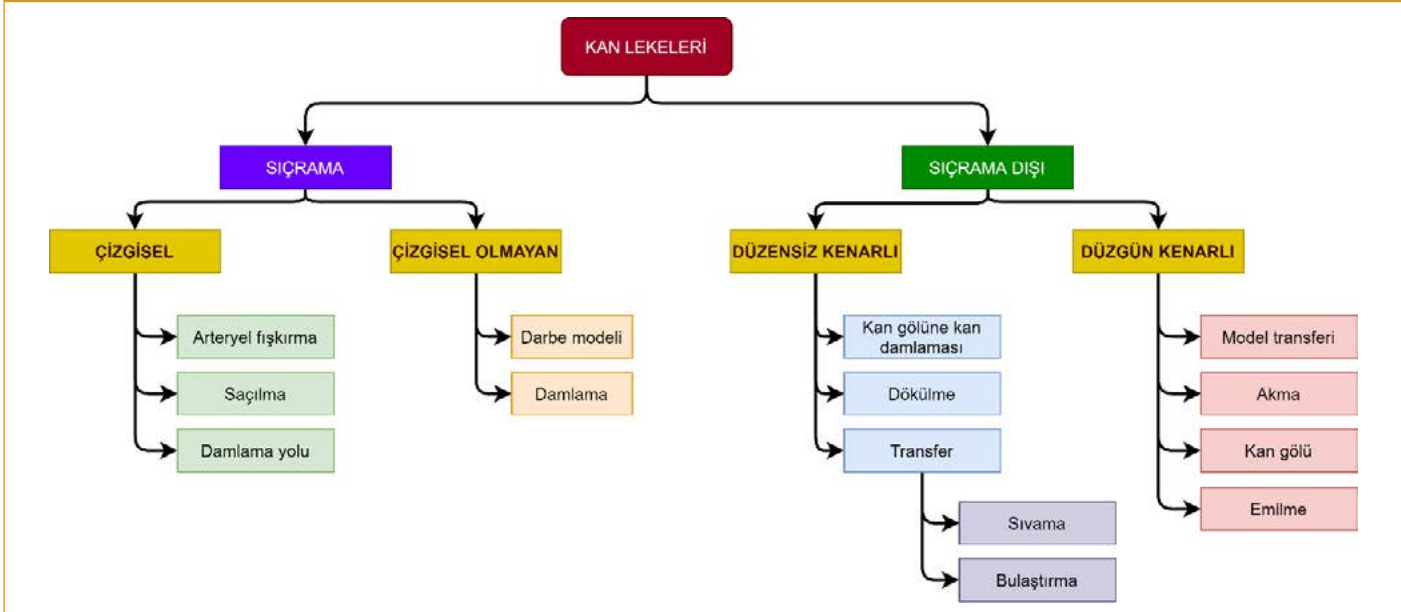
Kan lekesi model analizi temel olarak "*Modeli Görerek Tanıma*" (Pattern Recognition) prensibine dayanmaktadır (Brodbeck, 2012). Kan lekelerinin ve oluşturdukları modellerin herhangi bir işleme tabi tutulmadan çıplak gözle ya da yardımcı teknikler kullanılarak görünür hale getirilmek suretiyle incelenmesi ile kan lekesi modelinin tanınması ve sınıflandırılması disiplinin ilk ve en önemli basamağı olarak görülmektedir. Modelin tanınması için kan lekeleri sistematik bir sınıflandırma ile değerlendirilmektedir.

Kan lekelerinin sınıflandırılması ilk olarak modeli oluşturan kuvvetin şiddeti referans alınarak yapılmıştır. İlk olarak 1971 yılında Herbert Leon MacDonnel ve Lorraine Bialousz tarafından ortaya atılan bu sınıflandırmaya göre kan lekeleri düşük hızlı kan lekeleri (Low velocity impact spatter), orta hızlı kan lekeleri (medium velocity impact spatter) ve yüksek hızlı kan lekeleri (high velocity impact spatter) olmak üzere üç ana grupta değerlendirilmiştir (Bevel & Gardner, 2008). Grupların isimlerinden de anlaşılacağı üzere bu sınıflandırma "impact spatter" ya da Türkçe terminolojiye göre darbeye bağlı kan lekeleri grubunu tanımlamaktadır. Klasikleşmiş ve olay yerlerinde ya da olay yerinden elde edilen deliller üzerinde sıklıkla karşılaşılan birçok kan lekesi modeli bu sınıflandırma dışında kalmaktadır.

Kan lekesi modellerinin, kan açığa çıkaran kuvvete göre yapılan sınıflandırılmasında modeli oluşturan lekelerin boyutları ve şekilleri dikkate alınmıştır. Buna göre düşük hızlı darbe sonucu oluşan kan lekesi modelleri yer çekimi kuvveti veya enerjisi 5ft/s'nin (yaklaşık 1,5 m/sn) altında olan kuvvetlerle açığa çıkan kan lekelerini kapsamaktadır. Kabaca kanlanmış bir cisimden pasif olarak damlayan kanın oluşturduğu modeller ya da venöz kanamalar için kullanılan bir terminolojidir. Orta hızlı darbe sonucu oluşan kan lekeleri için de modeli oluşturan kan lekelerinin 1-4 mm arası boyutlarda olması ve oluşturan kuvvetin enerjisinin 25 ft/s'nin (yaklaşık 7,6 m/sn) altında olması gerekmektedir. Yüksek hızlı darbe sonucu oluşan kan lekeleri ise modeli oluşturan kan lekelerinin boyutlarının 1 mm'nin altında olduğu durumlar için kullanılan bir sınıflamadır. Oluşturan kuvvetin enerjisi 100 ft/sn (yaklaşık 30,5 m/s) olduğu durumlarda oluşan kan lekelerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Bu grup için "mist like" sprey tarzı model tanımlaması yapılmaktadır (Aşıcıoğlu & Arslan, 2009; Bevel & Gardner, 2008; James et al., 2005). Bu sınıflandırmada yukarıda da bahsedildiği şekilde transfer kan lekesi modelleri olarak tanımlanan sıvama (wipe) ve bulaştırma (swipe) modelleri, model transferi ve ayrıca kan gölü (blood pool), emilme (saturasyon) gibi olay yerlerinde sıklıkla karşılaşılan modeller dışarıda kaldığından daha detaylı sistematik bir sınıflandırma oluşturulması ihtiyacı doğmuştur.

Kan açığa çıkaran kuvvetin enerjisine göre sınıflandırmadan sonra kan lekesi modellerini "*sıçrama*" (spatter) ve "*sıçrama dışı*" (non-spatter) olarak ayıran sınıflama (Wonder, 2001) ve "*pasif*", "*sıçrama*" ve "*değişime uğramış*" olarak ayıran bir başka sınıflama da ortaya atılmıştır (James et al., 2005). En son olarak da kan lekelerini "*pasif*", "*transfer*", "*dinamik*" ve "*diğer*" olarak ayıran bir sınıflama oluşturulmuş ve primer kan lekelerinin tamamını kapsaması sağlanmıştır (Bevel & Gardner, 2008). Buna göre *Pasif Kan Lekeleri* grubunda kan pıhtısı, damlama, akma, kan gölü ve emilme kan lekeleri; *Transfer Kan Lekeleri* grubunda model transferi, sıvama ve bulaştırma modelleri; *Dinamik Kan Lekeleri* grubunda arteryel fışkırma, saçılma, sıçrama, nefesle çıkarılan kan, dökülme modelleri ve *Diğer Kan Lekeleri* grubunda haşere etkisi, eksik model, iskeleti kalma ve kapilarizasyon modelleri yer almaktadır (Bevel & Gardner, 2008).

Şekil 1
Kan lekelerinin taksonomik sınıflandırılması



Açıklama notu. Bevel, T., & Gardner, R. M. (2008). Bloodstain Pattern Analysis: with an introduction to crime scene reconstruction. CRC Press kaynağından alınmıştır.

Kan lekelerinin sınıflandırılmasında temel problemlerden birisi modellerin görünürdeki şekil özelliklerine göre değil oluşum mekanizmasına göre gruplandırılması olarak kabul edilmektedir (Arthur et al., 2015). Şekiller açısından ortaya konulmuş en geçerli sınıflandırma yöntemi taksonomik sınıflandırma olarak gösterilmektedir (Bevel & Gardner, 2008). Daha önce de belirtildiği şekilde kan lekeleri "sıçrama" ve "sıçrama dışı" olarak iki ana grupta incelenir. Sıçrama lekeleri "Çizgisel" ve "Çizgisel olmayan"; sıçrama dışı lekeler ise "Düzensiz sınırlı" ve "Düzgün sınırlı" olarak iki grupta incelenmektedir. Tüm leke grupları da bu iki ve devamında dört başlık altında değerlendirilir ve bu şekilde kan lekelerinin görerek tanınması sağlanır (Bevel & Gardner, 2008) (Şekil 1). Bu sınıflandırma olay yerinde ya da olay yerinden toplanmış nesneler üzerinde ya da kişilerin ve kıyafetlerin üzerinde bulunan ve değerlendirmeye uygun kan lekelerinin varlığı durumunda geçerli olarak kabul edilmektedir. Düzgün olmayan zeminlerde ya da kıyafetlerde kan lekelerinin dağılımını ya da şeklini etkileyen faktörler bulunduğunda yanıltıcı yorumlamalara neden olabilmektedir (Taylor et al., 2016a, 2016b).

Sıçrama grubundaki kan lekeleri kan damlalarının havada belirli bir yol izledikten sonra hedef yüzeye ulaştığı kan lekeleridir. Çarpma açısı, hedef yüzeyin özellikleri (düzgünlük, açı, kavis vb.), damlanın içerdiği kan hacmine göre farklı şekil ve boyutlarda olmakla ve hatta bozulmalara uğramakla birlikte bu gruptaki modelleri oluşturan kan lekeleri eliptik ya da dairesel şekillidir. Sıçrama dışı grubundaki ana lekede belirgin bir eliptik ya da dairesel şekil bulunmamaktadır.

Taksonomik sınıflandırmada alt başlıkları değerlendirirken terminolojinin de iyi kavranması gerekmektedir. Kan lekesi modelleri için uluslararası kabul edilmiş İngilizce terminolojinin yanında IABPA'nın web sitesinde kimi ülkelerin kendi dillerinde oluşturduğu terminolojiye de yer verilmiştir. Bu da analistlerin kendi dillerinde rapor yazarken aynı dili ve terminolojiyi kullanmasının yolunu açmıştır (Acar et al.; Arslan & Aşıcıoğlu, 2010; Aşıcıoğlu & Arslan, 2009).

- **Arteryel fışkırma modeli** (arterial gushing) vücutta yüzeye yakın atardamarlardan birisinin yaralanması sonucu, damar içindeki yüksek basınçtan dolayı fışkırarak açığa çıkan kanın oluşturduğu kan lekesi modelidir. Taksonomik sınıflandırmaya göre Sıçrama – Çizgisel grubundadır. Grubundan da belli olacağı şekilde çizgisel bir hat üzerinde büyük miktarda kan içeren ve bu nedenle de yer çekimine bağlı akma modelinin de bulunduğu eliptik şekilli kan lekelerinden oluşur (Şekil 2).

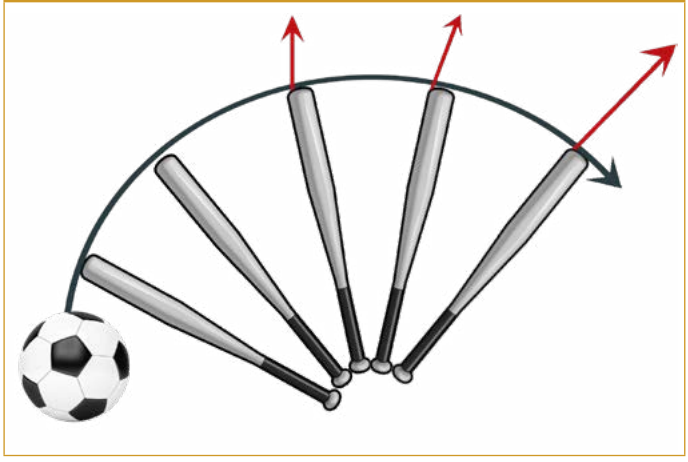
Şekil 2
Çizgisel yükselen bir hat üzerinde büyük (fazla miktarda kan içeren) boyutlu kan lekeleri ve bu lekelerden yere doğru akma modeli



- **Saçılma modeli** (cast-off) kanlanmış bir cismin savrulması sırasında, savurma hareketinin yarattığı merkezkaç kuvveti

nedeniyle kanlı cisimden serbestleşen kan damlalarının oluşturduğu modeldir. Taksonomik sınıflandırmaya göre Sıçrama – Çizgisel grubundadır. Eliptik ve dairesel şekilli ve bir çizgisel hat oluşturacak şekilde yerleşmiş kan lekeleri bulunur. Her bir hat üzerinde kan lekelerinin yönleri aynı doğrultuyu göstermektedir. Birden fazla hat ve birbirinden farklı yönler olması durumunda savrulma hareketinin birden fazla kez meydana getirildiği yorumu yapılabilmektedir (Şekil 3).

Şekil 3
Saçılma modelinin oluşum mekanizması



- **Damlama yolu** (drip trail) kanamalı bir kişinin ya da elinde kanlı bir cisim bulunan bir kişinin olay yerinde hareket ederken hareketi boyunca ya da hareketinin bir kısmında zemine kan damlatması nedeniyle oluşan kan lekesi modelidir. Taksonomik sınıflandırmaya göre Sıçrama – Çizgisel grubundadır. Model dairesel ve eliptik şekilli kan lekelerinden oluşur. Kan lekelerinin doğrultularının incelenmesi ile kan damlatan kişinin olay yerindeki hareket istikametinin belirlenmesini sağlayacak bir modeldir.
- **Darbe modeli** (impact pattern) kan kaynağına uygulanan bir darbe sonucu açığa kanın hedef yüzeyde oluşturduğu modeldir. Taksonomik sınıflandırmaya göre Sıçrama – Çizgisel Olmayan grubundadır. Önceki bölümde anlatılan düşük, orta ve yüksek hızlı darbeye bağlı kan lekesi modellerinin büyük bir kısmı bu gruptadır. Modeli oluşturan kan lekelerinin ortak özellikleri çoğunun küçük eliptik ya da dairesel şekilli olmasıdır. Bir diğer ortak özellikleri de modelin bir merkezi olması ve lekelerin doğrultularının bu merkezden ışınsal olarak etrafa dağılıyor olmasıdır. Merkeze doğru dairesel, merkezden uzaklaştıkça uzaklığa bağlı olarak uzamış eliptik şekilli kan lekeleri gözlenir (Şekil 4).
- **Damlama** (drip) olay yerinde rastgele her yerde bulunabilecek, herhangi bir çizgisel hat göstermeyen bir ya da birkaç adet kan lekelerinden oluşan bir modeldir. Tek başına herhangi bir yorum yaptıracak bir model değildir. Taksonomik sınıflandırmaya göre Sıçrama – Çizgisel Olmayan grubundadır.
- **Dökülme modeli** (splash/gush) tek damla değil de daha büyük miktardaki bir kanın tek seferde yere dökülmesi ile oluşan bir kan lekesi modelidir. Taksonomik sınıflandırmaya göre Sıçrama Dışı – Düzensiz Kenarlı grubundadır. Merkezde büyük miktarda bir kan öbeği ve bundan etrafa doğru ışınsal olarak dikensi şekillerle uzanan ikincil lekelerden oluşur. Büyük

Şekil 4
Darbe modeli



miktarda kan tek seferde zemine ulaşacağından hedef yüzeye daha büyük bir enerji ile ulaşacak ve ikincil lekeler daha uzağa, daha dar açıyla ulaşacaktır. Bu nedenle de ikincil lekeler eliptik hatta iğ şeklinde oluşacaktır (Şekil 5).

Şekil 5
Dökülme modeli



- **Kan üzerine kan damlaması** (blood into blood) kan damlatan kan kaynağının aynı bölgede bir süre durması nedeniyle zeminde oluşan kan gölünün üzerine kan damlaması ile oluşan bir modeldir. Taksonomik sınıflandırmaya göre Sıçrama Dışı – Düzensiz Kenarlı grubundadır. Merkezde bir kan gölü ve etrafında dairesel şekilli çok sayıda ikincil küçük kan lekelerinden oluşur (Şekil 6).
- **Transfer modeli** (smear) kanlanmış bir cismin bir başka yüzeye temas etmesiyle oluşur. Kanlanmış cisimden diğer yüzeye bulaşan kan *bulaştırma* (swipe) modelini oluştururken, temas nedeniyle kanlanmış cisimdeki kanın alacağı yeni şekil *sıvama* (wipe) modeli olarak adlandırılmaktadır. Her ikisi de taksonomik sınıflandırmaya göre Sıçrama Dışı – Düzensiz Kenarlı grubundadır. Sıvama modelinin bir özel şekli de özellikle olay yerinin değiştirilmesi çalışmasının da bir göstergesi olabilecek *sürükleme* (drag) modelidir.
- **Model transferi** (pattern transfer) bulaştırma modelinin özel bir şeklidir. Kanlanmış cisim bir başka yüzey ile temas ettiğinde, oluşan şekil temas eden cismin şekil özelliklerini

Şekil 6
Kan biriken bir bölge üzerine kan damlaması sonucu oluşan ikincil lekeler



içeriyorsa model bu şekilde adlandırılır. Bulaştırma modelinin aksine taksonomik sınıflandırmaya göre Sıçrama Dışı – Düzgün Kenarlı grubundadır.

- **Akma modeli** (flow pattern) açılı ya da dikey yüzeyde oluşmuş bir kan lekesine etki eden yer çekimi kuvveti nedeniyle zemine doğru akması ile oluşan bir modeldir. Taksonomik sınıflandırmaya göre Sıçrama Dışı – Düzgün Kenarlı grubundadır. Kanlanmış cismin olaydan sonra hareket ettirilmesi durumunda akma yönü yer çekimine bağlı olarak değişeceği için kan dökülmesi olayından sonra meydana gelen hareketlerin yorumlanması açısından önemli bir modeldir3.

Terminoloji ve bu terminolojinin yer aldığı taksonomik sınıflama gruplarının iyi kavranması ile kan lekelerinin görerek tanınması aşaması eksiksiz olarak tamamlanabilecektir. Bu nedenle modellerin birbirinden ayrılması büyük önem taşımaktadır.

B. Kan Lekelerinin ve Modellerin Belgelendirilmesi

Kan lekelerinin belgelendirilmesi olay yerinde ya da olay yerinden toplanan materyal üzerinde tespit edilmesiyle başlar. En önemli prensip olduğu şekliyle belgelendirmektir. Tespit edilen bir kan lekesinin ya da oluşan modelin herhangi bir işlem yapılmadan önce mutlaka belgelendirilmesi gerekir. Belgelendirme birkaç aşamada gerçekleştirilir.

1. Fotoğraf çekimi / video kaydı
2. Basit / detaylı kroki çizimi
3. Kan lekesi belirleyici kimyasallar kullanılarak latent lekelerin açığa çıkarılması

Kan lekelerinin fotoğraflanması

Kan lekelerinin fotoğraflanması temel olarak üç aşamada yapılmaktadır. Bu üç aşama bütünü gösteren (overall), orta mesafe (mid-range) ve yakın mesafe (close range) fotoğraflarından oluşmaktadır. İncelemeciye olay yeri hakkında genel hatlarıyla fikir verecek olan, kan lekesi modellerinin olay yerindeki yerleşiminin, diğer olay yeri nesneleri ile ilişkisinin anlaşılabileceği bütünü gösteren fotoğraflar aynı zamanda olay yeri krokisinin de görsel olarak ortaya konmasını sağlayacaktır. Orta mesafe fotoğraflar yukarıda anlatılan kan lekesinin görerek tanınması aşamasını belgelendirecek olan ve her bir modelin ayrı ayrı gösterileceği fotoğraflardır. Yakın mesafe fotoğraflar ise modelleri oluşturan kan lekelerinin daha ayrıntı özelliklerinin görülmesini sağlayacak olan fotoğraflardır.

Fotoğraflama işlemine geçilmeden öncelikle olay yeri kan lekelerine zarar vermeden delil numaralarıyla işaretlenmeli, fotoğraflama işleminin üç aşaması tamamlanana kadar bu delil numaralarının yerleri değiştirilmemelidir. Aynı zamanda çizilecek olan olay yeri krokisinde de aynı numaralar işaretlenerek gösterilmelidir. Bu şekilde olay yerine katılmayan, laboratuvarda fotoğrafları ve diğer ilişkili delilleri inceleyerek yorumlamaya gidecek olan analistlere olay yerinin taşınmasını sağlayacaktır (Aşıcıoğlu & Arslan, 2009; Bevel & Gardner, 2008).

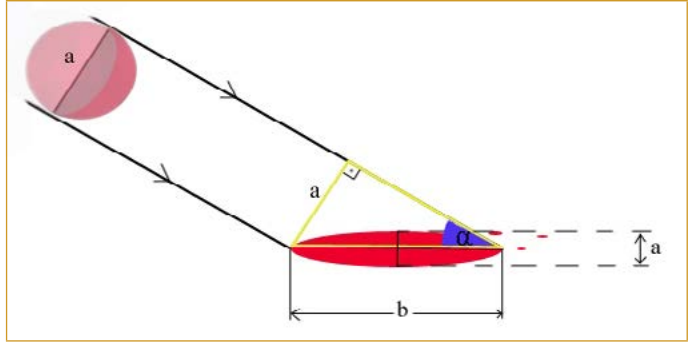
Kan lekeleri fotoğraflanırken dikkat edilecekler şöyle sıralanabilir:

- Her fotoğraf leke modellerine dik açıyla çekilmelidir. Geniş alana dağılmış bir modelin fotoğraflanmasında fotoğrafta kenarlarda kalan lekelerde şeklin bozulabileceği, ölçeklendirmenin yanlış değerlendirilebileceği göz önünde bulundurularak bu modellerde olabildiğince fazla sayıda ve farklı lokalizasyonlardan fotoğraf çekilmelidir.
- Fotoğraflamada uygun ışık kaynakları kullanılmalıdır. Flaş yıkaması (flash washout) adı verilen, özellikle parlak yüzeylerde aşırı ışık kaynağının çıplak gözle görünür haldeki kan lekelerinin fotoğraflarda görünmesini engelleyen durumların önüne geçebilmek için tepe flaştan ziyade halka flaş ekipmanı tercih edilmelidir.
- Tüm fotoğraflarda krokilerde de kullanılan adres numeratörlerleri görünür olmalıdır.
- Özellikle detay fotoğraflarda ayrıntılı analize olanak sağlayacak metrik ölçekler kullanılmalıdır.
- Kan lekeli kıyafetler fotoğraflanırken kıyafetin her bir yüzeyi ve ayrıca DNA kontaminasyonuna dikkat edilerek iç yüzeyleri de fotoğraflanmalıdır.

C. Kan Lekeleri Üzerinde Yapılacak Analizler

Darbe sonucu oluşmuş kan lekesi modelleri yukarıda da anlatıldığı şekilde havada belirli bir seyirden sonra hedef yüzeye ulaşan kan lekelerinin oluşturduğu modellerdir. Bu nedenle hedef yüzeye doğru bir uçuş doğrultuları ve yüzeyle temas ettiklerinde bir çarpma açıları vardır. Dr. Balthazard'ın 1939 yılında sunmuş olduğu çalışmasından bu yana hala geçerli olan çarpma açısı formülü, dairesel ya da eliptik şekle sahip tüm kan lekelerinde uygulanabilir.

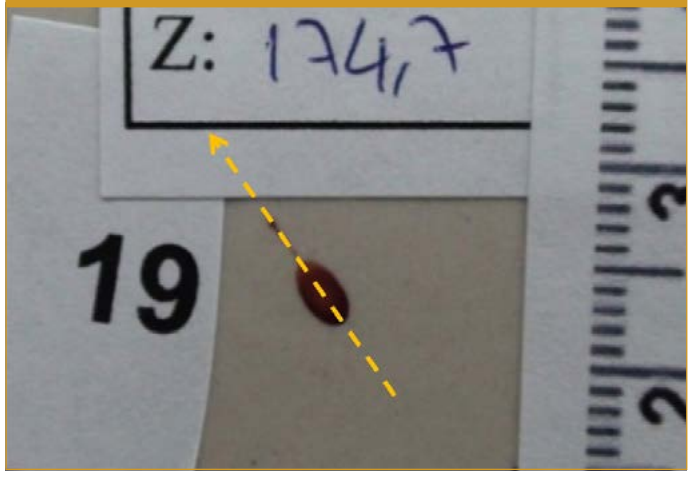
Şekil 7
Çarpma açısının hesaplanması



Kusursuz tam daire şeklindeki lekelerde çarpma açısı hedef yüzeye diktir. Diğer bir deyişle 90°'dir. Çarpma açısı daraldıkça, şekil daireden elipse doğru şekil değiştirdikçe çarpma açısı küçülür. Dr. Balthazard'ın çarpma açısı formülü elipsin çapları ile hesaplanır (Şekil 7). Elipsin küçük çapının büyük çapına oranının ters sinüsü damlanın hedef yüzeye doğru yol alırken uçuş doğrultusunun hedef yüzeyle yaptığı açıyı yani *çarpma açısını* verir.

Çarpma açısının hesaplanması darbeye bağlı oluşmuş kan lekesi modellerinde üç boyutlu analiz yapılmasına olanak sağlamaktadır. Çarpma açısı ile birlikte bilinmesi gereken diğer bir kavram da kan lekesinin *doğrultusudur*. Kan damlasının hedef yüzeye ulaşma yönü anlamına gelen bu doğrultu kan lekesinin büyük çapının geriye doğru çizilmesi ile bulunur (Şekil 8).

Şekil 8
Kan lekesinin doğrultusu



Bir yüzeyde oluşmuş kan lekesini oluşturan kan damlasının yüzeye ilk temas ettiği nokta *"ilk temas noktası"* (leading edge) olarak tanımlanır. Yüzeyde kan lekesi oluştuktan sonra ulaştığı en uç nokta ise *"sonlanma (son uç) noktası"* (terminal edge) olarak adlandırılır. Kabaca ilk temas noktasından başlayarak son uç noktasına doğru çizilecek doğru uzatılan doğru kan lekesinin doğrultusunu gösterecektir.

Bir darbe sonucu oluşmuş kan lekesi modelinde uygun lekeler seçilerek doğrultular geriye doğru çizildiğinde kan kaynağının darbe uygulandığı sırada hedef yüzeydeki iz düşümü tespit edilebilmektedir. Hedef yüzey dikey bir duvar ise tespit edilen iz düşüm kan kaynağında darbe uygulanan bölgenin yerden yüksekliğini gösterir. Her bir lekenin doğrultusu boyunca geriye doğru çizilerek elde edilen bu bölgeye *kesişim bölgesi* (area of convergence) adı verilir (Şekil 9).

İki boyutlu analiz aşaması olan kesişim bölgesinin tespitinden sonra üç boyutlu olarak kan kaynağının olay yerindeki konumunun tespiti işlemi için çarpma açılarının hesaplanması gerekmektedir. Kesişim bölgesinin tespitinde kullanılan seçilmiş kan lekelerinin ilk temas noktalarından, kan lekelerinin her birinin doğrultusuna paralel olarak geriye doğru ipler gerildiğinde bu iplerin kesiştikleri bölge *kaynak bölgesi* (area of origin) olarak adlandırılmaktadır. Kaynak bölgesi, üç boyutlu olarak kan kaynağının yaralanan bölgesinin hem hedef yüzeye uzaklığını hem de yerden yüksekliğini gösterecektir. Olay yerinde birden fazla darbe sonucu oluşmuş kan lekesi modeli varsa anlatıldığı şekilde ipler gerilerek kan

Şekil 9
Kesişim bölgesinin tespit edilmesi



açığa çıkaran tüm darbelerin olay yerindeki lokalizasyonu belirlenebilecektir.

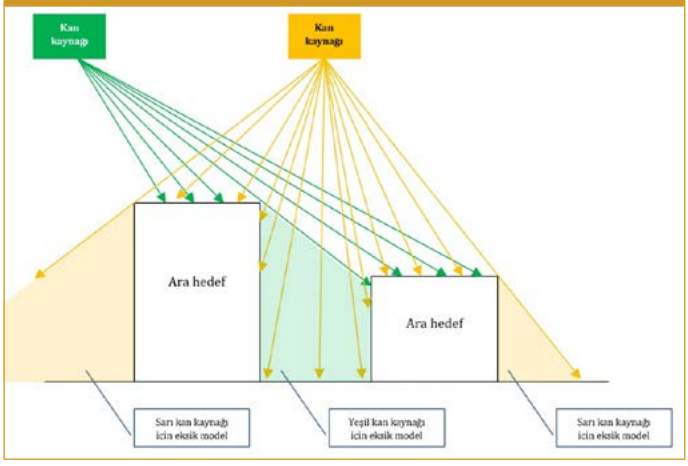
Olay yerinde kan lekeleri değerlendirilirken her bir model ayrı ayrı değerlendirildikten sonra yapılması gereken işlem tüm bu modellerin bir arada değerlendirilerek olaylar zincirinin ortaya konulmasıdır. Yalnızca darbe sonucu oluşmuş kan lekesi modellerinin yukarıda anlatıldığı şekilde değerlendirilmesiyle değil olay yerindeki ve olay yerinde bulunan kişilerin ve mobilyaların üzerindeki saçılma modelleri, damlama yolu, damlama ve dökülme modelleri, akma modelleri gibi tüm modeller incelenerek şahısların ve mobilyaların birbirlerine göre konumları, olay yerindeki olası hareketler, delilleri gizleme girişimleri ortaya çıkarılmaya çalışılmalıdır.

Sınırlayıcı açılar (Limiting Angles)

Olay yerinde kan lekesi modelleri yorumlanırken en sık başvurulan yöntemlerden birisi *sınırlayıcı açılar* yöntemidir. Temel olarak bir ara hedef bulunması durumunda bu ara hedefin arkasına kanın ulaşmayacağı prensibi esas alınmaktadır. Özellikle iç mekan olay yerlerinde köşeli duvarlar ve mobilyalar bulunması durumunda ip germe yöntemi yapılmaksızın kanın erişebildiği yüzeyler esas alınarak kan kaynağının yeri hatta yaralanma bölgesinin yerden yüksekliği tahmin edilebilmektedir (Laan et al., 2015; Saviano et al., 2010). Bir darbe modeli oluşurken hedef yüzeyle kan kaynağı arasında bir ara hedef olması durumunda bu ara hedefin arkasında kalan ve kan lekesi bulunmayan alan kan lekesi terminolojisinde *"eksik model"* (void) olarak adlandırılmaktadır (Acar et al.; Arslan & Aşıcıoğlu, 2010) (Şekil 10 ve 11).

Sınırlayıcı açılar tekniği olay yerindeki eksik modellerden yola çıkılarak kan kaynağının kan dökme olayı sırasında olay yerindeki pozisyonunu belirlemek olarak tanımlanabilir. Bu teknikte ara hedef olarak düşünülen nesnelerin olay yerinde genellikle sabit olması gerekmektedir. Olay yerindeki kişiler ya da kolaylıkla yeri değiştirilebilecek mobilyalar (sandalye, abajur vb.) nedeniyle eksik model olması durumunda yapılacak yorumlamalar hatalı olabilecektir. Bu nedenle genellikle duvar köşeleri, koltuk, masa, televizyon, kütüphane, vitrin gibi sabit ya da yerinden oynaması daha zor objeler nedeniyle oluşmuş eksik modeller dikkate alınmalıdır.

Şekil 10
Sınırlayıcı açılar tekniği ile kan kaynağının yerinin tespiti



Şekil 11
Tavanda ve sac tavanı tutan demirde sıçrama modeli mevcutken demirin üzerinde arada kalan bölgede eksik model görülmektedir. Bu da kan dökme olay sırasında kan kaynağının bu demirin altında olduğunu göstermektedir.



Basit bir tanımlamayla kan kaynağının yeri olarak düşünülen bir noktadan lineer ışık sağlayan bir ışık kaynağı hedef yüzeye doğru tutulduğunda gölgede kalan alanlar aynı zamanda sıçrama kan lekesi modeli olmasının beklenmeyeceği bölgeler olacaktır (eksik model). Darbeye bağlı kan lekesi modelleri olan bir olay yerine gidildiğinde hedef yüzeylere birçok farklı açıdan bakılarak bu sınırlayıcı açıların belirlenmesi (dikey düzlemde olduğu kadar yatay düzlemde de), eksik modellerin ortaya çıkarılması herhangi bir ölçüme gerek duyulmaksızın kan kaynağının kan dökme olayı sırasında olay yerindeki konumunun ve belki de pozisyonunun yorumlanmasını sağlayabilecektir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Acar, K., Aşıcıoğlu, F., & Arslan, M. N. SWGSTAIN recommended terminology in Turkish. Retrieved 07.11.2021 from https://iabpa.org/docs/recommendedterms-turkish.pdf

Arslan, M. N., & Aşıcıoğlu, F. (2010). Kan lekesi model analizi I: Terminoloji. *Adli Bilimler Dergisi*, 9(4), 50-53.

Arthur, R. M., Cockerton, S. L., de Bruin, K. G., & Taylor, M. C. J. F. s. i. (2015). *A novel, element-based approach for the objective classification of bloodstain patterns. 257*, 220-228. [Crossref]

Aşıcıoğlu, F., & Arslan, M. N. (2009). Kan lekesi model analizi: Olay yerinin yeniden yapılandırılmasında kan lekesi delili. *Beta Kitap*.

Bevel, T., & Gardner, R. M. (2008). Bloodstain Pattern Analysis: with an introduction to crime scene reconstruction. CRC Press.

Brodbeck, S. (2012). Introduction to bloodstain pattern analysis. SIAK *Journal for Police Science and Practice, 2*, 51-57.

International Association of Bloodstain Pattern Analysts Bylaws., (2016). https://iabpa.org/docs/IABPA_2016_Bylaws.pdf

James, S. H., Kish, P. E., & Sutton, T. P. (2005). Principles of Bloodstain Pattern Analysis: *Theory and Practice*. CRC Taylor & Francis Group. [Crossref]

Laan, N., de Bruin, K. G., Slenter, D., Wilhelm, J., Jermy, M., & Bonn, D. (2015). Bloodstain pattern analysis: implementation of a fluid dynamic model for position determination of victims. *Scientific Reports, 5*(1), 1-8. [Crossref]

Saviano, J., Allgood, A., & Malone, Z. (2010). Using Multiple Void Patterns at Crime Scenes to Estimate Area of Origin in Bloodstain Cases. *Journal of Association of Crime Scene Reconstruction, 16*(3), 19-26.

Taylor, M. C., Laber, T. L., Kish, P. E., Owens, G., & Osborne, N. K. J. J. o. f. s. (2016a). The reliability of pattern classification in bloodstain pattern analysis-part 2: *bloodstain patterns on fabric surfaces. 61*(6), 1461-1466. [Crossref]

Taylor, M. C., Laber, T. L., Kish, P. E., Owens, G., & Osborne, N. K. J. J. o. f. s. (2016b). The reliability of pattern classification in bloodstain pattern analysis, part 1: *bloodstain patterns on rigid non-absorbent surfaces. 61*(4), 922-927. [Crossref]

Wonder, A. Y. (2001). Blood dynamics. *Academic Press*.

BÖLÜM 4
ADLİ TIBBİ AÇIDAN YARALAR

Emre MUTLU
Faruk AŞICIOĞLU

DOI: 10.5152/0604

Adli Tıbbi Açıdan Yaralar

Wounds from Forensic Perspective

BÖLÜM HAKKINDA

Kişilerin vücudunda meydana gelen yaralanmaların doğru tanımlanması, adli tıp açısından oldukça önem arz etmektedir. Başkası tarafından insan vücudunda meydana getirilen yaranın ağırlığı ve önemi nispetinde suçlu cezalandırılmaktadır. Bu nedenle yaraların açık, doğru, basit şekilde tanımlanması ve belgelendirilmesi adli sürece katkıda bulunacak kanıt niteliğindedir. Yaralanmalara ilişkin tedaviye yönelik girişimlerin yanı sıra, yarayı oluşturan dış etkinin nitelikleri ve yaranın oluşum mekanizmasının değerlendirilmesi de olayın aydınlatılması için gerekmektedir. İncelemeler sırasında yaraların sayısı, anatomik yerleşimi, yaranın boyu, çevresi, derinliği, kenar özellikleri, trajesi, yarayı oluşturan cismin niteliği, yaşamsal fonksiyonlar üzerine etkisi, ağırlık derecesi (basit tıbbi müdahale giderilebilir vb), yarayı oluşturan cisim, alet veya silah (kesici alet, ateşli silah, patlayıcı, kimyasal madde vb) önemli noktalardır. Yaralama sonucu kişide meydana gelen zarar nedeniyle suçluya verilecek ceza, kasten yaralamalar için Türk Ceza Kanunu'nun 86, 87 ve 88.Maddelerinde, taksirli yaralamalar ise 89.Maddesinde ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Yaralar, hayati tehlike, yüzde sabit iz

ABOUT the CHAPTER

Accurate identification of injuries occurring in patients is very important in terms of forensic medicine. The criminal is punished in proportion to the severity and importance of the wound inflicted on the human body by someone else. Therefore, clear, accurate, simple identification and documentation of wounds is evidence that will contribute to the judicial process. In addition to the treatment interventions for injuries, the characteristics of the external impact that created the wound and the evaluation of the wound formation mechanism are also required to elucidate the incident. During the examinations, the number of wounds, their anatomical location, the length, circumference, depth of the wound, edge features, tragedy, the nature of the object creating the wound, its effect on vital functions, degree of severity (simple medical intervention can be eliminated, etc.), the object, tool or weapon (sharp force tools, firearms, explosives, chemicals, etc.) are important points. The punishment to be given to the perpetrator due to the damage caused to the person as a result of the injury is discussed in Articles 86, 87 and 88 of the Turkish Penal Code for intentional injuries, and in Article 89 for negligent injuries.

Keywords: Wounds, life-threatening, scar on the face

Yaralar

Adli tıbbın en önemli yönlerinden biri, yaralanmanın klinik ve patolojik olarak değerlendirilmesi, sınıflandırılması ve belgelenmesidir. Herhangi bir sağlık uzmanı, yaralanmayı başkaları tarafından anlaşılabilecek ve yorumlanabilecek şekilde uygun şekilde belgeleyebilmelidir.

Yara, fiziksel, kimyasal ve biyolojik dış etkenler aracılığıyla cilt, hücre, doku veya organ yapı ve fonksiyonlarında bozulmaya sebep olan hasardır (Aykaç, 1993). Fiziksel etken bıçak, balta, satır, taş, yumruk, tekme, mermi çekirdeği gibi birçok cisim olabileceği gibi yüksekten düşme ve trafik kazası gibi olaylarda da fiziki tesirle vücut bütünlüğü bozulmaktadır. Kimyasal etkenler arasında ise korozif maddeler, sülfirik asit, hidroklorik asit, arsenik, siyanür gibi birçok ajan yer almaktadır. Isı, elektrik akımı, basınç ve hayvanlar da yaralanmalara yol açabilirler. Yara, ceza ve medeni hukuk yönünden önem arz etmektedir. Başkası tarafından insan vücudunda meydana getirilen yaranın ağırlığı ve önemi nispetinde suçlu cezalandırılmaktadır. Bu nedenle yaraların açık, doğru, basit şekilde tanımlanması ve belgelendirilmesi adli sürece katkıda bulunacaktır.

Yaraların Oluşum Mekanizmaları

Yaralanmanın oluşumundaki esas etkenlerden biri dokuya aktarılan enerji miktarıdır. Enerjinin büyüklüğü ağır hasar meydana gelmesine yol açacaktır (Yaralar, 1999). Enerjinin dokuya aktarma süresi de önemlidir. Örneğin elastik cisimle aktarım süresi uzar ve

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Emre Mutlu[1]

Faruk Aşıcıoğlu[2]

[1] Adli Tıp Kurumu Başkanlığı
[2] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: dremremutlu@yahoo.com
faruk.asicioglu@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Mutlu, E., Aşıcıoğlu, F. (2024). Adli tıbbi açıdan yaralar. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde. (s. 37-48). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

hasar azalırken, cisim sertleştikçe aktarma süresi kısalacağından daha ciddi hasar oluşacaktır. Diğer önemli bir husus enerji aktarılan alanın büyüklüğüdür. Örneğin sivri ve keskin cisimlerle enerji dar bir alana aktarılacağından hasarın ciddiyeti artacaktır. Yine cismin vücuda isabet açısı da yaralanmanın ciddiyeti açısından etkili olup dik açıyla isabet hasarı artıran bir faktördür (Shepherd, 2003). Travmaya maruz kalan vücut bölgesi hasarın büyüklüğü açısından bir diğer belirleyicidir. Deri ve kas dokusu elastik yapıda olduğundan künt travmalara dirençli iken penetran travmaya duyarlıdır (Maio & Maio, 1993). Damarlar basınç etkili travmadan ziyade gerilmeye daha hassastır. Diğer taraftan kemik dokusu sert yapıda olup eşik değer aşıldığında kırılır. İç organlar yapısına göre travmaya farklı cevap verirler. Örneğin mide gibi içi boş organlarda künt travma sonrası yırtılma oluşabilirken karaciğer gibi solid organlarda ise kontüzyon meydana gelebilir. Ayrıca kişiye ait özellikler örneğin beslenme yetersizliği, kronik hastalıklar ve kanama bozukluğu gibi durumlarda yaranın ağırlığını etkileyen diğer unsurlardır (Madea et al., 2014).

Yaranın Tanımlanması

Travmanın objektif ve gerçek delili olan yaranın teşhis edilmesinden sonra özelliklerinin tarif edilmesi ve adli tıbbi açıdan önemli olabilecek hususların cevaplanması gerekecektir. Yara veya yaraların anatomik lokalizasyonu, sayısı ve boyutları tanımlanmalıdır. Yara değerlendirilirken uzunluğu, genişliği, dudakları yani kenarlarının özellikleri, dudakları arasında kalan açıları, derinliği, kuyruk kısımları incelenmeli ve kayda geçirilmelidir (Ekizoğlu & Arıcan). Yarayı oluşturan cismin niteliği mümkünse belirtilmelidir. Örneğin bıçak, tornavida, sopa, ateşli silah vb. Ortaya çıkan yaralanma, onu yaratan cismi farklı derecelerde yansıtan özellikler göstermektedir. Yara bazı durumlarda değişik paternlerde yani şekil veya desenlerde olabilir (Payne-James & Jones, 2019). Örneğin ütünün üçgen şeklindeki yanığı gibi karakteristik kalıplar olabilir. Bazı durumlarda ise cisimler, giysiler aracılığıyla vücuda çarpabilir ve ortaya çıkan deseni gizleyebilir veya cisim, vücutla yalnızca kısmi temas kurarak, tanımayı daha da zorlaştıran kısmi bir desen üretebilir (Madea, 2014). Tuhaf desenli yaraların tanımlanması özellikle mağdurun küçük olduğu ve olayı anlatamadığı durumlarda hikayenin aydınlatılmasına yardımcı olabilir.

Yaranın oluş zamanını belirlemek adli olayla illiyetini kurma yönüyle önemlidir. Örneğin taze yaralar kanamalı olurken geçen zaman içinde kabuklaşma, iyileşme ve nedbeleşme gerçekleşecektir. Yaranın ağırlık derecesi, kemik kırığı, damar veya sinir hasarı olup olmadığı sakatlık oluşup oluşmadığı değerlendirilmesi gereken önemli noktalardır. Cinayet, intihar veya kaza orjinli olup olmadığı, ölümle illiyeti bulunup bulunmadığı açıklanması gereken diğer konulardır.

Yaraların Sınıflandırılması

a) Künt nitelikli cisimler ile meydana gelen yaralar
b) Kesici nitelikteki cisimler ile meydana gelen yaralar
c) Delici nitelikteki cisimler ile meydana gelen yaralar
d) Ateşli silahlar ile meydana gelen yaralar
e) Patlayıcılar ile meydana gelen yaralar
f) Isı, elektrik, radyasyon gibi etkiler ile meydana gelen yaralar
g) Kimyasal maddeler ile meydana gelen yaralar
h) İnsan ve hayvan ısırıkları

A) Künt Travmatik Yaralar

Kesici ve delici özellikleri olmayıp ağırlıkları ile etki eden cisimlere künt cisimler, bunların oluşturdukları yaraya ise künt cisim yaralanması denir. Uygulamada en sık görülen ve değerlendirilen travmalardır (Özaslan & Sorumlulukları, 2011). Tokat, yumruk, tekme, taş, sopa, dipçik, odun, job, demir çubuk künt cisim örnekleridir. Hareket halindeki cismin mağdura çarpması aktif tesir olarak adlandırılır. Ayrıca künt travmatik yaralar cisimlerin sabit olup vücudun hareketli olduğu durumlarda sert cisme sürtünme veya çarpma neticesinde de meydana gelebilir (Polat, 1997). Bu durum pasif tesir olarak adlandırılır. Örneğin karşıdakinin yüzüne kafa atılması. Trafik kazası ve yüksekten düşme gibi genel beden travması sonucu meydana gelen yaralanmaların birçoğu da künt travmatik yaralanmalar içerisinde yer almaktadır.

Künt travmatik yaralanmalar her zaman belli bir şekil ve morfoloji göstermeyen yaralardır. Aynı cisimle olsa bile darbenin şiddeti, yeri ve mekanizmasına göre değişebilmektedirler. Bu nedenle künt travmatik yaralanmalarda cismin tanımlanması zor olabilir. Bu gibi durumlarda olayın öyküsüne göre yaraların değerlendirilmesi uygun olacaktır. Desen gösteren yaralarda cismin tanımlanması daha kolay olabilir. Bir künt travma örneği olan yumruk tesiri ile sıyrık ve ekimoz görülebilir, dudak parçalanabilir, diş kırığı ve periorbital ödem oluşabilir. Çocukta karına yönelik künt darbe sonucunda barsak ve karaciğer rüptürü görülebilir. Yüksekten topuğu üzerine düşen bir kişide kafa tabanında, vertebralarda, femur boynunda ve kalkaneusta kırık görülebilir (Purdue, 1999).

Sıyrık: Derinin çoğunlukla epidermis tabakasının kaybı ile oluşan yüzeysel yaralardır. Bazen dermis tabakası da etkilenebilir. Pürüzlü bir yüzey ile cilt arasında, genellikle teğet geçen bir kesme kuvveti içeren temas olduğunda ortaya çıkarlar. Ayrıca, kuvvet cilde dikey olarak uygulandığında cildin ezilmesinden de kaynaklanabilir. Sıyrığı oluşturan etken künt karakterde bir cisim ise kesitinde daima ekimoz görülür. Spesifik sıyrık türleri arasında çizikler (örneğin tırnakların neden olduğu doğrusal aşınmalar), sürtme sıyrıkları (çok yüzeysel aşınmalar), nokta veya oyuk sıyrıkları (metal çiviler gibi nesnelerin neden olduğu daha derin doğrusal aşınmalar) yer almaktadır.

Epidermiste kan damarları bulunmadığından, yüzeysel aşınmalar kanamayabilir, ancak dermis ve epidermis arasındaki bağlantının kıvrımlı yapısı ve dermal kıvrımlarda kan damarı halkalarının varlığı, derin sıyrıklarda noktasal kanamalı görünüme sebep olabilir (Figley et al., 1997). Bu nedenle daha derin sıyrıklar kanayabilir, daha sonra kabuklanma ve olası yara izi ile sonuçlanabilir. Sıyrık yüzeyinin değişimi oluşum zamanı hakkında fikir verebilir.

Aşınmanın boyutu, şekli ve türü, cismin cilde temas eden yüzeyinin yapısına, şekline ve temasın yapıldığı açıya bağlıdır. Bir nesnenin kare köşesi ile temas (örneğin bir tuğla) doğrusal bir aşınma ile sonuçlanabilirken, aynı nesnenin bir kenarı ile temas daha geniş bir aşınma alanına neden olacaktır.

Özellikle trafik kazalarında yol gibi pürüzlü bir yüzeyle temas, daha yüksek güç seviyeleri ile ilişkili olduğundan fırça darbelerini andıran geniş sıyrık alanlarına neden olacaktır. Sırtta yaygın aşağıdan yukarıya veya tersi eksende seyreden çizgiler gösteren sıyrıklar yerde sürüklenmeyi, yarım ay şeklindeki sıyrıklar tırnak yada benzeri cisimleri, diz ve dirseklerdeki sıyrıklar düşmeyi

düşündürür (Bilge, 2008). Sıyrıkların boyunda olması elle boğmayı, ağız ve burunda olması ağız burun tıkamasını, genital bölgede veya cinsel organlarda bulunması ise cinsel saldırıyı gösterebilir.

Ekimoz: Künt travma neticesinde kanın hasarlı damarlardan civardaki dokulara sızması nedeniyle gelişen cilt yüzeyindeki renk değişikliğidir. Çürük veya morluk olarak da adlandırılır. En sık ciltte görülmekle birlikte kas ve iç organlar dahil daha derin dokularda da ortaya çıkabilir. Kan damarlarına verilen hasarın boyutu genellikle uygulanan kuvvetle orantılı olup kuvvet ne kadar büyükse, kan damarları o kadar fazla hasar görecek dolayısıyla kan sızıntısı ve ekimoz da o kadar büyük olacaktır (Rutty, 2001). Ayrıca cismin isabet ettiği vücut bölgesi, cinsiyet, kanın pıhtılaşma kabiliyeti gibi etkenlerde yine ekimoz büyüklüğünü etkileyecektir. Örneğin travmaya maruz kalan bölgenin altında kemik dokusu varsa ekimoz daha geniş olmaktadır. Yine ekimoz çocuklarda, kadınlarda, yaşlılarda, doku yapısı gevşek olanlarda daha kolay oluşmaktadır.

Ekimozlar genellikle şekilsiz olup tek başlarına olabilecekleri gibi sıyrık alanının içinde veya etrafında da olabilirler. Göz kapağı ve skrotum gibi gevşek dokularda kan çabuk yayılır ve ekimoz genişler. Bazı durumlarda cilt altında hiçbir şey görülmeden gluteal bölge, uyluk, baldır gibi kalın kas grubunun olduğu derin dokularda ekimozlar oluşabilir (Catanese, 2016). Kas arası ve derin ekimozlar zamanla yer çekimi etkisiyle difüzyon sonucu yüzeyden görünür hale gelebilir. Ekimoz sebep olan cismin şeklini alabilir. Sopa, jop, demir çubuk gibi ince uzun cisimler birbirine paralel tarzda tren rayları şeklinde ekimoz meydana getirirler. Trafik kazasında, vücudun üzerinden araç geçmesine bağlı lastik izleri şeklinde ekimoz görülebilir. Çocuk istismarı olgularında sarsılma esnasında kol ve bacaklarda oval şekilli ekimozlar görülebilir. Bazen ekimoz doğrudan travma bölgesinde oluşmayıp daha alt seviyesinde görülebilir. Örneğin parietotemporal bölge yaralanmalarında kulak altında, kol yaralanmalarında dirsekte, femoral bölge yaralanmalarında ise popliteal bölgede ekimoz görülebilir. Pıhtılaşma mekanizmasının bozuk olduğu skorbüt, siroz, lösemi gibi hastalıklarda, antikoagülan tedavisinde kendiliğinden de ekimoz meydana gelebilir. Böyle vakalarda anamnezde travma öyküsü olmayabilir. Ekimoz vital bir lezyon olup ölümden sonra oluşmamaktadır.

Ekimozda cilt genellikle düz seviyededir. Zamanla görüntüsünde değişiklikler olur. Başlangıçta kırmızı mor renklidir. İkinci günde siyahlaşmaya, 3.güne doğru mavileşmeye, 6.güne doğru yeşil renk oluşmasına, 8.güne doğru sararmaya, 12.günde ise dıştan içe doğru kaybolmaya başlar (Langlois & Gresham, 1991). Bu gelişim ekimoz zamanını değerlendirme açısından önemlidir. Ancak yaş, cinsiyet, doku yapısı, derinliği, pıhtılaşma bozuklukları gibi birçok faktör bu değişimi etkilediğinden renk değişimi ekimoz yaşı hususunda kesin fikir vermeyebilir.

Yırtık (laserasyon): Laserasyonlar ciltte yarıklar veya yırtıklar olarak görünmekte olup cildi sıkıştıran veya geren künt bir kuvvetin sonucu meydana gelmektedirler. Derinin tüm kalınlığı boyunca yayılabilirler ve bol miktarda kanayabilirler. Laserasyon gelişiminde özellikle darbenin geldiği vücut bölgesi ve doku tipi önemlidir. Cildin uygulanan kuvvet ile alttaki kemik arasında sıkışabileceği yerlerde (yani kafa derisi, yüz, dirsekler, dizler vb.) en yaygın olanıdır. Kalça, göğüs ve karın gibi vücudun yumuşak, etli bölgelerinde şiddetli kuvvet uygulanmadıkça nadiren görülürler.

Laserasyonun kenarları genellikle düzensiz olmakla birlikte ince ve düzgün bir cisim vücudun kemikli bir bölgesinde yaralanmaya neden olursa, oluşan yara keskin sınırlı görünebilir ve kesici delici alet yaralanmasıyla karıştırılabilir. Kenarların dikkatli bir şekilde incelenerek ezilme ve ekimoz olup olmadığı yönünden değerlendirilmesi ilaveten yaranın iç yüzeylerinin incelenerek köprü oluşturan liflerin varlığını laserasyonu kesiden ayırt etmekte önemli hususlardır (Ekizoğlu & Arıcan).

Vücuda oblik ya da tanjansiyel olarak gelen darbe etkisi ile dokunun bağlı bulunduğu yerden yırtılarak ayrılmasına avulsiyon denir. Bir laserasyon çeşididir. Lokalize olabileceği gibi geniş vücut bölgelerini de içerebilir. Trafik kazaları veya iş kazaları sonucu cilt ciltaltı dokusu, fasya veya kemik dokudan ayrılabilir.

Hematom: Travma sonucu yırtılan damarlardan çıkan kanın doku boşluklarında birikmesine denir. Saçlı deri gibi yüzeyel bölgelerde meydana geldiğinde ciltten kabarık bir çıkıntı oluşturur. Bazen kemik kırıklarına bağlı olarak damarların yırtılması neticesinde derin dokularda büyük hematomlar meydana gelebilir.

Doku ezilmesi-kontüzyon: Travmalarda bazen cilt bütünlüğü bozulmaksızın darbenin şiddetine bağlı olarak dokularda ezilme meydana gelebilir. Cilt kontüzyonları basit travmatik lezyonlardır. Ancak iç organlarda oluşan kontüzyonlar hayati tehlike oluşturabilir. Kafatası travmalarında beyinde oluşan kontüzyon, göğüs travması neticesinde gelişen miyokart kontüzyonu bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

Kırık: Travmaya bağlı olarak kemiklerde çeşitli şekillerde kırıklar meydana gelebilir. Bu kırıklar açık veya kapalı olabilir. Açık kırıklarda cilt bütünlüğü bozulmuş olup birlikte kanama, ekimoz ve laserasyon görülebilir. Yine travmaya bağlı eklemlerde ayrılma olabilir. Kırığın bulunduğu alanda şekil bozukluğu, ödem, ağrı ve fonksiyon kaybı gelişir. Yüz, ekstremite ve pelviste görülen kırıklar sıklıkla direkt travma etkisiyle gelişebileceği gibi indirekt etkiyle de meydana gelebilir. İndirekt kırık çekmeye, angulasyona, rotasyona, kompresyona bağlı olabilir. Örneğin, quadriceps kaslarının çekmesi sonucu patella kırığı gelişebilir. Burkulma sonucu rotasyona bağlı kemik kırığı oluşabilir. Trafik kazalarında ise komplike kırıklar meydana gelebilir. Kemik kırıkları Türk Ceza Kanunu'nda ayrı bir başlık altında değerlendirilmekte olup ağırlık derecesinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

B) Kesici Nitelikte Cisimlerle Meydana Gelen Yaralar

Kesici alet yaraları: Keskin yüzeyleri ile cildi ve dokuları kesen aletlere kesici aletler denir. Batıcı ve ezici özelliği olmadan yalnız keskin tarafının sürtülmesi ile yara oluşmakta, ekimoz ve ezik görülmemektedir. Bıçak, jilet, cam, ustura kesici aletlere örnektir. Kesici alet üzerinde yapılan bası hafif olduğunda ciltte kesik vasfında sıyrıklar, fazla olduğunda ise derin cilt, kas ve doku kesik yaraları meydana gelecektir (Bleetman et al., 2003). Bu tür yaralarda yaranın dudakları yani kenarları düzgündür. Ancak aletin keskin olan kenarında çentiklenme varsa, yaranın dudaklarında da çentiklenme oluşabilmektedir. Aletin kesici yüzeyi kaba veya düzgün değilse yara da düzgün olmayabilir. Bu tür yaralarda yara uzunluğu derinliğinden fazladır. Kesik yaralar yüzeyel bir kuyrukla başlamakta, giderek derinleşerek yaranın orta bölümünden sonra yine yüzeyelleşmekte ve çizgi şeklinde bir kuyrukla son

bulmaktadır. Yaranın her iki ucundaki açı dar açıdır. Yaranın genişliği vücutta bulunduğu bölgeye ve kas liflerine göre değişkenlik göstermektedir. Kesilen yara kas liflerine paralel olarak kesilmiş ise yara açılması, dolayısı ile yaranın genişliği az, doku dikine kesilmiş ise açılma, yani yaranın genişliği fazla olmaktadır. Kesici alet vücudun girintili, kıvrıntılı bölgelerine temas etmiş ise tek bir hareketle birden fazla kesik oluşabilir. Kesici aletler kemiği kesemezler. Kemik üzerinde çizik oluştururlar. Kafa boşluğuna giremezler. Kesici alet yarası cinayet, kaza, intihar orjinli olabilir. Simülasyon, yani bireyin temaruz amacı ile kendisi tarafından vücuduna yapılmış olması da bir diğer hususdur. Simülasyon yaraları çoğunlukla elin yetişebileceği, tehlike yaratmayan bölgelere yapılır. Ciltte kesik şeklinde olup sayıları fazladır. Bir diğer orijin psikopatik davranış gösteren bireylerin kol, göğüs ve karın cildini, sıklıkla jiletle kesmesi şeklinde oluşmaktadır. Kaza durumlarında ise kişi kesici bir yüzey veya cisim üzerine düşebilir. Cinayet vakalarında hedef çoğunlukla baş ve boyun olup savunma yaraları da çoğunlukla avuç içi, parmaklar ve el sırtında görülmektedir. Büyük damar yaralanmaları hayati tehlikeye sebebiyet verebilirler.

Kesici ezici alet yaraları: Ağırlığı ile ezen, keskin olan kenarları ile cilt ve dokuları kesen aletlere kesici ezici alet, meydana getirdikleri yaralara da kesici ezici alet yarası denilmektedir. Keser, balta, satır, pala kesici ezici aletlere örneklerdir. Alet vücuda çapraz olarak gelirse büyük parçalar koparabilir. Yara dudakları kesici alet yaralarına benzer şeklinde düzgün olmakla birlikte yaralanan dokularda ekimoz ve kontüzyona da rastlanır (Schmidt, 2010). Bu aletler kesici aletlerden daha derin yaralar oluştururlar. Yaranın her iki uçtaki açısı yine dar olmakta ancak kuyruk içermemektedir. Alttaki kemik dokuda hasara ve kırıklara yol açabilirler. Alet yeterince keskin ise oluşturacağı yara daha çok kesici alet yarasına benzeyecek, alet yeterince bilenmemişse yara künt cisim yarası gibi görünecektir. Kesici ezici aletler kafayı, kol, bacak ve parmakları ampute edebilirler.

Kesici delici alet yaraları: Sivri uçları ile cildi ve dokuları delen, keskin uçlarıyla kesen aletlerle oluşan yaralardır. Kama, sustalı çakı, bıçak türleri kesici delici aletlere örnektir. Aletin vücuda sokulan keskin kısmına namlu, elle tutulan kısmına kabza, aletin kaymasını engelleyen namlu ile kabza arasında yer alan kısmına ise mahmuz adı verilir. Yaranın dudakları genellikle düzgün olup derinliği boyuna göre çok daha fazladır. Yaranın boyu aletin hem girerken hem de çıkarken yarayı büyütmesine bağlı olarak aletin batan kısmının genişliğinden büyüktür. Yaranın derinliği aletin vücuda girdiği bölgeye bağlı olarak namlu uzunluğuna eşit, kısa veya uzun olabilir. Bu durum aletin kullanım şekli yani yön ve hız, dokunun elastikiyeti ve aletin ne kadarının vücuda battığıyla ilişkilidir (Deniz & Dokgöz, 2019). Aletin bir ucu keskin bir ucu künt ise, yaranın keskin taraftaki açısı dar, künt taraftaki açısı geniş olacaktır. Aletin iki tarafı da keskinse yaranın her iki tarafındaki açı dar olacaktır. Kullanılan aletin şekline göre yaralar meydana gelir. Alet vücuda sokularak çevrilirse yara ağzı kelebek vari şekilde görülür. Kesici kenarın özelliğine bağlı olarak yara kenarlarında çentiklenmeler meydana gelebilir (Karakasi et al., 2016). Penetran özellikteki bu aletler, vital organ ve büyük damar yaralanmalarına yol açarak hayati tehlikeye sebebiyet verebilirler. Kesici delici alet yaralanmalarında yaranın sayısı, anatomik yerleşimi, kenarlarının özelliği yani şekli, boyu, derinliği, doğrultusu ve seyri önem arz etmektedir. Yaranın açıları ve boyu değerlendirilirken dudakların yaklaştırılması kolaylık sağlayacaktır. Yaranın bulunduğu vücut bölgesi, aletin nüfuz ettiği organ veya doku hayati tehlikeye sebebiyet vermesiyle doğrudan ilişkilidir.

İntihar orijinli kesici delici alet yaralarının kendine özgü özellikleri bulunmaktadır. Birbirine yakın ve paralel gruplar halinde görülür. İntihar girişimlerinde en çok kullanılan yerler bileklerin iç yüzü ve boğaz olup bunlara tereddüt kesileri eşlik eder (Karger et al., 2000). İlk kesiler çoğunlukla yüzeyel olup ölüm kararı kesinleşince yaralar derinleşir. Sağ ellerini kullananlarda kesiler sıklıkla sol tarafta derin olup yara kuyrukları sağa doğrudur. Cinayet olaylarındaki kesiler tereddüt kesilerini içermemektedir.

Delici alet yaraları: Sivri uçlarıyla cildi delen aletlerdir. Örnek olarak iğne, çivi, çuvaldız, şiş, tığ, tornavida verilebilir. Bu aletlerin oluşturduğu yaraların en önemli özelliği yaranın derinliğinin boyuna göre çok fazla olmasıdır. Yaranın şeklini aletin uç özellikleri belirler. Dört köşeli sivri bir demir, artı şeklinde, yıldız tornavida üç köşeli yıldız şeklinde batma yarası oluşturacaktır. Yuvarlak uçlu alet oval şekilli yara oluşturabilir. Delici alet cildi gererek dokuları birbirinden ayırır. Delici alet yaraları çoğunlukla kaza sonucu oluşur. Ancak yeni doğanlarda delici aletin kalbe ve fontanellerden beyine batırılması yoluyla gerçekleştirilen cinayetler bildirilmiştir (Catanese, 2017).

Topoğrafilerine Göre Yaralar

Vücudun bazı bölgeleri travma türlerine özellikle duyarlı olabilir. Örneğin tek bir bıçak yarası ekstremitelerde ölümcül bir sonuca çoğunlukla sebep olmazken kalbe veya abdominal aortaya nüfuz ederse, hayati tehlike çok daha olasıdır. Vücut bölgesine göre yaralanma paternlerinin ve bu yaralanmaların potansiyel komplikasyonlarının dikkate alınması, travmanın hem klinik hem de patolojik değerlendirilmesinde önemli bir bileşendir.

Kafa Yaraları

İnsan kafasının iskeleti üç ana bölüme ayrılmaktadır: mandibula, yüz iskeleti ve beyni içeren kalvaria. Kalvaria, her biri farklı kalınlıkta olan sekiz kemik parçasından oluşmaktadır. Kafatası kısmen beyni korumak, kısmen de özel duyuların alıcı organları için hareketli, fakat güvenli bir platform sağlamak üzere tasarlanmıştır.

Adli tıp pratiğinde en sık görülen bölgesel yaralanmalar kafa yaralanmalarıdır. Kaza, düşme, darp ve kavga sırasında kafa sıklıkla darbe alır. Kafatası kemik kırığı, çatlak, beyin doku harabiyeti, sinir liflerinin yırtılması, kafa içi basınç artışı meydana gelebilir ve hayati tehlikeye sebebiyet verebilir. İlaveten kafatası içindeki dokuların yaralanması herniasyon, enfarktüs, kompresyon, beyin ödemi, enfeksiyonlar ve hidrosefali gibi komplikasyonlara yol açabilmektedir (Catanese, 2007). Kafada meydana gelen yaralanmalar genellikle künt travmaya bağlı olup kesici cisim yarası daha az görülmektedir. Hareketli bir cisim duran kafaya çarpabileceği gibi hareketli olan kafa sabit bir cisme çarpabilir (Dunn et al., 2003). Bu durumlara koşarken kafanın bir yere çarpılması veya yüksekten düşme sonucunda kafanın yere çarpılması örnek olarak verilebilir. Trafik kazalarında ise hem kafa hem cisim hareket halinde olabilir. Bunlara direkt çarpma denir. Bazı durumlarda ise yüksekten ayaklar veya pelvis üzerinde düşme neticesinde kafatasına iletilen kuvvete bağlı olarak kafatası kaide kemiklerinde ve kafa içi yapılarda çeşitli hasarlar oluşabilir. Bunlara ise indirekt çarpışma denir.

Kafa bilindiği üzere boyun aracılığıyla çeşitli yönlere hareket edebilmektedir. Bu hareket travmanın etkisiyle ani ve süratli bir biçimde birden meydana gelirse, bu ani başlangıç ve bitiş kafatası içindeki dokularda yaralanma meydana getirecektir. Aksonların yaralanmasına bağlı akson hasarı, dura ve köprü venlerin yırtılmasına bağlı olarak subdural ve subaraknoid kanamalar meydana gelebilir. Bunlara akselerasyon-deselerasyon yaralanmaları denilmektedir. Bu durum dövülmüş çocuk sendromunda da ortaya çıkabilmektedir (Geddes et al., 1997). Kavgalarda sık travmaya uğrayan organlardan biri de burundur. Buruna gelen darbeler ile kanama, hematom ve kemik kırığı gelişebilir.

Kafa Derisi Yaralanmaları

Kafa derisi çoğunlukla saçlarla örtülü olup altında kan damarlarından zengin fasya dokusu, altta ise bağ dokusundan zengin aponevrotik galea yer almaktadır. Saçlı derinın kafatası üzerinde koruyucu etkisi olup saçsız birinin kafatasını kırmak için gereken enerjiyle saçlı birinin kafatasını kırmak için gereken enerji arasında büyük fark olduğu saptanmıştır. Bu bölgenin yaralanmaları oldukça kanamalı olup bu durum alttaki zengin damar yapısından kaynaklanmaktadır. Künt kafa travma neticesinde meydana gelen saçlı deri laserasyonu, saçlı derinin, kafatası ile uygulanan güç arasında kalmasına bağlı olarak kenarları düzgün oluş sebebiyle kesici delici alet yarası ile karışabilmektedir. Dikkatle bakıldığında yara dudakları ve dip kısımlarda, kopmamış doku ve lif köprüleri ayırt edilir. Kafa derisinden kafa içine doğru venöz bağlantılar olduğundan bu bölgedeki yaralanmalarda menenjit ve beyin absesi gelişebilmektedir. Saçlı deri bölgesinde ekimozun yer değiştirmesi sebebiyle göz çevresinde ekimoz (bunlara gezici ekimoz adı verilmektedir) görülebilmektedir. Travma bazen saçlı deride gözle görünür bir yara bırakmayabilir. Geniş cilt altı hematomu oluşabilir. Sert bir tümsek halinde olabilir. Zamanla yumuşar. Yara oluşmadığı halde kemik kırık ve çatlağı ile merkezi sinir sistemi lezyonu oluşabilir.

Kafatası Kırıkları

Kafatası rijit olmasına rağmen bir miktar esneme yapabilir ve şayet uygulanan kuvvetler kafatasının esneme kabiliyetini aşarsa kırıklar meydana gelir. Bu nedenle kırık bölgesi, uygulanan kuvvet lokalize çökmüş bir kırıkla sonuçlanmadıkça, verilen enerjinin kafatasının esneme kapasitesini aştığı noktayı temsil etmekte olup bunun mutlaka çarpma bölgesinde olması gerekmez (Hein & Schulz, 1990). Kafatasının kırılmadan önce deforme olma kapasitesi yaşa göre değişir ve bir bebek kafatası çarpmadan sonra kırılma olmaksızın önemli düzeyde esnemeye izin verebilir.

Kafatası kırığının varlığı, kafaya künt kuvvet uygulandığını gösterir ve bu tür bir kuvvetin intrakraniyal içeriğe iletilmesi hayati tehlikeye sebebiyet veren yaralanmaya neden olma potansiyeline sahiptir. Ölümcül beyin hasarı, dışarıdan görülebilen kafa derisi yaralanması veya kafatası kırığı olmadığında da meydana gelebilir ve tersine, kafatası kırığını örten kafa derisi yaralanması, minimal beyin hasarı veya nörolojik hasar ile ilişkili olabilir (Yoganandan et al., 1995). Ancak klinik uygulamada, kafatası kırığı varlığında her zaman kafa içi yaralanmadan şüphelenilmelidir. Kafatası travmalarında dış belirti olarak saptanan burun, nazofarinks ve kulak yolu kanamaları kafa kaide kırığını düşündürür. Hafif bir çatlak veya kırık ekstra dural bir kanamaya sebebiyet verebilir. Kırığın açık veya kapalı olması da önem arz eder.

Düşük bir enerji geniş bir alana aktarıldığında basit çizgisel kırık oluşur. Örneğin düşme anında kafanın zemine çarpılması. Çizgisel kırığı meydana getiren enerji daha şiddetli olursa, çarpma noktasından çevreye doğru yıldızvari kırık hatları oluşur. Küçük bir kemik yüzeyine şiddetli ve künt travma çökme kırığı oluşturur. Çökme kırıkları çoğunlukla kafaya sert ve künt cismin vurulmasıyla oluşur. Kafatasına balta, keser, çekiç, satır gibi aletlerle vurulursa hem kemik kesilmesi hem de kesiğin iki ucundan başlayan kırık hatları oluşur.

Başın tepesine gelen darbeler çoğunlukla parietal kemiklerden geçen uzun, lineer kırıklarla sonuçlanır ve uygulanan kuvvet şiddetliyse, genellikle temporal petröz ön kısımdan orta kafa çukuruna, kafatasının tabanına doğru geçebilir. Kırık hatları her iki taraftan kafa tabanı boyunca uzanıyorsa, orta hatta, hipofiz çukurunda buluşabilir ve kafa tabanı boyunca tam bir kırık oluşturabilir. Buna menteşe kırığı denir. Bu tip kırılma şiddetli kuvvetin uygulandığını gösterir. Trafik kazalarında veya yüksek binalardan düşmelerde görülebilir. Kuvvetin omurga yoluyla kafatasının tabanına iletildiği ayakların üzerine düşme vakalarında, foramen magnum çevresinde kafatasının tabanında halka kırılması görülebilir. Buna aynı zamanda indirekt kafatası kırığı da denir. Alt çeneye yönelik bir darbe, örneğin atılan bir yumruk kafatası kaidesinde kırık oluşmasına yol açabilir. Bu da yine indirekt kırık örneğidir.

Kemikteki kırık, darbenin isabet ettiği noktada olabileceği gibi, darbe noktasının uzağında ters tarafta da olabilir. Aynı darbe neticesinde hem darbe noktasında hem de darbe noktasının uzağında kırık oluşabilir. Bu nedenle kırığı her zaman saçlı derideki yaralanmanın olduğu bölgede aramak doğru olmayabilir. Çok şiddetli travmalarda, kafa tamamen parçalanabilir. Kafanın ön-arka veya sağ-sol planda sıkıştığı durumlarda en uç noktada (meridian) kırık hattı meydana gelebilir. Kafatasındaki bir kırığı şüphelenilen künt cisim veya aletlerden hangisinin meydana getirdiğinin tespit edilmesinde temkinli olmak ve çoğu zaman ayrım yapılamayacağını unutmamak gerekir.

Kafaiçi Yaralanmaları

Kafatası boşluğu içinde bulunan herhangi bir yara, kanama veya lezyonun klinik açıdan ciddiyeti, kafa içi basıncını artırma seviyesi ve bunun sonucunda beyin fonksiyonlarında sebep olabileceği etkilerin şiddetiyle bağlantılıdır. Yer kaplayan bir lezyonla sonuçlanan kafa içi kanaması, kafa travmasını takiben, genellikle gecikmiş veya gözden kaçan tanıların bir sonucu olarak, birçok ölüm ve sakatlığın nedenidir. Kanama beyni sıkıştırabilir, yeterli süre ve miktarda devam ederse kraniyal boşluk içindeki basıncı yükseltebilir. Kafa içi basınç arttıkça beyne giden kan akışı azalır ve kafa içi basıncı arteriyel kan basıncına eşit veya onu aşan bir noktaya ulaşırsa beyne giden kan akışı durur (Graham et al., 1987).

Kafatası içindeki kan damarlarının anatomik yerleşimi, travma sonucunda meydana gelebilecek kanama çeşidi hakkında önemli bir belirleyici rolü vardır. Meningeal arterler, kafatasının iç tabulasındaki sulkuslarda seyrederek duranın dışında uzanırlar. Bu sayede çoğunlukla ani harekete bağlı kesme yaralanmasından korunmalarına karşın, trajelerinden geçen kırık hatlarından etkilenerek hasar görebilirler. Venöz sinüsler dura içinde bulunmakta olup bağlantı damarları sinüsler ile kortikal damarlar arasında seyrederler. Bu damarlar, beyin ve kafatası arasında farklı hareket

olduğunda, özellikle akselerasyon-deserelasyona sonucu gelişen laserasyon yaralanmaları için riski altındadırlar (Adams et al., 1989). Beyne, serebral arterlere ve damarlara esas kan temini, araknoid zarın altından sağlanır ve genellikle penetran yaralanmalar dışında tüm yaralanmalardan korunur.

Epidural Kanamalar. Kafatası ile dura arasındaki epidural (ekstradural) aralıkta meydana gelen kanamalardır. Epidural kanama, meningeal arterin, özellikle de orta meningeal arterin temporal kemikteki seyrinde hasar görmesiyle ilişkilidir (Heinzelmann et al., 1996). Kafatası kırığı neticesinde olabileceği gibi kırık oluşmadan kafa travmasına bağlı da gelişebilir. Bu damarın hasar görmesi, epidural boşlukta arteriyel kanamaya yol açar. Kan biriktikçe durayı üstteki kafatasından ayırır ve bir hematom oluşturur. Arteriyel kanamanın hızlı olması muhtemeldir ve hematomun gelişmesi beynin hızlı bir şekilde yer değiştirmesine ve semptomların hızla başlamasına neden olacaktır. Ekstradural kanamalar, kafa travması ve ardından hızlı kötüleşmeden önce yarım saat veya daha uzun bilincin açık olduğu dönem sonrası bulguların ortaya çıktığı kanamalardır. Klinik belirtilerin ortaya çıkması bazen 4 ila 8 saati bulabilir. Yaşlılarda dura kemiğe sıkıca yapışık olduğundan kanama hızı azalır. Yaklaşık 100 cc hacmindeki bir hematom, klinik belirtilerin ortaya çıkmasına neden olur ve hayati tehlikeye sebebiyet verir. Nadiren, hasarlı perforan damarlardan veya dural sinüslerden venöz kanamanın bir sonucu olarak ekstradural kanama gelişebilir, bu durumda semptomların gelişimi daha yavaş olacaktır.

Subdural Kanamalar. Dura ile beyni saran araknoid arasındaki subdural aralıkta meydana gelen kanamalardır. Çoğunlukla travmaya bağlıdır. Mutlaka kafatası kırıkları ile ilişkili değildir. Beyin hemisferleri ile dural sinüsler arasındaki köprü venlerin yırtılması neticesinde gelişir. Kafanın çeşitli yönlerdeki ani hareketleri neticesinde meydana gelir. Yaşlılarda ve alkolik kişilerde daha sık görülür. Özellikle yaşlılarda sık görülmesinin sebebi serebral atrofiye bağlı olarak subdural mesafenin artmasıdır. Pıhtılaşma bozuklukları ve antikoagülan ilaç kullanımı gelişmesinde yatkınlığa sebep olur. Akut subdural hematom olabileceği gibi, yavaş gelişen subakut ve kronik subdural hematom çeşitleri de vardır. Akut subdural bir hematomda kanama 50 cc hacme geldiğinde hayati tehlike yaratır. Nadiren, subdural kanamalar tanıdan aylar hatta yıllar önce mevcut olabilir ve tanı genellikle spesifik olmayan nörolojik değişiklikler nedeniyle zor olabilir (Aromatario et al., 2021).

Subaraknoid Kanamalar. Araknoid ile pia mater arasındaki subaraknoid aralıkta meydana gelen kanamalardır. Travmatik kanamaların, kontüzyonların ve laserasyonların hemen hepsinde subaraknoid kanama eşlik eder. Dolayısıyla en sık karşılaşılan kanama türüdür. Bu kanama patolojik veya travmatik kökenli olabilir. Patolojik kökenli olanında sebep en sık Berry anevrizması rüptürüdür. Travma veya başın ani dönme hareketleri arteria carotis interna, vertebral arterler veya basiler arterlerde laserasyonlara sebebiyet verir (Bertozzi et al., 2020). Yüze gelen darbe internal karotis arterin veya Willis poligonunun, boyuna gelen darbeler vertebral arterlerin rüptürüne yol açabilir.

Beyin Ezilmesi. Ezilmeler çarpışmaya bağlı gelişen ve en sık görülen beyin lezyonlarıdır. Ezilmeler, çarpma noktasında (coup lezyon) veya çarpma noktasının karşı tarafında (contre-coup lezyon) oluşmaktadır (Dawson et al., 1980). Kafa üzerine düşmelerde çarpma noktasının karşısında kontur-kup kontüzyon oluşurken çarpma bölgesinde hiç kup kontüzyon oluşmaz. Diğer taraftan kafaya sert bir cisimle vurulduğunda darbe noktasında kup kontüzyon oluşurken diğer tarafta kontur-kup kontüzyon oluşmaz. Bundan dolayı ezilme niteliği şahsın ne tür bir travmaya uğradığı hususunda fikir verebilir. Ezilmeler sıklıklar frontal ve temporal loblarda tespit edilmektedir. Ezilmeler çoğunlukla kortekste ve gyrus yerleşimli olmakla birlikte bazen beyaz cevhere de uzanabilirler.

Beyin Ödemi. Kafatası kırıkları veya kafa içi kanama ile sonuçlanan yaralanmalar, kafa ve dolayısıyla beyne uygulanan kuvvetin açık makroskopik belirteçleridir. Ancak bazen bu belirteçler olmayabilir ve akselerasyon-deselerasyon kuvvetlerinin bir sonucu olarak beyin önemli ölçüde travmatize olabilir. Travmanın kesin nedeni ne olursa olsun, bir bütün olarak beyin üzerindeki etkiler aynıdır ve vücudun birincil travmatik beyin hasarına verdiği tepkinin bir sonucu olarak beyin ödemi gelişir. Serebral ödem mekanizması karmaşıktır, ancak kısmen sıvının hücre dışı boşluğa transüdasyonundan kaynaklanır. Ödem geliştikçe, beyin şişer ve kafatası bu şişmeyi telafi etmek için kraniyal boşluğun sınırlarının ötesine genişleyemediğinden, kafa içi basınç yükselir ve beyin meningeal kıvrımların etrafında sıkışır (Wortzel et al., 2013). Serebellum altındaki tonsiller belirginleşir. Hipokampal girus ve unkus, tentorial açıklığa doğru girer ve hipokampal sulkus derinleşir. İnternal herniasyon adı verilen süreç gerçekleşir. Beyin şişmesinin uzun sürdüğü durumlarda, fıtıklaşan bölgelerde kanama odakları ve nekroz açığa çıkabilir (Zasler et al., 2012).

İntraserebral Kanamalar. Beyin dokusu içerisinde meydana gelen kanamalar intraserebral kanamalar olarak adlandırılır. Bu kanama çeşidi ateroskleroz, hipertansiyon veya tümör gibi hastalıkların seyri esnasında veya kafa travmasını takiben ortaya çıkabilir. Ventriküllerle ilişkili, yüzeyel veya derin, küçük veya geniş olmak üzere çeşitli morfolojiler gösterirler (Wortzel et al., 2013). Bu tip kanamanın bir travma sonucu mu veya hastalık sonucu mu meydana geldiğinin ayrımını yapmak için histolojik inceleme yapılması gerekir.

Boyun Yaralanmaları

Boyun, bazıları küçük, bazıları tamamen sakat bırakan birçok farklı türde yaralanmanın yeridir. Adli tıptaki önemi, üst solunum ve sindirim yolları, ana kan damarları, ana sinirler, omurga ve omurilik gibi çok sayıda hayati yapının varlığından kaynaklanmaktadır. Kolayca tutulabilmesi, başın boyun üzerinde hızlı hareket etmesi (örneğin bir trafik kazasında ani yavaşlama) önemli travmalara neden olabileceği anlamına geldiğinden, özellikle saldırı veya kazaların bir sonucu olarak yaralanmaya eğilimlidir. Boyuna zarar vermiş olması muhtemel travmatik hakaretleri takiben boyun bütünlüğünün korunması, klinik ve radyolojik değerlendirmeden önce zorunludur. Boyun cildinde ası ve bağla boğulmada ip izi, elle boğulmada parmakların oluşturduğu ekimozlar, tırnakların oluşturduğu küçük sıyrıklar tespit edilebilir (Shkrum & Ramsay, 2007). Boyun kaslarında ekimozlar, boyun damarlarında çeşitli hasarlar, hyoid kemik ve tiroid kartilaj kırıkları, omurga ve medulla lezyonları görülebilir.

Göğüs Yaralanmaları

Travmatik yaralanma ve ölümlerin önemli bir kısmını da göğüs yaralanmaları oluşturmaktadır. Göğüs yaralanmaları başlıca açık

göğüs yaralanmaları (penetran yaralanmalar) ve kapalı göğüs yaralanmaları (künt yaralanmalar) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Açık göğüs yaralanmaları ateşli silahla veya bıçak, keskin sopa, şiş gibi kesici-delici ve delici aletlerle meydana gelebilir. Bu aletlerle meydana gelen yaralanmalar esnasında akciğer, kalp, büyük damar, özafagus ve trakea hasar görebilir. Akciğerdeki yaralanma, hemotoraks ve pnömotoraksa sebep olabilir. Ayrıca kanın alveollere aspire edilmesi nedeniyle asfiksi gelişebilir (Wyatt et al., 2011). Kalbin en sık sağ ventrikül bölümü yaralanır. Penetre olan cisim kalp boşluğuna girebilir veya kalbi geçebilir. Perikard ve plevra boşluğuna kan dolabilir ve kalp tamponadı oluşabilir (Teixeira et al., 2009). Kardiyak tamponadda ölüm için yeterli kan miktarı 400-500 ml'dir (Dettmeyer et al., 2013). Göğüsün alt kısmındaki yaralanmalarda diyaframın delinmesi neticesinde batın organlarında da yaralanma meydana gelebilir (Rubikas, 2001). Batın organları göğüs boşluğuna doğru kayabilir. Bu tür yırtıklar sıklıkla sol tarafta olmaktadır çünkü sağ tarafta karaciğer diyaframa yaslanarak koruyucu etki gösterir.

Göğüs bölgesine gelen künt travmalarda deri de sıyrık ve ekimoz oluşurken kaburga kırıkları meydana gelebilir. Kaburga kırığına yol açan kuvvet fazla ise kırık uçlar içeriye doğru girerek plevra, akciğer ve perikardı yaralayabilir, ayrıca ağrıya sebebiyet vererek solunum sıkıntısı yaratabilir (Ramasamy et al., 2011). Trafik kazaları, yumruk ve tekme gibi direkt travmalarda kaburga kırıkları sıklıkla görülebilir. Kalp masajı esnasında da sternum ve kaburgalarda kırık gelişebilmektedir. Resüsitasyona bağlı kaburga kırıkları genellikle sol tarafta olup midklaviküler hattadır. Çocuk istismarı olgularında yeni doğanlarda kaburga kırıkları görülebilmektedir.

Künt travmanın direkt olarak göğüs bölgesine uygulanması akciğer, kalp, büyük damar ve özafagus yaralanmalarına sebebiyet verebilir. Örneğin yüksekten düşmelerde büyük damarlardan özellikle aortta yaralanmalar ve rüptür oluşabilmektedir. Ezici tarzda yaralanmalarda, trafik kazalarında, yüksekten düşmelerde hidrostatik basınç artışına bağlı kalpte rüptür meydana gelebilir, perikard kesesi de yırtılırsa göğüs boşluğuna kan dolar. Künt travmaya bağlı gelişen traksiyon, deselerasyon ve hidrostatik basınç değişiklikleri neticesinde büyük damar aort yaralanması meydana gelebilmektedir. Göğüs bölgesine önden gelen bir travma neticesinde kalp geriye doğru itilebilir ve aort kalbe girdiği yerin üzerinden transvers olarak yırtılabilir.

Göğüs bölgesine şiddetli kuvvet uygulandığında akciğerlerde kontüzyon oluşabilir. Akciğer yaralanmaları ise sıklıkla kırılan kaburga uçlarının akciğere saplanmasıyla meydana gelebilir. Kaburga kırığı olmadan da basıncın etkisiyle akciğerlerde yırtıklar meydana gelebilir. Alveol duvarlarında yırtılma ve interstisyel amfizem gelişebilir. Genel beden travmalarında hilusda yırtılmalar ve kopmalar oluşabilmektedir.

Batın Yaralanmaları

Batın yaralanmaları da açık (penetre) batın yaralanmaları ve künt (kapalı/penetran olmayan) batın yaralanmaları olarak iki gruba ayrılabilir.

Kesici-delici veya delici aletler, ateşli silah mermi çekirdeği peritonu delerek batında açık yaralanmalara sebebiyet verebilirler. Topografik özelliklerine bağlı olarak penetran batın yaralanmalarında birden fazla organ hasar görmektedir (Singh et al., 2012). İçi boş veya dolu batın organları yaralanabilir. Karaciğer, dalak, mide ve bağırsak yaralanmaları görülebilir. Kapladığı alan itibariyle en sık karaciğer yaralanmalarına rastlanır. Karaciğer yaralanmasına bağlı kanama ve şok neticesinde ölümler olabilir. Dalak penetran yaralanmalarında, karaciğer yaralanmalarına göre daha fazla kanama olmaktadır (Kodikara, 2009). Açık batın yaralanmalarında büyük damarlar delinerek iç ve dış kanamaya sebebiyet verir.

Künt batın yaralanmaları ise kaza sonucu düşmeler, trafik kazaları, batının tekmelenmesi ve yumruklanması gibi batına yönelik künt travmalar neticesinde oluşmaktadır. Batına direkt künt travma uygulandığında solid veya içi boş organlarda kontüzyon veya yırtıklar oluşabilir. Batın derisinde ekimoz, sıyrık veya laserasyon görülebilir. Bazen batın duvarında travmatik bir lezyon görülmeden de iç organlarda ağır hasarlara rastlanabilir. Batın iç organ yaralanmalarının bulgu ve semptomları klinik olarak yaralanmadan sonra birkaç saat herhangi bir belirti vermeyebilir.

Karaciğer konumu ve büyüklüğü göz önüne alındığında künt travmaya en sık maruz kalan organdır. Solid organ olduğu için künt travma neticesinde yırtılma veya ezilme meydana gelir (Rogers & Devera, 2018). Örneğin trafik kazalarında sıkışmaya bağlı ezilme tarzında yaralanmalar meydana gelmektedir. Transkapsüler yırtıklarda kapsülde ve parankimde yırtık bulunmaktadır. Bu durum şiddetli kanamalara sebebiyet verir. Subkapsüler yırtıklarda ise sadece parankimde hasar bulunmakta olup kapsül altında kanama ve hematom meydana gelebilir. Hematom zaman içinde rezorbe olabilir, kapsülü yırtarak iç kanamaya da neden olabilir. Karaciğerin ağır harabiyetlerinde safra kesesinde ve ekstrahepatik safra yollarında da hasar meydana gelebilir.

Dalak yaralanmaları sıkıştırma ve çekme travmalarına bağlı olarak gelişebilir. Genel beden travmasına bağlı laserasyon ve kopmalar meydana gelebilir. Subkapsüler kanama sonucu hematom gelişebilir ve kapsülün yırtılması iç kanamaya neden olabilir. Dalak laserasyonlarına trafik kazalarında kaburga kırıkları, pulmoner kontüzyon ve diyafragma rüptürü gibi yaralanmalar eşlik edebilir. Dalağın gecikmiş rüptürleri, peritoneal boşluğa bol kanama, buna bağlı şok ve ölümle sonuçlanabilir.

Pankreas retroperitoneal bir organ olup kısmen iyi korunmaktadır. Tek başına yaralanmasına nadir rastlanır ve çoğunlukla diğer organlarla birlikte yaralanır. Yüksekten düşme, tekme, hayvanın çiftelemesi, trafik kazası neticesinde yaralanabilir. Pankreasta ekimoz, hemoraji, ödem, yağ doku nekrozu tespit edilebilir (Rahayu et al., 2020).

Mide, epigastriuma gelen künt travma neticesinde batın araka duvarına doğru itilerek ezilebilir. Mide dolu ise aniden gelen travmanın sonucunda oluşan hidrostatik basınç artışı bu organın yırtılmasına sebep olabilir. Mide ve barsak lezyonları peritonite yol açabilir.

Batın ön duvarına kuvvet uygulandığında mide ve bağırsaklar sıkışarak yaralanabilir. Ezici travmalarda mide ve kalın bağırsaklar ince bağırsaklara göre daha az yaralanır. Mide ve bağırsaklar içi boş olup solid organlar değildirler ve hareket kabiliyetleri bulunmaktadır. Dolayısıyla travma sırasında yer değiştirerek yaralanmaları azalabilir. Bazen ise gerilmelere bağlı olarak tutunma

yerlerinden delinebilirler. Penetre travmaya bağlı gelişen bağırsak yaralanmaları, ince bağırsağın yer değiştirme kabiliyeti ve içi boş organların kompresyona dayanıklılığı sebebiyle ciltteki yaradan daha uzak bölgede meydana gelebilir.

Ürogenital Sistem Yaralanmaları

Böbreğe nafiz veya invaze olan yaralanmalar çoğunlukla ateşli silahlar veya kesici aletler ile meydana gelmektedir. Böbrekler, anatomik yerleşimleri sebebiyle künt travmalardan etkilenmemekle birlikte genellikle kesici delici aletler ile yaralanırlar. Bu yaralanmalar aşırı kanamaya yol açar. Sepsis, üriner fistül ve çevre dokulara idrar ekstravazasyonu gelişebilir. Penetran yaralanmalarda böbrek ile birlikte kolon yaralanmaları da görülmektedir. Trafik kazası ve yüksekten düşme gibi ağır travmalarda böbreğin vücuda tutunduğu bölgede ezilme ve yırtılma olabilir (Zerbo et al., 2020). Renal arter yaralanması kanama ve ölüme sebep olabilir.

Mesane dolu ise, batın alt bölgesine şiddetli darbe veya tekmelere bağlı olarak mesane delinebilir, rüptüre olabilir. Bu durumda hemen üzerindeki peritonda yırtılabilir. Mesane boşsa, künt travma etkisiyle yaralanma ihtimali daha azdır. Mesane pelvis kırığına bağlı olarak yaralanabilir. Üreter yaralanması oldukça nadirdir ve diğer organların yaygın hasarıyla birlikte görülür. Üretra tekme gibi direkt travmalara hassastır. Pelvis kırıklarında da yaralanabilir.

Uterusun künt travma ile yaralanması nadir görülür. Pelvis kırığına bağlı yaralanabilir. Gebelik durumunda ise künt travma önem arz eder. Dış genital organlar ise travmalara duyarlıdır. Cinsel saldırılar sırasında yaralanabilirler. Kavga sırasında atılan tekmelere bağlı olarak ezilme meydana gelebilir. Testislere yönelik künt travmalar ani refleks ölüme sebep olabilir.

Ekstremite Yaralanmaları

Ekstremitelerde tüm yara çeşitleri görülebilir. Ellerde savunma yaraları, bilekte ve dirsek iç büklümünde intihar amaçlı kesiler, ön kollarda görülen psikopatik kesiler, cam kesileri, ateşli şilah yaraları, trafik kazaları ve sanayi yaralanmaları görülebilir. Ekstremite yaralanmaları tek başına veya kafa, göğüs ve batın yaralanmaları ile birlikte de rastlanabilir (Cohen et al., 2016). Deride abrazyon, ekimoz ve laserasyon tespit edilebilir. Ciddi laserasyonlar cillten kemiğe kadar kas, damar ve sinir yaralanmalarını içerebilir.

Ağır künt travma neticesinde damarlarda ezilme, yırtılma veya kopma meydana gelebilir. Orta ve büyük çaptaki damar yaralanmaları hayati tehlike oluşturacak kanamalara sebebiyet verebilir. Büyük bir damarın yakınına gelen travmalar spazma yol açabilir. Herhangi bir yaralanma ekstremitenin kan dolaşımını bozabilir. Ekstremitelerdeki dokuların akıbeti dolaşımın yeniden sağlanma hızına ve bu süredeki beslenmesine bağlıdır. Eğer dolaşım 6 saat içinde yeniden başlarsa iyileşme tam olup bu süre çok uzarsa kaslarda nekroz gelişebilir. Nekroz gelişen kaslarda fibrozis ve neticesinde kas boyunun kısalmasına bağlı kontraktür ile deformitelere rastlanabilir (Iscan & Steyn, 2013). Örneğin brakial arterin yaralanması ellerde kontraktür gelişmesiyle sonuçlanabilir. Ayrıca motor ve duyu sinirleri de iskemiye en duyarlı dokulardır.

Ekstremite yaralanmalarında ven yaralanmaları da görülebilir. Bir venin travmaya uğraması, ven duvarının kontüzyonuna veya intimasının yırtılmasına, yara yerinde trombüs oluşumuna, trombüsün ayrılması pulmoner emboliye yol açabilmektedir.

Periferik sinirlerde de kesilme, kopma veya ezilme şeklinde yaralanmalar meydana gelebilir. Sinir yaralanmaları ekstremitelerin kompresyonu, ezilmesi veya traksiyonu sonucunda görülmektedir (Carmona & Prince, 1989). Sinirlerin innerve ettiği alanlarda motor ve duysal kusurlar saptanır. Bu durum ekstremite fonksiyonunun azalmasına veya kaybına yol açabilir.

Ekstremite kırıklarına da oldukça sık rastlanmaktadır. Kuvvetin direkt uygulandığı bölgede meydana gelen kırığa direkt kırık denir. Direkt kırığın olduğu bölgenin üzerindeki dokularda az veya çok yaralanma meydana gelebilir. Maruz kalınan travma hafif ise transvers seyirli kırıklar oluşur. Yumuşak dokularda ekimoz, sıyrık, hematom görülebilir. Travma şiddetli ise parçalı kırıklar ve açık yaralar meydana gelmektedir.

Kemik darbe noktasından uzak bir yerden kırılmış ise buna indirekt kırık denir. Bunlar genellikle basit ve kapalı kırıklardır. Bazen de kemik açılanarak dışarı çıkabilir ve açık kırığa dönüşebilir. Kemikte açı oluşturacak şekilde meydana gelen kırıklara angulasyon kırıkları, kemiğin uzun ekseni etrafında aşırı bükülmesiyle spiral kırıklar, kasların aşırı kasılmasıyla traksiyon kırıkları, kemikte ezilme ve çökme sonucu kompresyon kırıkları meydana gelebilir (Symes et al., 2012).

Araç tekerleğinin vücudun üzerinden geçmesi neticesinde pubik alanın maruz kaldığı travma sonrası ortadaki simfiz parçası ve her iki sakro-iliak eklemde lezyonlar oluşmaktadır (Zerbo et al., 2020). Ayaklar üstüne yüksekten düşme sonucu bacaklar yolu ile yukarı taşınan kuvvet kalça ekleminin dislokasyonuna sebep olabilir. Eğer kalça eklemi sağlam kalırsa, pelvik kemer kırılabilir ve sakloiliak eklemde dislokasyon gelişebilir. Vertebral kuyruk üstüne tekme veya ağır düşme, koksiks ve sakrumda kırığa sebebiyet verebilir.

Kırığın en önemli komplikasyonu enfeksiyondur ve özellikle açık kırıklarda görülür. Uzun kemik kırıklarında, pelvik yaralanmalarda ve multipl kırıklarda yağ embolisi meydana gelebilir. Kas nekrozunun görüldüğü ekstremite yaralanmalarında ise akut tubuler nekroz gelişebilir (DiMaio & Molina, 2021).

Türk Ceza Kanunu Açısından Yaralar

Kişinin vücuduna acı veren, sağlığını bozan, algılama yeteneğinde bozukluk oluşturan fiziksel ve psişik travmalara, Türk Ceza Kanunu'nda (TCK)yaralama adı verilmektedir. Öldürme kastı bulunmamakla birlikte bir başkasına acı vermek, sağlığını bozmak, algılama yeteneğinde bozukluk meydana getirmek amacıyla yapılan fiziksel ve psişik travmalara kasten yaralama denilmektedir. Örneğin kavga sırasında yumruk atılması. Başka birine herhangi bir şekilde zarar verme kastı olmadığı halde kusurlu sayılan bir davranış sonucu zararın ortaya çıkması ise taksirle yaralama olarak adlandırılır. Örneğin trafik kazalarında meydana gelen yaralanmalar. Yaralama sonucunda meydana gelen hasar ve zarar nedeniyle, zararın meydana gelmesine sebep olan suçluya ne şekilde ceza verileceği, kasten yaralamalar için Türk Ceza Kanunu'nun 86, 87 ve 88. maddelerinde, taksirli yaralamalar için ise 89. maddesinde irdelenmiştir.

Kasten Yaralama

Madde 86
(1) Kasten başkasının vücuduna acı veren veya sağlığına ya da algılama yeteneğinin bozulmasına neden olan kişi, bir yıldan üç yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.

Bu madde travmanın ruhsal etkilerini kapsamaktadır. Kişilerin uğradığı travma sonrası oluşan ruh sağlığı ile ilgili zarar da TCK kapsamında tanımlanmıştır.

(2) Kasten yaralama fiilinin kişi üzerindeki etkisinin basit bir tıbbî müdahaleyle giderilebilecek ölçüde hafif olması hâlinde, mağdurun şikâyeti üzerine, dört aydan bir yıla kadar hapis veya adlî para cezasına hükmolunur.

"Basit bir tıbbi müdahale ile giderilebilecek ölçüde hafif yaralanma" kapsamına giren yaralanmalar, ülke genelinde standart uygulamanın temin edilebilmesi için hazırlanan "Türk Ceza Kanunu'nda Tanımlanan Yaralama Suçlarının Adli Tıp Açısından Değerlendirilmesi Rehberi"nde belirtilmiştir. Dolayısıyla klinik olarak nelerin basit tıbbi müdahale ile giderilebileceğini düşünmek hatalı bir yaklaşım olacaktır. Basit tıbbi müdahale ile giderilebilecek ölçüde hafif yaralanma daha az cezalandırmayı gerektirecektir. "Yaralanmanın basit bir tıbbi müdahale ile giderilebilecek ölçüde hafif nitelikte olmadığı" şeklinde sonuç verildiğinde hukukçu bu yaralanmanın 86(1) kapsamında olduğunu anlayacaktır. Örneğin Türk Ceza Kanunu'nda Tanımlanan Yaralama Suçlarının Adli Tıp Açısından Değerlendirilmesi Rehberi'ne göre; saçlı deri ve yüz bölgesinde 5 cm'den küçük tek bir lezyon basit tıbbi müdahale ile giderilebilecek ölçüde hafif olduğu değerlendirilirken, 5 cm ve üzerindeki lezyon basit tıbbi müdahale ile giderilebilecek ölçüde hafif olmadığı şeklinde değerlendirilmektedir.

(3) Kasten yaralama suçunun;

a) Üstsoya, altsoya, eşe veya kardeşe karşı,

b) Beden veya ruh bakımından kendisini savunamayacak durumda bulunan kişiye karşı,

c) Kişinin yerine getirdiği kamu görevi nedeniyle,

d) Kamu görevlisinin sahip bulunduğu nüfuzu kötüye kullanmak suretiyle,

e) Silahla,

İşlenmesi halinde şikayet aranmaksızın, verilecek ceza yarı oranında artırılır.

(b) şıkkının uygulanması ile ilgili olarak hekimden görüş istenebilir. Ruhsal bakımdan kendini savunamayacak olanlar için psikiyatri/çocuk psikiyatrisi ile değerlendirme gerekmektedir. 12 yaşını henüz doldurmamış çocuklara kendisinden küçük olmayan ya da akranı olmayan kişilerin şiddet uygulaması durumunlarında, küçüğün beden bakımından kendini savunamayacağına karar verilebilir. Yaşlılarda kocama halinin olması durumunda beden bakımından kendini savunamayacağına karar verilebilir. Olaya özgü olarak her bir yaşlının muayene ile değerlendirilmesi gerekir. İskelet sistemi sabitleştirici enstrüman kullananlar, travma sonrası nörolojik defisit ya da anatomik eksikliği olanlar, polio sekeli olanlar, iki gözü görmeyenlerin, beden bakımından kendini savunamayacağı şeklinde değerlendirme yapılabilir.

(e) şıkkında ise yaranın nasıl bir alet veya cisimle oluştuğu hekime sorulabilir. Bu nedenle yaranın uzunluğu, genişliği, derinliği, kenar özellikleri, açıları, kuyruk özelliklerinin ayrıntılı tanımlanması önem arz etmektedir.

Neticesi Sebebiyle Ağırlaşmış Yaralama

Madde 87 (1): Kasten yaralama fiili mağdurun;

a) Duyularından veya organlarından birinin sürekli zayıflamasına,

b) Konuşmasında sürekli zorluğa,

c) Yüzünde sabit ize,

d) Yaşamını tehlikeye sokan bir duruma,

e) Gebe bir kadına karşı işlenip de çocuğunun vaktinden önce doğmasına,

Neden olmuşsa, yukarıdaki maddeye göre belirlenen ceza, iki kat arttırılır. Ancak, verilecek ceza, birinci fıkraya giren hallerde üç yıldan, üçüncü fıkraya giren hallerde beş yıldan az olamaz.

Duyularından veya Organlarından Birinin Sürekli Zayıflaması

Kanunda; duyular yani görme, dokunma, işitme, tat alma, koklama, iç organlar ve el, ayak, kol, bacak gibi vücut bölümleri, duyu ve organ olarak nitelendirilmekte ve yaralama sonucu bir duyu veya organın anatomik olarak veya fonksiyonunun yarısı veya yarıya yakınının kaybı işlev zayıflaması olarak değerlendirilir. Anatomik veya fonksiyonel kayıp % 50'nin üzerinde ise "işlevin yitirilmesi" olarak değerlendirilmelidir. Bu kaybın devamlılık arz etmesi, yani ömür boyu olması kuralı vardır. Sinirin rejenerasyon yeteneği için geçecek süre dikkate alınarak, sinir fonksiyonunun değerlendirmesinde olaydan sonra 18 aylık süre geçmedikçe işlevin sürekli zayıflamasının yönünde bir karar verilemez. Fonksiyon kaybının değerlendirilmesi işlevi ilişkili olduğu duyu veya organı ilgilendiren uzmanlık alanıyla birlikte yapılacak bir değerlendirmeye ihtiyaç duymaktadır. Vücutta çift olarak bulunan organlardan (örneğin göz) birinin işlevini tamamen yitirilmesi halinde, diğer organ fonksiyonunu yapmaya devam edebilir ancak bu durum organın işlevinin zayıflaması şeklinde değil, işlevin yitirilmesi seklinde değerlendirilir. Nitekim kanunda duyu veya organlardan birinin işlevinden söz edilmektedir.

Konuşmada Sürekli Zorluk

Olaydan önce kişide herhangi bir konuşma bozukluğu bulunmazken, dava konusu olay sonrası meydana gelen yaralanmaya bağlı olarak, kişinin ses tellerinde hasar, beyinde konuşma merkezi travmaları ya da meydana gelen travmanın kişi üzerindeki psikolojik etkisiyle kekemelik benzeri durumların meydana gelmesi ve süreklilik arz etmesidir.

Yüzde Sabit İz

Kanunda yüzün belirlenmiş sınırları; kişiye karşından ve her iki yandan bakıldığında üstte saçlı deri sınırı (saçı dökük veya çok

seyrelmiş kişilerde her iki kulağı üstten birleştiren bir çizgi varlığı kabul edilerek önünde kalan alan), yanlarda kulak önyüzleri dâhil olmak üzere kulak heliksinden aşağıya doğru indiği kabul edilen çizgilerin her iki klavikula ile kesiştiği noktalar ile altta fossa jugularisten başlayıp yanlara doğru klavikulaları takip eden çizgiler arasında kalan bölge şeklinde tarif edilmiştir (Balcı et al., 2019). Ayrıca frontal ve parietal bölgede meydana gelmiş geniş alanı kaplayan saç kayıpları da yüzde sabit iz açısından değerlendirilmeye alınmalıdır. Yüz sınırları içindeki yaraların, sözel diyalog mesafesinden (1- 2 metre) ilk bakışta belirgin bir şekilde fark edilebilir olup olmadığı açısından önden ve yanlardan incelenmesi gerekmektedir. Muayene sırasında tespit edilen bir nedbe dokusunun yüzde sabit iz olarak değerlendirilebilmesi için olaydan en az 6 sonraki muayenesinin temel alınması da diğer bir kuraldır. Gerekli görüldüğü takdirde bahsedilen süre daha da uzatılabilir. Diğer taraftan kulak kepçesinin kopması gibi anatomik kayıp meydana gelmişse yüzde sabit iz değerlendirmesi için 6 ay bekleme gerekliliği bulunmamaktadır.

Yüzde Sabit İz Tanısında Cihaz Destekli Yaklaşım

Yüzde sabit izin (YSİ) ilk bakışta dikkat çekici olup olmadığı hususunun tespiti objektif bir tespit olmaması nedeni ile bu konuda karar veren uzmanlar arasında her zaman fikir birliği olmamaktadır. Kasten işlenmiş ve neticesi itibarı ile yüzde sabit ize neden olmuş bir fiilin faili, alt sınırı beş yıl olan bir cezai müeyyideye tabi tutulmaktadır. Dolayısı ile bu tanı çok ciddiyetle yapılması gereken bir husustur. Aynı vakaya bir merkez YSİ niteliğinde derken bir başka merkez değil diyebilmekte ve hatta nadiren de olsa aynı vaka aradan belli bir süre geçtikten sonra görüldüğünde aynı uzman ya da uzmanlar tarafından bu kez farklı görüş bildirilebilmektedir. Bu sakıncaları gidermek ve yurt sathında standardizasyonu temin edebilmek amacı ile bu bölümün yazarlarından Aşıcıoğlu ve arkadaşları tarafından YSİ tanı cihazı geliştirilmiştir. Bu cihaz ile yüz sınırları içerisinde yer alan izin uzunluk, genişlik, alan, hacim, ciltten çöküklük veya yüksekliği son derece hassas olarak (girinti-çıkıntı, sirsinasyon gösteren, kavisli yaralarda dahi) ölçülmekte, ilaveten iz ile yakındaki sağlam doku arasındaki renk farkı RGB (Red Gray Black Scale) skalası baz alınarak yüzdesel olarak karşılaştırılabilmektedir. Bu karşılaştırmada renk farkı %15'in üzerinde saptanıyor ise bu farkın başka hiçbir ilave faktör (büyüklük, seviye farkı vb.) aranmaksızın YSİ olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu oranın altında renk farkı göstermesine rağmen büyük olması veya civar cilt dokusuna nazaran fazla ölçüde çökük veya kabarık olması halinde adli tıp uzmanı bu durumu raporda tartışarak YSİ kararı verebilmektedir.

Yaşamı Tehlikeye Sokan Bir Durum

Meydana gelen yaralanma sonucu kişinin yaşamının tehlikeye maruz kalması ancak yapılan tıbbi müdahaleler sonucu ve kişinin vücut direnci ile ölmeden kurtulması halidir. "Yaşamsal tehlikeye sokan bir durum" tanısı koyulan kişinin ölmesi gerekli değildir, kişi hayatını tehlikeye sokan bir duruma maruz kalmış, fakat gerek vücut direnci gerekse uygulanan tedavi nedeni ile yaşamış olabilir. Sıklıkla da bu sorunun adli makamlarca yöneltildiği davalar bu şekildedir. Cezai uygulama açısından kişinin yaşamsal tehlike geçirip geçirmediğini saptamak oldukça önem arz etmektedir. Tanısı klinik bulgular ve yapılan tetkiklere göre konulur. Örneğin, elektrik çarpması vakalarında bireyde elektrik giriş deliği bulunması yaşamsal tehlike için yeterlidir. Birey elektrik akımına maruz kalmış, elektrik akımı vücuduna girip çıkmış, ancak seyri sırasında hayati organlara rast gelmediğinden veya rast gelse de oluşturduğu disritmi vb. durum ölüm tevlit edecek ölçüye varmadığından ölüm meydana gelmemiştir. Yaşamsal tehlike oluşturan durumlar Türk Ceza Kanunu'nda Tanımlanan Yaralama Suçlarının Adli Tıp Açısından Değerlendirilmesi Rehberi'nde belirtilmiştir.

1. Kafatası kırıkları
2. Atlanto-aksiyal luksasyon
3. İlk beş servikal vertebra korpus kırığı
4. Kafa içi kanama, kontüzyon, laserasyon
5. Glasgow Koma Skoru'nun 8 ve altında olduğu, bilinç kapanmasına yol açan beyin ödemi
6. İç organ yaralanmaları
7. Büyük damar yaralanmaları
8. Büyük damar veya iç organ yaralanması olmasa bile % 20'den fazla kan kaybına işaret eden klinik tabloya yol açan yaygın ekimoz, hematom ve laserasyonlar
9. Medulla spinalis yaralanması ve epidural hematom
10. İç organ lezyonu olmasa dahi göğüs ve batın boşluğuna penetre yaralanmalar
11. 2. derece yanıklar (%20'den fazla)
12. 3. derece yanıklar (%10'dan fazla)
13. Kuduz hayvan ısırığı
14. Elektrik çarpması (giriş ve/veya çıkış lezyonu bulunması veya vücuttan elektrik akımının geçtiğini gösteren klinik bulguların varlığı halinde)
15. Ağır klinik tabloya yol açan zehirlenmeler
16. Asfiktik bir durumdan kurtulanlar
17. Travma sonrası gelişen, klinik bulgu ve tetkiklerle tanısı konan emboliler (trombüs, yağ vb.) ve akut böbrek yetmezliği
18. Travma sonrası 24 saat içinde ortaya çıkan stresör faktörlerin tetiklediği miyokart enfarktüsleri
19. Crush sendromu (Ezilme tarzı yaralanma)
20. Yelken göğüs
21. Tetkik ve görüntüleme ile desteklenen retro-peritoneal hematom

Gebe Bir Kadına Karşı İşlenip De Çocuğunun Vaktinden Önce Doğması

Öncelikle çocuğun erken doğup doğmadığı kaç aylık gelişim gösterdiği tespit edilmelidir. Erken doğuma karar verildikten sonra travmayla illiyetli olup olmadığı değerlendirilmelidir.

(2) Kasten yaralama fiili, mağdurun;

a) İyileşme olanağı bulunmayan bir hastalığa veya bitkisel hayata girmesine,

b) Duyularından veya organlarından birinin işlevinin yitirilmesine

c) Konuşma ya da çocuk yapma yeteneklerinin kaybolmasına,

d) Yüzünün sürekli değişikliğine,

e) Gebe bir kadına karşı işlenip de çocuğunun düşmesine,

Neden olmuşsa, yukarıdaki maddeye göre belirlenen ceza, iki kat arttırılır. Ancak, verilecek ceza, birinci fıkraya giren hallerde beş yıldan, üçüncü fıkraya giren hallerde sekiz yıldan az olamaz.

İyileşme Olanağı Bulunmayan Hastalık veya Bitkisel Hayat

Olay sonrası meydana gelen yaralanma neticesinde kişinin iyileşme imkanı olmayan paralizi, parapleji, quadropleji, travmatik epilepsi gibi bir hastalığın ortaya çıkmasına veya kişinin bitkisel hayata girmesi bu madde kapsamında değerlendirilir.

Çocuk Yapma Yeteneklerinin Kaybına Neden Olma

Erkekler için testis travmaları neticesinde her testisin çıkarılması, penis amputasyonu, kadınlar için ovaryumların her ikisinin alınması, uterusun alınması bu kapsamda değerlendirilir.

Yüzün Sürekli Değişikliği

Olay sonrası yüz sınırları içerisinde oluşan yaralar ve hasarlar kişiyi daha önce tanıyan kişiler tarafından tanınmasında zorluk çekilecek derecede ileri derecedeyse yüzün sürekli değişikliği değerlendirilmesine gidilir. Ağır yanıklar, kimyasal yanıklar, ağır yaralanmalar yüzün sürekli değişikliğine sebep olabilir.

(3) Kasten yaralamanın vücutta kemik kırılmasına veya çıkığına neden olması halinde, yukarıdaki maddeye göre belirlenen ceza, kırık veya çıkığın hayat fonksiyonlarındaki etkisine göre, yarısına kadar arttırılır.

(4) Kasten yaralama sonucunda ölüm meydana gelmişse, yukarıdaki maddenin birinci fıkrasına giren hallerde sekiz yıldan on iki yıla kadar, üçüncü fıkrasına giren hallerde ise on iki yıldan on altı yıla kadar hapis cezasına hükmolunur.

Kemik Kırıklarının Değerlendirilmesi

Türk Ceza Kanunu'nda Tanımlanan Yaralama Suçlarının Adli Tıp Açısından Değerlendirilmesi Rehberi'nde kemik kırıklarına ağırlığına göre 1 ile 5 arasında değişen puanlar verilmiştir. Vücuttaki kemik kırıkları, kırığın hayat fonksiyonlarına etkisine göre HAFİF (1), ORTA(2-3) ve AĞIR (4-5-6) olarak gruplandırılmıştır. Birden fazla kemikte kırık varsa, hayat fonksiyonları etkisi tespit edilirken skorlama yapılır. Kırılan her bir kemiğin derecesi rehberden bulunarak kareleri alınıp toplanır. Daha sonra toplamın kare kökü alınır. Elde edilen sonuç küsuratlı ise yakın olduğu derece esas alınır. Örneğin skorlama 4,6 saptanmışsa, 5 ve AĞIR olarak değerlendirilir.

Diş Kayıpları

Travmaya bağlı diş kayıplarında her bir diş için puanlama yapılır. Kanin dişler (4,5), kesici dişler (4), Premolar dişler (3), 1. ve 2. Molar dişler (3), 3. Molar dişler (0.5) olarak puanlanır. Toplam puan 15-30 arasında ise çiğneme ve konuşma fonksiyonları yönünden işlev zayıflaması, 30'un üzerinde ise işlev yitirilmesi olarak değerlendirilir.

Kasten Yaralamanın İhmali Davranışla İşlenmesi

MADDE 88-(1) Kasten yaralamanın ihmali davranışla işlenmesi halinde, verilecek ceza üçte ikisine kadar indirilebilir. Bu hükmün uygulanmasında kasten öldürmenin ihmali davranışla işlenmesine ilişkin koşullar göz önünde bulundurulur.

Taksirle Yaralama

MADDE 89-(1) Taksirle başkasının vücuduna acı veren veya sağlığının ya da algılama yeteneğinin bozulmasına neden olan kişi, üç aydan bir yıla kadar hapis veya adli para cezası ile cezalandırılır.

(2) Taksirle yaralama fiili, mağdurun;

a) Duyularından veya organlarından birinin işlevinin sürekli zayıflamasına,

b) Vücudunda kemik kırılmasına,

c) Konuşmasında sürekli zorluğa,

d) Yüzünde sabit ize,

e) Yaşamını tehlikeye sokan bir duruma,

f) Gebe bir kadının çocuğunun vaktinden önce doğmasına,

Neden olmuşsa, birinci fıkraya göre belirlenen ceza, yarısı oranında artırılır.

(3) Taksirle yaralama fiili, mağdurun;

a) İyileşmesi olanağı bulunmayan bir hastalığa veya bitkisel hayata girmesine,

b) Duyularından veya organlarından birinin işlevinin yitirilmesine,

c) Konuşma ya da çocuk yapma yeteneklerinin kaybolmasına,

d) Yüzünün sürekli değişikliğine,

e) Gebe bir kadının çocuğunun düşmesine,

Neden olmuşsa, birinci fıkraya göre belirlenen ceza, bir kat artırılır.

(4) Fiilin birden fazla kişinin yaralanmasına neden olması halinde, altı aydan üç yıla kadar hapis cezasına hükmolunur.

(5) Taksirle yaralama suçunun soruşturulması ve kovuşturulması şikâyete bağlıdır. Ancak, birinci fıkra kapsamına giren yaralama hariç, suçun bilinçli taksirle işlenmesi halinde şikâyet aranmaz.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Adams, J. H., Doyle, D., Ford, I., Gennarelli, T., Graham, D., & McLellan, D. (1989). Diffuse axonal injury in head injury: definition, diagnosis and grading. *Histopathology, 15*(1), 49-59. [Crossref]

Aromatario, M., Torsello, A., D'Errico, S., Bertozzi, G., Sessa, F., Cipolloni, L., & Baldari, B. (2021). Traumatic Epidural and Subdural Hematoma: Epidemiology, Outcome, and Dating. *Medicina, 57*(2), 125. [Crossref]

Aykaç, M. (1993). *Adli tıp.* Nobel Tıp Kitabevleri.

Balcı, Y., Çolak, B., Gürpınar, K., & Anolay, N. (2019). *Türk Ceza Kanunu'nda tanımlanan yaralama suçlarının adli tıp açısından değerlendi-*

rilmesi rehberi. Adli Tıp Kurumu, Adli Tıp Uzmanları Derneği, Adli Tıp Derneği.

Bertozzi, G., Maglietta, F., Sessa, F., Scoto, E., Cipolloni, L., Di Mizio, G., Salerno, M., & Pomara, C. (2020). Traumatic brain injury: a forensic approach: a literature review. *Current neuropharmacology, 18*(6), 538-550. [Crossref]

Bilge, Y. (2008). *Adli tıp*. Nobel Tıp Kitabevleri.

Bleetman, A., Watson, C. H., Horsfall, I., & Champion, S. M. (2003). Wounding patterns and human performance in knife attacks: optimising the protection provided by knife-resistant body armour. *Journal of clinical forensic medicine, 10*(4), 243-248. [Crossref]

Carmona, R., & Prince, K. (1989). Trauma and forensic medicine. *The Journal of trauma, 29*(9), 1222-1225. [Crossref]

Catanese, C. (2007). *Traumatic brain injury: Methods for clinical and forensic neuropsychiatric assessment*. CRC press. [Crossref]

Catanese, C. (2016). *Color atlas of forensic medicine and pathology*. Crc Press. [Crossref]

Catanese, C. A. (2017). *Sharp-force injuries*. In Color Atlas of Forensic Medicine and Pathology (pp. 319-368). CRC Press. [Crossref]

Cohen, H., Kugel, C., May, H., Medlej, B., Stein, D., Slon, V., Hershkovitz, I., & Brosh, T. (2016). The impact velocity and bone fracture pattern: Forensic perspective. *Forensic Science International,* 266, 54-62. [Crossref]

Ç. G. (1999). *Yaralar.* Adli tıp. İçinde: Soysal Z. Çakalır C, editörler, 1, 475-481.

Dawson, S. L., Hirsch, C. S., Lucas, F. V., & Sebek, B. A. (1980). The contrecoup phenomenon: Reappraisal of a classic problem. *Human pathology, 11*(2), 155-166. [Crossref]

Deniz, D., & Dokgöz, H. (2019). *Mobbing, Adli Tıp ve Adli Bilimler*, Ed. Halis Dokgöz, Ankara: Akademisyen Yayınevi. [Crossref]

Dettmeyer, R. B., Verhoff, M. A., & Schütz, H. F. (2013). *Forensic medicine: fundamentals and perspectives*. Springer Science & Business Media. [Crossref]

DiMaio, V. J., & Molina, D. K. (2021). *DiMaio's Forensic Pathology.* CRC press. [Crossref]

Dunn, L. T., Fitzpatrick, M. O., Beard, D., & Henry, J. M. (2003). Patients with a head injury who "talk and die" in the 1990s. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 54*(3), 497-502. [Crossref]

Ekizoğlu, O., & Arıcan, N. (2009). Yaralar. *Klinik Gelişim*. https://www.klinikgelisim.org.tr/eskisayi/klinik_2009_22/05.pdf

Ekizoğlu, O., & Arıcan, N. I. *Yara Muayenesi*. Editörler: Prof. Dr. Sermet KOÇ Yrd. Doç. Dr. Muhammet CAN, 57.

Figley, C. R., Bride, B. E., & Mazza, N. (1997). *Death and trauma: The traumatology of grieving*. Taylor & Francis.

Geddes, J., Vowles, G., Beer, T., & Ellison, D. (1997). The diagnosis of diffuse axonal injury: implications for forensic practice. *Neuropathology and applied neurobiology, 23*(4), 339-347. [Crossref]

Graham, D., Lawrence, A., Adams, J., Doyle, D., & McLellan, D. (1987). Brain damage in non-missile head injury secondary to high intracranial pressure. *Neuropathology and applied neurobiology, 13*(3), 209-217. [Crossref]

Hein, P., & Schulz, E. (1990). Contrecoup fractures of the anterior cranial fossae as a consequence of blunt force caused by a fall. *Acta neurochirurgica, 105*(1-2), 24-29. [Crossref]

Heinzelmann, M., Platz, A., & Imhof, H. (1996). Outcome after acute extradural haematoma, influence of additional injuries and neurological complications in the ICU. *Injury, 27*(5), 345-349. [Crossref]

Iscan, M. Y., & Steyn, M. (2013). *The human skeleton in forensic medicine*. Charles C Thomas Publisher.

Karakasi, M. V., Nastoulis, E., Kapetanakis, S., Vasilikos, E., Kyropoulos, G., & Pavlidis, P. (2016). Hesitation wounds and sharp force injuries in forensic pathology and psychiatry: multidisciplinary review of the literature and study of two cases. *Journal of forensic sciences*, *61*(6), 1515-1523. [Crossref]

Karger, B., Niemeyer, J., & Brinkmann, B. (2000). Suicides by sharp force: typical and atypical features. *International journal of legal medicine, 113*(5), 259-262. [Crossref]

Kodikara, S. (2009). Death due to hemorrhagic shock after delayed rupture of spleen: a rare phenomenon. *The American journal of forensic medicine and pathology, 30*(4), 382-383. [Crossref]

Langlois, N., & Gresham, G. (1991). The ageing of bruises: a review and study of the colour changes with time. *Forensic Science International, 50*(2), 227-238. [Crossref]

Madea, B. (2014). *Handbook of forensic medicine*. John Wiley & Sons. [Crossref]

Madea, B., Pollak, S., Thierauf, A., Meissner, C., Oehmichen, M., & Leth, P. M. (2014). Mechanical trauma and classification of wounds. *Handbook of forensic medicine*, 253-327. [Crossref]

Maio, D. D., & Maio, V. D. (1993). *Forensic pathology*. In: CRC Press, Printed in the United States.

Özaslan, A., & Sorumlulukları, K. Ö. H. Y. (2011). *Adli Tıp Ders Kitabı*. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, İstanbul, 13-40.

Payne-James, J., & Jones, R. (2019). *Simpson's forensic medicine*. CRC Press. [Crossref]

Polat, O. (1997). *Adli tıp: ders kitabı*. Alfa.

Purdue, B. N. (1999). *The Pathology of Trauma*. Arnold.

Rahayu, P., Yudianto, A., Binarsa, D. B., & Jauhani, M. A. (2020). Forensic Autopsy on a Corpse with Injury Due to Sharp Trauma: A Case Report. *International Conference on Law, Economics and Health (ICLEH 2020),* [Crossref]

Ramasamy, A., Hill, A. M., Masouros, S., Gibb, I., Bull, A. M., & Clasper, J. C. (2011). Blast-related fracture patterns: a forensic biomechanical approach. *Journal of the Royal Society Interface, 8*(58), 689-698. [Crossref]

Rogers, C. B., & Devera, R. (2018). The forensic pathology of liver trauma. *Academic forensic pathology, 8*(2), 184-191. [Crossref]

Rubikas, R. (2001). Diaphragmatic injuries. *European journal of cardio-thoracic surgery, 20*(1), 53-57. [Crossref]

Rutty, G. (2001). Bruising: concepts of ageing and interpretation. *Essentials of autopsy practice*. London, New York: Springer-Verlag, 233-240.

Schmidt, U. (2010). Sharp force injuries in "clinical" forensic medicine. *Forensic Science International, 195*(1-3), 1-5. [Crossref]

Shepherd, R. (2003). *Simpson's forensic medicine*. CRC Press.

Shkrum, M. J., & Ramsay, D. A. (2007). *Forensic pathology of trauma*. Springer Science & Business Media. [Crossref]

Singh, M., Kumar, A., Verma, A. K., Kumar, S., & Singh, A. K. (2012). Abdominal organ involvement in blunt injuries. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine, 34*(1), 24-26.

Symes, S. A., Ericka, N., L'Abbé, E., Wolff, I., & Dirkmaat, D. C. (2012). Bone in medicolegal investigations. *A companion to forensic anthropology, 10,* 340. [Crossref]

Teixeira, P. G., Georgiou, C., Inaba, K., DuBose, J., Plurad, D., Chan, L. S., Toms, C., Noguchi, T. T., & Demetriades, D. (2009). Blunt cardiac trauma: lessons learned from the medical examiner. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 67*(6), 1259-1264. [Crossref]

Wortzel, H. S., Brenner, L. A., & Arciniegas, D. B. (2013). Traumatic brain injury and chronic traumatic encephalopathy: a forensic neuropsychiatric perspective. *Behavioral sciences & the law, 31*(6), 721-738. [Crossref]

Wyatt, J. P., Squires, T., Norfolk, G., & Payne-James, J. (2011). *Oxford handbook of forensic medicine*. Oxford University Press. [Crossref]

Yoganandan, N., Pintar, F. A., SANCES JR, A., Walsh, P. R., Ewing, C. L., Thomas, D. J., & Snyder, R. G. (1995). Biomechanics of skull fracture. *Journal of neurotrauma, 12*(4), 659-668. [Crossref]

Zasler, N. D., Katz, D. I., & Zafonte, R. D. (2012). *Brain injury medicine: principles and practice*. Demos Medical Publishing. [Crossref]

Zerbo, S., Di Piazza, A., Procaccianti, S., Spagnolo, E. V., & Re, G. L. (2020). Lethal traumatic injuries due to traffic accidents. In *Radiology in Forensic Medicine* (pp. 93-106). Springer. [Crossref]

BÖLÜM 5
ADLİ FOTOĞRAFLAMA

Anıl ÖZGÜÇ

DOI: 10.5152/0605

Adli Fotoğraflama

Forensic Photography

BÖLÜM HAKKINDA

Fransız Bilimler Akademisi 1839'da fotoğrafın icadını ilan etti ve hemen ardından fotoğraf sanatsal bir üretim olmanın yanı sıra tanıklık ve belge işlevini de üstlendi. Bu işleviyle birlikte suçun ve şiddetin belgelenmesinde en önemli enstrümanlardan biri haline geldi.
Bu bölüm, fotoğrafın tarihsel süreçte teknik ve toplumsal gelişimi ile adli bilimler uygulamalarında fotoğrafın kullanımı ve kanıt olarak değerini açıklamaya çalıştı. Yanı sıra, olay yeri fotoğrafçılığında temel prensipler, fiziksel ve cinsel saldırılarda fotoğraflama, otopsi fotoğrafçılığı, adli odontolojide ve kimliklendirme prosedüründe fotoğrafın yeri temel hatlarıyla açıklandı.

Anahtar kelimeler: Adli bilimler, adli fotoğraflama, olay yeri

ABOUT the CHAPTER

The French Academy of Sciences declared the invention of photography in 1839, and shortly after, photography took on the function of testimony and document as well as being an artistic production. With this function, it has become one of the most important instruments in documenting crime and violence.
This chapter tried to explain the history of the technical and social development of photography, as well as the use of photography in forensic science practices and its value as evidence. In addition, the basic principles of crime scene photography, photography in physical and sexual assaults, autopsy photography, the place of photography in forensic odontology and the identification procedure were explained in basic terms.

Keywords: Forensic sciences, forensic photography, crime scene

İ.Ü. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ CERRAHPAŞA 1453

Giriş

Fotoğraf sözcüğü, Eski Yunanca ve Latince'de aynı kökten gelen photos (ışık) ve graphis (yazı) sözcüklerinin birleşiminden oluşmuştur ve "ışık ile yazmak" anlamındadır. Fotoğrafın temel malzemesi ışıktır (İkizler, 2006).

Edouard Boubat, "Fotoğraf Sanatı" adlı kitabında fotoğrafı sanat olarak ele alırken, bir yandan da fotoğrafın tanıklık ve belge işlevinden bahseder. III. Napolyon'un İngiltere'yi ziyareti, 1855'de ıslak jelatin yardımıyla durağanlaştırılmıştır. Seferler, savaşlar, devrimler, isyanlar, geziler kısacası olaylar fotoğrafın konusu olmaya başlamışlardır. Brady, bağımsızlık savaşlarında 26 meslektaşıyla görüntüler almaya başlamış, 1870 Fransa - Almanya savaşı, Komün yönetimindeki Paris fotoğrafları heyecan verici foto röportajlar olarak algılanmıştır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1905'e doğru Riis ve Hine, tezgahlarda ve madenlerde çalışan çocukların çalışma koşullarını toplumbilimci bir yaklaşımla görüntülemişlerdir. 1925'lerden sonra ise küçük boy Leica ve Contax'larla Almanya, Fransa, İngiltere ve ABD'de gazete fotoğrafçılığının da başlamasıyla birlikte foto röportajlar da geniş kitlelere ulaşmaya başmıştır. Ror Styker, Büyük Buhran döneminin Amerika'sının 200.000'den fazla görüntüsünü alacak olan 30 kadar fotoğrafçıyı yönetmektedir.

Kısacası fotoğraf, yalnızca "sanatsal" olması gereken bir tanıklık değidir. Her şeyden önce bir belgedir (Boubat, 1984).

Fotoğraf Makinesinin Yapısı

Camera Obscura

Fotoğraf tarihinin ne zaman başladığı hala kesin olarak bilinmemektedir. Fotoğrafın tarihi, karanlık kutunun içinde görüntü elde etmenin tarihi olduğu kadar, bu görüntüleri

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Anıl Özgüç

İstanbul Rumeli Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İstanbul, Türkiye
E-posta: anilozguc@gmail.com

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Özgüç, A. (2024). Adli fotoğraflama. F Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 50-60). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

fotokimyasal yollarla bir yüzeye sabitlemenin de tarihidir.

Rönesans ile birlikte ressamların, perspektif anlayışının oluşmasıyla karanlık kutu (Camera Obscura) kullanılmaya başlanmıştır (Latince; Camera: Kutu, Obscura: Karanlık) (Gökgöz, 1980).

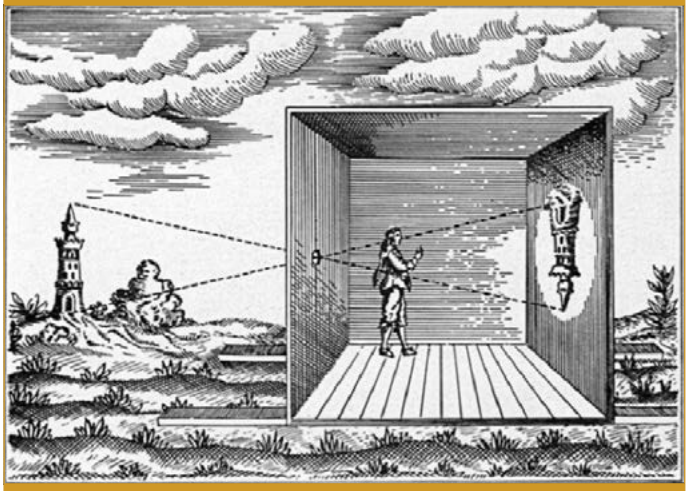
Camera Obscura, antik çağdan bu yana, ışığı çok küçük bir delikten içeri alan karanlık bir oda olarak tanımlanır (Şekil 1). Bu basit mekanizmayla, yatay ve dikey olarak ters çevrilmiş olan dış sahnenin görüntüsü, deliğin karşısındaki duvara yansır (Wenczel, 2007). Fotoğraf makineleri en temelde "Camera Obscura" prensibiyle çalışır.

Fotoğraf Makineleri

Fotoğraf makinesi en basit şekliyle, bir ucunda objektif ve diğer ucunda bir kayıt ortamı olan bir kutudur (Koç, Gül, Yavaş, Güneş, Demir, Tepecik, Özcan, Dutak, Bozkaya & Onarlı, 2005).

Fotoğraf makineleri, objektiften giren ışığın, duyarlı bir yüzey (film ya da algılayıcı) olan kayıt düzleminin üzerine kontrollü bir şekilde düşmesini sağlar. Üzerlerinde bulunan ışık kontrol sistemleri (diyafram ve enstantane) sayesinde istenilen nitelikte görüntülerin oluşması sağlanır. Fotoğraf makinelerini tanımlamak için genel olarak üç kriter kullanılır. Bunlar fotoğraf makinesinin kullandığı filmin boyutları, fotoğraf makinesinin kullandığı bakaç (vizör) sistemi ve fotoğraf makinesinin netleme sistemidir. Bugün, bu üç kritere ek olarak, görüntü kayıt sistemleri de dördüncü bir kriter olarak fotoğraf makinelerinin sınıflamasına dahil edilmiştir (İkizler, 2006).

Şekil 1
Camera Obscura



Açıklama notu. How to: make your own camera obscura, Black Creek. https://blackcreek.ca/how-to-make-your-own-camera-obscura/ kaynağından alınmıştır.

Kullanılan Film Boyutlarına Göre Fotoğraf Makineleri

"Format" adı verilen film boyutu, fotoğraftan elde edilecek olan baskının kalitesiyle ilgilidir. Küçük format film kullanılan bir fotoğraf makinesiyle renklerin birbirine karışmadığı, uygun keskinlikte büyük boy bir baskı almak mümkün değidir. Kullanılan film boyutuna göre makineler şu şekilde sınıflandırılır:

- Küçük formatlı fotoğraf makineleri
- APS makineler
- 35 mm. film kullanan makineler
- Orta format film kullanan makineler
- Büyük format (plan) film kullanan makineler

Bakaç (Vizör) Sistemlerine Göre Fotoğraf Makineleri

Bakaç (vizör) sistemi, görüntüyü, çekim sırasında gözümüzü dayayarak baktığımız pencereden, gözümüze kadar ulaştıran optik sistemdir. Bakaç sistemlerinin bazıları oldukça basit mercekler-den oluşurken, bazılarında daha karmaşık ve optik kalitesi yüksek mercekler, aynalar ve prizmalar kullanılır. Temel olarak üç tür bakaç sistemi vardır.

- Ayrı bakaçlı makineler
- SLR (Single Lens Reflex) makineler
- TLR (Twin Lens Reflex) makineler

Netleme Sistemlerine Göre Fotoğraf Makineleri

Bu sınıflandırmada üç tür makine bulunmaktadır. Bu makineler;

- Netleme gerektirmeyen makineler
- Manuel netleme gerektiren makineler
- Auto Focus (AF) makineler şeklinde sınıflandırılır.

Kayıt Sistemlerine Göre Fotoğraf Makineleri

Kayıt sistemlerine göre makineler iki grupta incelenir.

- Kimyasal film kullanan makineler
- Dijital makineler (İkizler, 2006).

Işık Kontrol Sistemleri

Pozlama

Fotoğrafın kaydedildiği ortama (film ya da optik algılayıcı) fotoğraf çekme eylemi boyunca düşmesine izin verilen ışık miktarına "Pozlama" adı verilir. Pozlamadan bahsederken sıklıkla kullanılan ifade EV (Exposure Value, Poz Değeri) dir. Duyarlı yüzeye düşen ışık miktarı doğruysa yani ne az ne de fazlaysa "doğru pozlama" dan söz edilir. Bu düzeyi aşan ışık miktarı fotoğrafın fazla pozlanmasına hatta yanmasına neden olurken, az miktarda ışık ise az pozlanmaya neden olur.

Toplam ışık miktarı iki şekilde kontrol edilir.

- Işığın geçtiği alanın büyüklüğünü denetlemek (Diyafram)
- Işığın duyarlı yüzeyi etkileme süresini denetlemek (Örtücü, perde, obtüratör)

Konunun daha kolay anlaşılabilmesi için bir metafor kullanmak gerekirse diyafram göz bebeği, obtüratör göz kapağı olarak değerlendirilebilir (Gökgöz, 1980), (İkizler, 2006)

Diyafram

Fotoğraf çekimi sırasında ışığa duyarlı yüzeyin yeterli bir kararma için belirli bir miktarda ışığın etkisinde kalması gerekir. Bu miktardan fazla ışık aldığında ışığı azaltmak, az aldığında ise ışığı arttırmak fotoğraf makinelerinde diyafram ile sağlanır.

Fotoğraf makinelerinin gelişim sürecinde çeşitli diyafram türleri kullanılmıştır. İris diyaframlar olarak adlandırılan diyafram türü ise tüm fotoğraf makinelerinde kullanılan diyafram tiplerinin en idealidir. Bu tür diyaframlarda birçok ince metal levha objektif etrafındaki bir halkaya bağlanmıştır. Objektif dışındaki bir kontrol halkasının hareket ettirilmesiyle, ince metal plakalar birbiri üzerinde açılıp kapanarak istenilen diyafram açıklığını verirler (Gökgöz, 1980).

Diyaframın mevcut ışık koşullarına göre ayarlanmasının sayısal değerlerle ifade edilmesi gerekir. Bu sayısal değer şu şekilde açıklanabilir: Diyafram sonuna kadar açıldığında, bu durum objektifin en çok ışık aldığı durumdur ki bu durum "Objektifin Nisbi Açıklığı" olarak tanımlanır. Bundan sonraki diyafram açıklığı değeri objektif nisbi açıklığının yarısına eşit ışık geçirecek bir büyüklük olarak kabul edilmiştir. Bu değerler en küçük açıklığa kadar birbirinin yarı değeri olarak devam ederler. "f" harfiyle belirtilen diyafram açıklıklıklarının standart rakamlarla ifade edilmesi zorunlu olmuş ve bunun sonucunda uluslararası bir cetvel ortaya çıkmıştır. Cetvel İngiliz ve Amerikan standartları olmak üzere iki şekilde kullanılmaktadır.

İngiliz standartlarına göre f diyafram açıklıkları şu rakamlarla ifade edilir:

1,1 – 1,2 – 1,4 – 1,8 – 2 – 2,8 – 3,5 – 4 – 5,6 – 8 – 11 – 22 – 32 - .....

Bu rakamların en küçük olanı en büyük açıklığı gösterir. Her rakam kendinden sonrakinin iki katı, kendinden öncekinin ise yarısı kadar ışık geçirmektedir.

Diyaframın duyarlı yüzeyi etkileyen ışık miktarının kontrolü dışında bir görevi daha vardır ki bu da alan derinliğinin belirlenmesidir (Gökgöz, 1980).

Obturatör (Örtücü, Perde, Shutter)

Objektiften giren ışığın duyarlı yüzey (film ya da sensör) üzerine düşme süresi "Obturatör ya da Örtücü" olarak adlandırılan sistemle denetlenir. Obtüratörler, duyarlı yüzeyin ışık görmesini engellemek için fotoğraf makinesinin kullanılmadığı anlarda kapalıdırlar, kullanım sırasında fotoğrafçının belirlediği süre boyunca açılarak duyarlı yüzeyin ışık görmesini sağlarlar (İkizler, 2006). Fotoğrafçılık uygulamalarında obtüratör için kullanılan değer "enstantane" olarak da adlandırılır.

Obtüratör, hareketli cisimlerin dondurulması ya da hareket izleniminin yaratılması için fotoğrafçıya karar verme olanağı sağlar. Seçilen değer ya da "enstantane" ile hareketli nesnelerin duyarlı yüzey üzerinde bıraktıkları izlerin uzunluğu (fluluk/hareket izlenimi) belirlenebilir (İkizler, 2006).

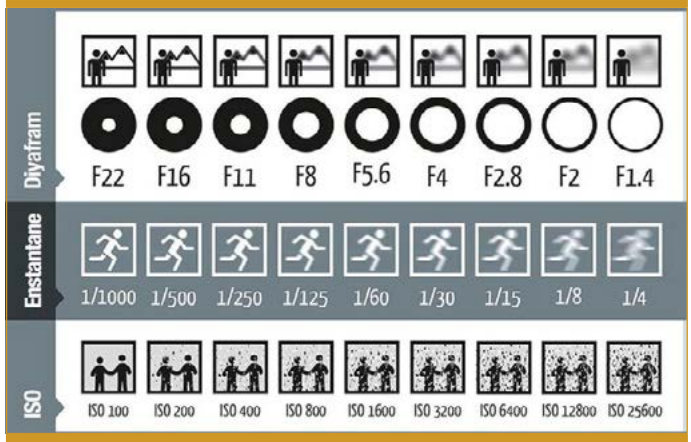
Duyarlı yüzeyin ışık etkisinde bırakıldığı süre saniyenin kesirleri ile ölçülür. Bu değerler genellikle şu şekilde sıralanır:

1 – 2 – 5 – 10 – 25 – 50 – 100 – 250 – 500 – 1000 – B – T veya,

1 – 2 – 4 – 8 – 15 – 30 – 60 – 125 – 250 – 500 – 1000 – B – T

Gerçekte bu değerler 1/1 , 1/2, 1/5,....., 1/500 ifadesidir ve 1 yani 1/1 bir saniyeyi ifade eder. 50 ya da 1/50 ise objektifin saniyenin ellide biri kadar bir süre açık kalacağını gösterir (Gökgöz, 1980).

Şekil 2
Diyafram ve enstantane değerlerinde alan derinliği ve hareket izlenimi



Açıklama notu. Emrahulke (2020). Enstantane nedir? Steemit. https://steemit.com/tr/@emrahulke/enstantane-nedir kaynağından alınmıştır.

Objektifler

Objektif, fotoğrafı çekilecek konunun bütün noktalarından yansıyarak gelen ışınları odak noktasında asal eksene dik odak düzleminde toplayarak konunun küçük bir görüntüsünün oluşmasını sağlar. Objektifler birden fazla mercekten oluşmuş bir mercekler sistemidir.

Objektiflerin odak uzaklıkları genellikle Latince "Focus" yani odak noktası sözcüğüne atfen "F" harfi ile gösterilir. F harfinden sonra gelen rakam ise milimtre cinsinden uzaklığı ifade eder. Örneğin F 50, bu objektifin odak uzaklığının 50 mm olduğunu gösterir.

Görüş açısı ise, objektif tarafından oluşturulmuş görüntünün sınırlarını tayin eder. Odak uzaklığı azaldıkça görüş açısı büyür, odak uzaklığı arttıkça görüş açısı küçülür. Normal odak uzaklığı olarak tanımlanan (gözün görüş açısına en yakın olan) objektiflerin odak uzaklığı 50 – 55 mm.'dir. Bu odak uzaklığından küçük değerlere sahip olanlara "geniş açılı obbjektifler" büyük değerlere sahip olanlara ise "tele objektifler" adı verilmektedir. Normal bir objektifin (odak uzaklığı 50 mm) görüş açısı 56 derece civarındayken, geniş açılı bir objektifin görüş açısı 120 dereceye kadar çıkabilir, tele objektifin görüş açısı ise 30 dereceye kadar inebilir (Gökgöz, 1980)

Aynı ışık şartlarında aynı uzaklıktan farklı objektiflerle çekilen üç görüntü, görüş açısı ile ilgili farkın anlaşılmasına yardımcı olabilir.

Şekil 3
Farklı odak uzaklıklı objektiflerle çekilen görüntüler



Açıklama notu. Erdal, Bülent (2023). Objektif nedir objektif çeşitleri. Fotopanorama360.com. https://fotopanorama360.com/objektif-nedir-objektif-cesitleri/ kaynağından alınmıştır.

Adli Tıpta Fotoğrafın Kullanım Alanları

- Adli tıpta fotoğraf temel olarak şu alanlarda kullanılır:
- Olay Yerinde Fotoğraflama
- Fiziksel ve cinsel saldırılarda yaraların belgelenmesi
- Otopsi
- Adli odontolojide ısırık izlerinin ayrıntılı olarak görüntülenmesi
- Kimliklendirme

Olay Yerinde Fotoğraflama

Belçika'da 1851'de sahte bir belgenin fotoğrafının mahkemede kanıt olarak kabul edilmesiyle birlikte fotoğraf, adli incelemenin önemli enstrümanlarından biri oldu. 1870'li yıllarda ise olay yeri fotoğrafçılığı adli bilimlerde çığır açtı (Robinson, 2010).

Olay yeri fotoğrafları, olay sonrasında daha ayrıntılı bir inceleme için olay yerinin kalıcı bir görsel kanıtını sağlamayı amaçlar. Olay yerinde çekilen bir fotoğraf bu anlamda, olay yeri krokilerinde eksik olan diğer öğelere göre, bir öğenin doğru yerini ve konumunu ölçen, aynı zamanda olay yerindeki tüm unsurların birbirleri ile konumsal ilişkisinin anlaşılmasını sağlayan değerdedir. Olay yerinde çekilen fotoğraflar, olay anını gören ancak ifadesi eksik kalma olasılığı bulunan tanığın hafızasını tazeleme fonksiyonuna da sahiptir (Fatima, 2019).

Videonun herşeyi kaydedebilme özelliğine rağmen, fotoğrafın doğrudan olay yerinde kullanılabilirliği ona özel bir önem kazandırmıştır. Olay yerinin video kaydı sırasında yapılan yaygın hataların başında kameranın hızlı kaydırılması, netlik sorunları, yetersiz ışıklandırma, kameranın yakınlaştırma özelliğinin yanlış kullanılması gelmektedir. Kameraman, kayıt sırasında her bir odayı ve olay yerinin görüntüsünü aynı zamanda açıklamalıdır. Soruşturmacıların ve olay yeri inceleme ekibinin video kaydı yapılırken sessiz olması sağlanmalıdır (Rohatgi & Kapoor, 2014).

Doğru teknikle çekilmiş ve nesnel olarak kullanılan fotoğraflar, dava sırasında kalıcı ve kolay kontrol edilebilir kanıtlar sağlar. Bu nedenle adli fotoğrafçılık uygulamaları, kurbanın vücudundaki çizik ya da çürükler, ölüm öncesinde oluşmuş savunma yaraları ve gizli yazılar gibi insan gözünün ilk anda fark edemeyeceği detayları kaydeder, suçun oluşum şeklini (mağdurun pozisyonu, silahın konumu, yaralanma izleri ve şekilleri) sabitleyerek suçun devamlılığının sağlanması için çözüm sunar. Patinaj izleri, ayak izleri gibi zamanla kaybolacak olan izlerin kanıt olarak korunmasına hizmet eder.

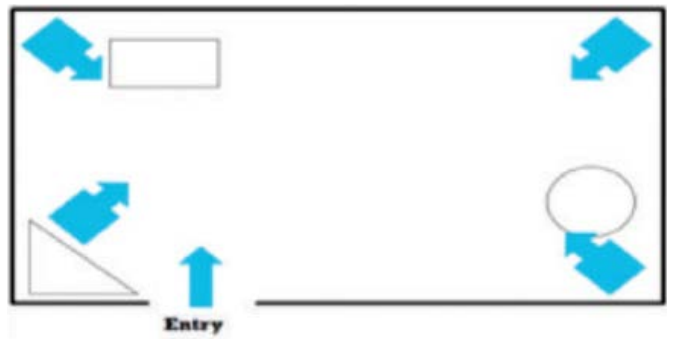
Olay yerinin fotoğraflanması, *corpus delicti* nin mümkün olduğunca çok fotoğrafını çekerek ve gelecekte referans olması açısından bir dizi çekimden en iyilerini dosyaya dahil edebilmek için olay yerindeki her odayı fotoğraflayarak başlar. Olay yeri çekiminde;

Öncelikle genel görünüm çekilir. Ardından orta ölçekli bir kadrajla kanıt ve kanıtın ilişkili olduğu diğer nesnelerin çekimi yapılır. En son olarak da yakın plan çekimle ayrıntılar fotoğraflanır (Yesodharan, Renjith, Kumar & Nayan, 2018). Odanın durumunu gösteren iç mekan fotoğrafları, olay yerinde bırakılan eşyalar, sigara izmaritleri, alet izleri, ayak izleri, kan lekesi içeren/içermeyen toprak izleri gibi kanıtlarla, telefon ahizesi, kesik kablolar, televizyon veya ışıkların açık olup olmaması, masa üzerinde bulunan kağıt ya da iskambil kartı gibi objelerin düzenli ya da dağınık oluşu, pişme aşamasındaki yiyecekler, içinde içecek veya içecek kalıntısı bulunan fincan, bardak, kadeh gibi cisimler ve saat gibi olaydan önceki faaliyetlerin işareti olabilecek objeler fotoğraflanmalıdır. Genel olarak suçun işlenmesinden hemen önce kullanıldığı anlaşılan veya alışılagelmiş konumlarından farklı yerlerde olduğu düşünülen eşyalar çekime dahil edilmelidir (Rohatgi & Kapoor, 2014).

Olay yerinin fotoğraf çekiminde uygulanacak temel ilkeler şu şekilde sıralanabilir.

- Olay yerinin güvenliği sağlanmalıdır. Olay yerinde yapılacak olan herhangi bir yeniden düzenleme fotoğrafın kanıt değerini yok eder.
- Makinenin ayarları, ışık ve hava koşulları dikkate alınarak yapılmalıdır.
- Olay yerinin, kanıtlar, ceset vb olayla ilişkili unsurlarının mekanla ilişkisinin gösterilmesi için önce geniş açılı objektifler kullanılarak genel görüntüler elde edilmelidir.

Şekil 4
Kanıtlar ve diğer nesnelerle ilişkili olarak olay yerinin genel görünümü



Açıklama notu. Robinson, E., 2010, Crime Scene Photography. Second Edition, Elsevier Academic Press kaynağından alınmıştır.

- Olay yerinin bilgilerini kapsayan tabela çekimleri yapılır.
- Olayın ayırt edici bilgileri çekilir. (Cadde, sokak, apartman, kapı numarası)
- Fotoğraflama bir plan ve sıra dahilinde yapılır.
- Olay yerinde ceset varsa, cesedin dört açıdan fotoğrafı çekilmelidir. (Baş- ayak, ayak baş, sağ yan, sol yan) (Koç, Gül, Yavaş, Güneş, Demir, Tepecik, Özcan, Dutak, Bozkaya & Onarlı, 2005).
- Cesedin fotoğrafı çekilirken, pozisyonu, bulunduğu yer ve mekanla ilişkisi ile yaraları ve yaralarının durumu görüntülenmelidir.
- Kanıtlar net bir görüntü sağlamak ve olası mesafeye bağlı bozulmaları önlemek için dik açıyla çekilmelidir.
- Kanıtların her bir parçası, boyutu belirlemek için metrik cetvelle ve mekanla ilişkinin gösterilmesi için cetvelsiz olarak çekilmelidir.
- Olay yerinin herhangi bir değişikliğe uğramadığını belirlemek için ilk yapılan çekim çok önemlidir.
- Özel görüntüleme tekniklerinin kullanımı: Lazerler, mavi ya da yeşil ışıklar gibi alternatif ışık kaynakları ve renkli filtrelerin kullanımı; parmak izi, ayak izi ya da ısırık izi gibi izlerin görüntülenmesinde kullanılabilir (National Forensic Science Technology Center, 2007).

- Toz, bal mumu, kil gibi maddelerin üzerindeki parmak izleri oblik bir açıyla ve gerekli durumlarda flaşla yatay ışık verilerek çekilmelidir (Staggs, 2014).
- Parmak izinin bulunduğu yüzeyin poröz olması halinde çekim açısı 90^0 olmalı ve flaş aydınlatması ile ışık desteklenmelidir.
- Cam ve aynalar üzerindeki parmak izleri ise, arkalarına beyaz bir kağıt veya bez yerleştirilerek ve mutlaka bir metrik skala kullanarak eğik ve düşük flaş ışığıyla görüntülenir (http://www.powerpictures.crystalgraphics.com/photos/view/cg2p-367051c/c_s_crime_scene_investigator_crime_scene).
- Cam üzerindeki ter izleri için difüz arka aydınlatma kullanılmalıdır.
- Ayak izleri ve lastik izleri için yapılan yakın plan (Close- Up) çekimlerde iz ile aynı düzleme yerleştirilmiş bir metrik skala kullanılmalı ve en ince ayrıntıların görülebilmesi için farklı açılara yerleştirilmiş güçlü ışık kaynakları ile aydınlatma yapılmalıdır.
- Lastik izleri, lastiğin çevresini tam olarak gösterebilmek için izle aynı düzleme konan bir mezura ile görüntülenmelidir. (http://www.forensicsciencesimplified.org/photo/why.html).

Olay Yeri Fotoğraflamasında Gereken Temel Ekipman

Adli fotoğraflamada 12 MP ve üzerinde çözünürlüğe sahip D-SLR bir makine kullanılması uygundur. Makinenin üzerindeki flaş, (Pop-Up Flash) aydınlatma için çoğu kez yeterli olmasa da kısıtlı durumlarda kullanılabilir. Ayrıca makinenin üzerinde tepe üstü flaşı takılabilecek bir yuva (Hot Shoe) olmalıdır. Kayıt için Compact Flash Card ve/veya Secure Digital Card en sık önerilen hafıza kartlarıdır. Bunun dışında fotoğrafçının yanında;

- Normal bir lens (50 – 55 mm)
- Geniş açılı bir lens
- Close – Up lens
- Filtreler
- Elektronik Flaş
- Yedek bir makine ve flaş için yedek pil
- Kablo deklanşör
- Tripod
- Not defteri ve kalem
- Metre ve metrik cetveller bulunmalıdır. (Staggs, 2014).

Tablo 1
Olay yerinin fotoğraf ile tespit formu

	OLAY YERİNİN FOTOĞRAFLAMA SİSTEMATİĞİ	EVET	HAYIR
1	Tabela çekimleri yapıldı		
2	Olay yeri aydınlatması yapıldı		
3	Aydınlatma yeterli		
4	Olay yeri uzak çevresi çekildi		
5	Olay yeri yakın çevresi çekildi		
6	Girişten tüm olay yeri çekildi		
7	Deliller numarasız çekildi		
8	Deliller numaralı olarak çekildi		
9	Ölçekli çekimler yapıldı		
10	Delillendirme çekimleri yapıldı		
11	Zoom'lu çekimler yapıldı		

Açıklama notu. Koç, F., Gül, Y., Yavaş, B., Güneş, İ., Demir, B., Tepecik, S., Özcan, B., Dutak, M., Bozkaya, S. & Onaylı, A. (2005). Adli Fotoğrafçılık (Manuel) Temel Eğitim Kitabı. Kriminal Polis Laboratuvarları Dairesi Başkanlığı kaynağından alınmıştır.

Tablo 2
Numaralı delillerin fotoğraf ile tespiti

S.N.	NUMARALI DELİLİN TANIMI	GENİŞ AÇILI–BAĞLANTILI–EKLİ	DÜŞÜNCELER
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

OLAY YERİ İNCELEME EKİP AMİRİ - SİCİLİ	FOTOĞRAFÇI - SİCİLİ

Açıklama notu. Koç, F., Gül, Y., Yavaş, B., Güneş, İ., Demir, B., Tepecik, S., Özcan, B., Dutak, M., Bozkaya, S. & Onaylı, A. (2005). Adli Fotoğrafçılık (Manuel) Temel Eğitim Kitabı. Kriminal Polis Laboratuvarları Dairesi Başkanlığı kaynağından alınmıştır.

Fiziksel ve Cinsel Saldırı Muayenelerinde Bulguların Kayıt Altına Alınması

Fotoğraf tüm dünyada yargı sistemi içerisindeki kanıt sisteminin ayrılmaz bir parçasıdır ve diğer pek çok özelliğinin yanı sıra kesin konumu, boyutu ve rengi de dahil olmak üzere bir yaralanmanın güvenilir ve ayrıntılı bir kaydını sağlar. Yazılı belgeler, klinisyenlerin zamanlarının kısıtlı olması, elektronik tıbbi kayıtlarda yaralanmaları doğru bir şekilde tanımlamanın zorluğu ve küçük yaralanmaların algılanan önemi nedeniyle bu ayrıntıdan ve kesinlikten yoksundur (Bloemen, Rosen, Justina, Schiroo, Clark, Mary, Mulcare, Stern, Mysliwiec, Neal, Flomenbaum, Mark & Hargarten, 2016).

Tıbbi ve acil durumlar genellikle adli tıp eğitimi almamış hekimler, hemşireler ve diğer paramedikal sağlık profesyonelleri tarafından raporlanır (Saxena, Kumar, Chaughary, Singh & Awashti, 2015).

Tedavi başlamadan önce yaralanmaların fotografik kanıtının elde edilmesi gelecekteki cezai soruşturma için önemlidir.

Akut bakım sırasında yaralanmaları fotoğraflamak önemlidir. Fiziksel yaraların fotoğraflanması, ilerleyen dönemlerde farklı klinisyenler tarafından da yeniden değerlendirmeye olanak verir. Yanı sıra yara iyileşmesinin izlenmesi, yaranın adli ve tıbbi olarak

değerlendirilmesi ve eğitim uygulamalarında kullanılması açısından da önemlidir (Pasqualone, 1996).

ABD Adalet Bakanlığı Kadına yönelik Şiddet Ofisi, 2013'de "Cinsel Saldırılar İçin Yapılan Adli Muayenelerde Ulusal Protokol" isimli bir metin hazırlamıştır (U.S. Department of Justice Office on Violence Against Women, 2013). Protokolün "Fotoğraflama" başlıklı bölümünde başta cinsel saldırı mağdurlarında olmak üzere yaralanmaların fotoğraflanması ile ilgili temel prensipler açıklanmıştır. Protokol mağdur ve hastaların fotoğraflanmasında dikkat edilmesi gereken ilkeleri özetle şu şekilde belirtmektedir.

- **Gerekli adli fotoğrafçılık uygulamasının kapsamını düşünün.** Cinsel saldırı olgularında saldırıya karışan olguların fotoğraflarının çekilmesi adli muayenenin rutin bir parçası olmalıdır. Bu tip fotoğraflar adli tıbbi anamnezi, kanıtları ve fiziksel bulguları tamamlar. Fotoğrafların kapsamı ile ilgili iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Bunların ilki rutin olarak hastanın izniyle hem saptanan yaralanmaların hem de saldırı sonrası vücutta yer alan normal (görünüşte yaralanmamış) bölgelerin fotoğrafının çekimini önerir. Bu yaklaşım, yargı unsurlarının araştırmacıyı tüm kanıtları toplamasına teşvik etmesi anlamındadır. Diğer yaklaşım ise fotoğrafı, saptanan yaralanmalarla sınırlar. Ancak fotoğraflar, muayene bulgularında belirtilmeyen, belirsiz ve/veya bulguları (örneğin kızarıklık, eritem) yorumlamak için kullanılmamalıdır (Bloemen, Rosen, Justina, Schiroo, Clark, Mary, Mulcare, Stern, Mysliwiec, Neal, Flomenbaum, Mark & Hargarten, 2016)
- **Ekipmana karar verin.** Çekilecek fotoğrafların oldukça kişisel olması nedeniyle çekimi muayeneyi yapan kişinin yapması uygun bir yaklaşımdır. Bu şekilde bir çekim hastayı daha az travmatize eder ve hastanın daha rahat olduğu gözlenir. Tıbbi ekip dışındaki kişilerin çektiği fotoğraflar sadece baş bölgesini ve ekstremiteleri içermelidir. Bu kişiler gövde ve genital bölgeleri fotoğraflamamalıdır. Muayeneyi yapan sağlık personeli adli fotoğrafçılık eğitimi almış olmalı ve fotoğraf ekipmanını tanımalıdır. Çekim için yaralanma seviyesini açıkça belirleyecek ekipman seçilmelidir.
- **Hastanın konforu ve mahremiyeti konusunda özenli olun.** Fotoğraf çekimi sırasında hastaların mahremiyetine özen gösterilmeli ve rahatsızlık hisleri minimize edilmelidir (California Medical Training Center, 2001). Çekim sırasında hastalar uygun şekilde örtülmeli, çekimi yapan sağlık personeli hastalara en iyi desteği nasıl sağlayabileceği üzerine düşünmelidir. Hastalar çekim sırasında bir avukatın ve/veya kişisel destek verebilecek bir profesyonelin yanlarında olmasını isteyebilir. Fotoğraflar çekilirken ileride karşılaşabilinecek bir uygunsuzluk iddiasına karşı önlem alınmalı, odada hastayla aynı cinsiyette bir kişinin bulunması sağlanmalıdır.
- **Hastalara adli fotoğraflama prosedürünü açıklayın.** Bir saldırı sonrasında fotoğraf çekmek, hasta/mağdur için travmatik bir deneyim olabilir. Yeniden travmatizasyon olasılığını azaltmak için muayeneyi yapan kişi, fotoğrafların nasıl çekileceği ve kullandığı prosedürleri, fotoğrafların soruşturma ve kovuşturma sırasındaki olası kullanımlarını, (özellikle çekildiyse anal ve genital bölgeye ait görüntüleri) ve muayene sonrasında ek fotoğrafa ihtiyaç duyulabileceğini ve bunların nedenlerini ve fotoğraflamanın adli kanıt toplamadaki önemini hastaya açıklamalıdır.

Fotoğraf çekiminden önce mağdurun yazılı izninin alınması önemlidir. İznin "Fotoğraflar, adli tıp kayıtları, mahkeme sunumları, bilimsel çalışmalar ve derslerde kullanılacaktır" şeklinde bir ifadenin yer alması gerekir. İznin geçerli olabilmesi için mağdurun baskı altında ve uyutucu ve uyuturucu madde etkisinde olmaması gerekir. Mağdurun/hastanın fotoğrafik dokümantasyon hakkında bilgi alabilecek, bu bilgiyi tartabilecek ve rasyonel bir karara varabilecek yetkinliğe sahip olması gerekir (Özkalıpçı & Muriel, 2010).

Doğru şekilde hazırlanmış bir bilgilendirilmiş onam formu; fotoğrafın talep edilme nedenini, fotoğrafın riskleri ve yararlarını, fotoğrafın ne amaçlarla kullanılacağını, nasıl saklanacağını, fotoğrafa kimlerin erişiminin olacağını ve fotografik kanıtın mahkemede ilgili kişinin aleyhine ya da lehine olabileceğine ait bilgileri içermelidir (Darnell, 2012).

- **Yargı politikaları ve işleyişe göre ilk ve takip fotoğraflarını çekin.** Net ve güçlü bir ifade elde etmek için fotoğraftaki her öğe kontrol edilmeli, fotoğraflar deliller toplanmadan önce çekilmelidir. Yargılama sürecinde kanıt değeri olabilmesi için hastanın kimliği ve çekim tarihinin fotoğrafla bağlantısının kurulması gereklidir (California Medical Training Center, 2001). Örneğin, hastanın adı muayene tarihi ve muayene edenin adı/adının baş harflari düz bir kağıda ya da hasta etiketine yazılır, ardından fotoğraf çekiminin sonunda bu kağıt da fotoğraflanır. Bazı yargılama sistemleri hastaların yüzlerinin de fotoğraflanmasını ister. Kameralar türlerine göre negatifin/dijital görüntünün üzerine tarih ve/veya saat basma seçeneği sunar, bazılarında ise hastanın yüzünün ya da adının filmde/dijital görüntüde olmaması için olgu numarası girme özelliği vardır. Dijital görüntüleme, her görüntüye tarih/saat ve teknik veriyi otomatik olarak gömebilir. Bu bilgilere ancak görüntü bilgisayara indirildiğinde erişilir.

Muayene odasındaki ışık ve flaş kullanımı delillin rengini değiştirebilir. Ortam ışığı dikkate alınarak beyaz ayarı yapılmalı, gerekiyorsa referans olması açısından fotoğrafa bir renk çubuğu eklenmelidir. Fotoğraflama işlemi sırasında amaç, iyi bir perspektife sahip, bozulmamış (distorsiyona uğramamış) fotoğraflar elde etmeye çalışmak olmalıdır. Bunun için normal odak uzaklıklı (50- 55 mm) bir lens kullanmak, film ya da dijital sensör düzlemini belgelenecek nesnenin düzlemine paralel tutmak gerekir. Keskin bir odak sağlamak için kamerayı sabit tutmak, kadraja odaklanmak ve maksimum alan derinliği kullanmak dikkat edilmesi gereken diğer unsurlardır.

Fotoğraflarda boyut referansı için mutlaka bir cetvel ya da ölçek kullanılmalıdır. Hastaları ve fotoğrafı çekilen anatomik bölgeleri tanımlayan fotoğraflara ek olarak, biri ölçekli biri ölçeksiz olmak üzere en az iki fotoğraf çekilmelidir. Aynı zamanda bu iki çekim en az üç yönden yapılmalıdır. Bu şekilde fotoğraf çekmek cetvel ya da ölçeğin önemli bir bulguyu gizlemediğini gösterir. Kanıtlar taşınmadan ve toplanmadan önce yerinde fotoğraflanmalıdır. Çekim sırasında ise kanıtların yeri değiştirilmemeli ve kanıtlar hareket ettirilmemelidir. Fotoğraflanan alanın odağı korunurken, arka planda dikkat dağınıklığı yaratacak objeleri kadrajdan çıkarmak için çaba gösterilmelidir.

Kesiler, morluklar, şişlikler ve laserasyonların orta ölçekli fotoğrafları çekilmeli, bir yönden diğerine ardından yukarıdan aşağıya

doğru çalışılmalı, veya uygulanabilir bir sistematik tasarlanarak çekimler bu mantık içinde yapılmalıdır. Bir vücut bölgesi bağlamında ve oryantasyonunda yaralanmaları göstermek için "bölgesel" çekimler yapılmalı ve bu fotoğraflar kolayca tanınabilecek anatomik işaretler içermelidir.

Orta ölçekli çekimlerin ardından yine cetvel kullanarak yaralanmaların en az üç adet olmak üzere close-up fotoğrafları çekilmelidir.

İşkence Mağdurlarında Fotoğraflama

İstanbul Protokolü'nün 106. paragrafı işkence mağdurlarında fotoğraf çekiminin önemini ve çekim sırasında dikkat edilmesi gerekenleri vurgular. Protokole göre işkence gördüğü iddia edilen kişilerin yaralanmalarının, işkencenin gerçekleştiği iddia edilen binaların (iç ve dış mekan) ve bu mekanlarda bulunan fiziksel kanıtların renkli fotoğrafları çekilmelidir. Yaralanmaların çekimi sırasında metrik skala kullanılması esastır. Fotoğraflar basit bir kamerayla da olsa olabildiğince hızla çekilmelidir, fiziksel izler kısa sürede kaybolabilir ya da konumlarına müdahale edilebilir. Fotoğraf mümkünse 35 mm bir fotoğraf makinesiyle ve otomatik tarih özelliği açık olacak şekilde çekilmelidir. Filmin, negatiflerin ve baskıların gözetim zinciri tam olarak belgelenmelidir (United Nations, 2004).

175. paragraf ise, işkence yapan kişiler tarafından gözaltında tutulan mahkumların muayenesinde fotoğraf çekiminin rutin bir uygulama haline gelmesi gerektiğini söylemektedir. Fotoğraflamada ana ilkelerden biri düşük kalitede bir fotoğrafın varlığının hiç fotoğraf olmamasından her zaman daha iyi olduğudur. Ancak fotoğraflama olabildiğince kısa bir süre içinde profesyonel olarak takip edilmelidir.

Fiziksel bulgulardaki değişiklikleri göstermek için yakın zamanda yapılan işkence iddialarının takip muayeneleri sırasında da fotoğraf çekilmesi tavsiye edilmektedir. Ekimozların travmadan saatler sonra ortaya çıktığı unutulmamalıdır. İddia edilen işkence yakın zamanda gerçekleşmediyse çekim için zaman kısıtlaması yoktur (Özkalıpçı & Muriel, 2010).

Önemli lezyonlar farklı açılardan seri olarak ve yakından (close-up) ve her zaman 90 derece açıyla çekilmelidir. Bunu kolaylaştırmak için çoğu metrik skalanın üzerinde daire şeklinde bir referans bulunur (Şekil 5).

Yakın mesafe fotoğraflara ek olarak, vücudun hangi bölümünün yaralandığını izleyene açıkça gösterecek mesafeden çekimler yapılmalıdır. Bu çekimler yaralanmanın boyutunu veya şeklini bozmamak ve hatalı yorumlamayı önlemek için önemlidir. Tam boy çekimlerin yanı sıra baş ve omuz çekimleri de dahil olmak üzere kişinin daha geniş fotoğrafları çekilmelidir. Varsa tüm giysilerin fotoğrafları çekilmelidir. Eğer varsa işkence iddiasında kullanılan aletler fotoğraflanmalıdır.

Mağdurda işkence sonrası dermatolojik hastalıklar oluşabilir ya da fiziksel ve/veya psikolojik travmayla ilgili olarak mevcut cilt durumu ağırlaşabilir. Bu nedenle varsa dermatolojik hastalıkların olduğu lokalizasyonların da fotoğraflanması önemlidir.

Fotoğraflar mümkünse gün ışığında eğer değilse backround lighting. Parlak ışıkların veya yansıtıcı yüzeylerin varlığı ayrıntıların silinmesine (aşırı pozlama) neden olabilir ve yaralanmanın detaylarını izlenemez kılar. Farklı renk yansımalarını önlemek için kalabalık ve renkli bir arka planda fotoğraf çekmekten kaçınılmalıdır. Lezyonların yakın plan çekimleri 25- 30 cm uzaklıktan yapılmalıdır.

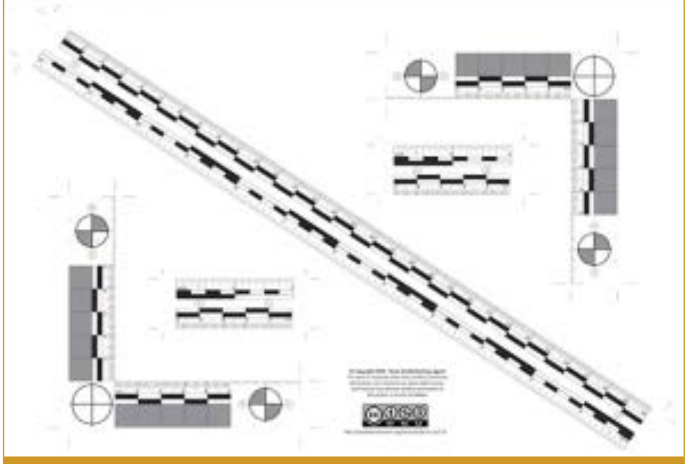
Cetvel Kullanımı

Fotoğraf çekerken cetvel kullanılması yaranın tam boyutunu ölçülebilir bir şekilde gösterir. Cetvel, yaralanmaya paralel veya vücudun aynı düzlemine yerleştirilebilir. Yaranın boyutunu doğru bir şekilde ölçmek için menteşeli L-referans ölçeği, açılı cetveller, standart cetveller ve şerit metre gibi gösterge ölçeği kullanılması önerilir.

American Board of Forensic Odontology (ABFO) 2 cetvelinin kullanılması ayrıca uzmanın resmin beyaz dengesini değerlendirmesine yardımcı olur ve sarılık nedeniyle çok sarımsı bir cilt durumunda olduğu gibi yanlış beyaz dengesini ekarte edebilir (Yesodharan, Renjith, Kumar & Nayan, 2018).

Yaralanmanın konumunu kesin olarak belirlemek için görüntünün anatomik bir referans noktası içermesi gerekir. Bu referans noktaları, fotoğrafa bakan kişiyi yaralanmanın tam yeri ve yönüne yönlendirir. Ek olarak çekilen 'genel görünüm fotoğrafları', makro fotoğrafları çekildiğinde, yaralanmanın yerini belirlemeye de yardımcı olur (Yesodharan, Renjith, Kumar & Nayan, 2018).

Şekil 5
Adli fotoğraflamada kullanılan metrik skalalar



Açıklama notu. Forensic Rulers (2009). Destinys Agent. https://destinysagent.wordpress.com/2009/10/04/forensic-rulers/ kaynağından alınmıştır.

Metrik skala kullanırken kameranın arkası skalaya, skala ise lezyona paralel olmalıdır. Bu özellikle ısırık izi gibi vücudun belli bölümlerini gösteren çekimlerde çok önemlidir. Skalanın herhangi başka bir lezyonun görünürlüğünü engellemediğinden emin olunmaldır.

Fotoğrafı çekilen kişinin kimliği, her fotoğrafta tam adı veya olgu numarası olarak görünmelidir. Tanımlanamayan fotoğraflar mahkemede değersizdir ve yalnızca öğretim amacıyla kullanılabilir.

Makro ve Close-Up Fotoğraf

Adli muayenede özellikle küçük cilt lezyonlarının belgelenmesinde close-up fotoğraflama önemlidir. Makro ve close-up

fotoğraflamada büyütme oranı mutlaka belirtilmelidir. Büyütme; konu boyutunun film veya sensör üzerindeki görüntü boyutuyla ilişkisi olarak tanımlanabilir (Weiss, 2009).

Fotoğrafın düşük kalitede olması ya da net olmaması, kanıtların yetersiz şekilde sunulmasına ve mağdurun tekrar muayene edilnesine neden olabilir. Bu nedenle netlik ya da çözünürlük kalitesinden kesinlikle ödün verilmemelidir (Yesodharan, Renjith, Kumar & Nayan, 2018).

Fotoğraflar açık ve net bir yazılı dokümanın yerine geçmez, ancak tamamlayıcıdır. Özellikle doğru kamerayı ve doğru tekniği seçmek, olay yerinin veya kanıtın tarafsız ve doğru bir şekilde temsil edilmesini sağlayabilir (Yesodharan, Renjith, Kumar & Nayan, 2018).

Ellerin ve tırnakların yakın çekim fotoğrafları kan, deri veya saç izlerini gösterebilir. Tırnaklarda hasar olup olmadığı veya eksik tırnak varlığı değerlendirilmelidir. El ve ayak bilekleri ve boyun çevresinde bağlanma ya da kısıtlanma izi olup olmadığı gözlenmeli varsa fotoğraflanmalıdır. Bu fotoğraflar daha sonra bu izleri yapan söz konusu nesneyle karşılaştırılabilir.

Muayeneden sonra hastanın vücudunda yeni ve farklı kanıtlar bulunduğunda fotoğraf çekimi tekrarlanmalıdır. (Örneğin, günler sonra bir morarma oluşabilir.) Takip fotoğrafları, ortaya çıkan veya gelişen yaralanmaları belgelemenin yanı sıra yara iyileşmesine dair bir belgedir. Stabil, normal varyant bulgularını, akut yaralanmalarla karıştırılabilecek kızarıklık veya şişlik gibi nonspesifik bulguları da netleştirir.

Görüntü Kimlik Doğrulaması (Görüntünün Doğruluğunun Kanıtlanması)

Dijital bir görüntü içeren belge mahkemeye sunulduğunda, iddia edilen ile belge içeriğinin aynı olduğunun ispatı ya da görüntünün gerçekliğini kanıtlanması "Görüntü Kimlik Doğrulaması" olarak adlandırılabilir. Bu süreç görüntünün kaynağını ve sonradan değiştirilmediğini, değişiklik yapıldıysa da, yapılan tüm işlemlerin doğasını açıklamayı içerir. Bir görüntü kanıt olarak doğrulandığında bile, mahkeme görüntünün kanıt olarak ağırlığını ve kanıt değerini belirleyecektir.

Görüntülerin dijital olarak işlenmesi ve görüntünün değiştirilebilirlik potansiyeli, görüntünün gerçekliğinin belirlenmesini zorlaştırır. Bir görüntü kanıt olarak kullanılacaksa bu kritik bir adımdır.

Gerçeklik ve güvenilirliği sağlamak için iki önemli adım, görüntünün alınmasından mahkemeye sunumuna kadar her şeyi kaydeden bir denetim izine sahip olmak ve/veya çekim anında görüntüyü markalaştıran (filigran ekleyen) ve ardından da gerçek olduğunu gösterebilen bir teknolojik çözüme sahip olmaktır. Görüntünün üzerine eklenen geleneksel bir filigran (Örneğin tanımlayıcı bir kod veya logo) görüntü üzerinde görünür ve fotoğraftaki kanıt niteliğindeki bazı önemli noktaları örtebilir. Dijital bir görüntüde filigranı bir şifreleme yöntemiyle görüntü verilerinin içine gizlemek mümkündür. Bu işlemle birlikte filigran görüntünün piksel ölçeğine kadar tüm bölgelerinde bulunmasına rağmen görünmez ve sadece uygun şifreleme anahtarlarıyla çözülebilir.

Örneğin, zanlıyı bir suçu işliyormuş gibi gösteren ancak kökenine veya başka bir doğrulamaya ilişkin açıklama yapmayan bir görüntünün kanıt değeri düşüktür. Buna karşılık ayrıntılı bir denetim kaydının oluşturulabileceği, polisin CCTV kamesından alınan özdeş bir görüntünün kanıt değeri çok daha yüksektir.

Bir görüntünün kanıt olarak ağırlığını arttıran en önemli faktör "Write Once Read Many Times" (WORM) –Bir Kez Yaz, Birçok kez Oku- türü bir bilgisayar belleğinden alınmış olmasıdır. WORM, bigilerin bir kez yazıldığında değiştirilemeyeceği bir veri depolama aygıtını tanımlar. Bu koruma, veriler cihaza yazıldıktan sonra değiştirilemeyeceğine dair güvence sağlar (House of Lords, 1998).

Genellikle dijital görüntülerin kolaylıkla manipüle edildiği ancak analog görüntülerin manipülasyona açık olmadığı yönünde yaygın bir kanı bulunmaktadır. Birinci ifade çoğu kez doğru olmakla birlikte ikinci ifade hatalıdır. Bu nedenle her durumda uygun prosedür takip edilmelidir (Özkalıpçı & Volpellier, 2010).

Analog fotoğraf çekimleri için film rulosunun üretim seri numarası, rulodaki her poz, çekilen her fotoğrafla, fotoğrafın tarihi, fotoğrafı çeken kişinin adı, fotoğraf çekimi sırasında ortamda bulunan kişilerle de ilişkili olarak not edilmelidir. Bu bilgiler fotoğrafın negatifleri ve baskıları ile birlikte güvence altına alınmalıdır.

Otopsi Sırasında Fotoğraflama

Fotoğraf çekimi, otopsi salonunun vazgeçilmez rutinlerinden biridir. Otopside fotoğraf çekimi, yaraların vücuttaki konumlarını göstermek , yaraların detaylarını görüntülemek, kimliği belirlenemeyen kişilerin kimlik tespiti için belge oluşurmak ve eğitim amaçlı olarak yapılır (Süner, 2002).

Otopside saptanan tüm önemli iç ve dış bulguların, negatif otopsi bulguları da dahil olmak üzere fotoğrafı çekilmelidir. Herhangi bir bulgunun yokluğunun saptanmasının da kanıt değeri vardır. Otopsinin öncesi ve sonrasında vücudun dış görünümü belgelenmelidir (Hejna, Janík & Urbanová, 2015). Yaraların vücuttaki konumlarının gösterilmesi için önce ölü bedenin genel fotoğrafları çekilir, fotoğraflar giysiler çıkarılmadan ve çıkarıldıktan sonra çekilmelidir. Kimlik tespiti için gerekli olabilecek tatuaj, eski yara izleri ve kulaklar (kendine özgü bir anatomiye sahip oldukları için) fotoğraflanmalıdır (Süner, 2002).

Özellikle kutanöz yaralanmalar, anal ve genital lezyonlar, spesifik oftalmik bulgular (retina kanamaları gibi), ve vücut kavitelerinin (ağız boşluğu, vajina, kalp kapakçıkları) incelenmesi, gizli kan lekesi paternlerinin saptanması, dövmelerin belgelenmesi veya yangınla ilgili ölümlerin değerlendirilmesi gibi prosedürler ölüm sonrası görsel değerlendirme için önemlidir. Yanmış bir cesette öldürücü yanık yaraları, soluk borusu ve akciğerler fotoğraflanmalı, yanık artıklarının var olup olmadığı gösterilmelidir (Soysal, Eke & Çağdır, 1999), (Hejna, Janík & Urbanová, 2015). Ateşli silah yaralarında giriş ve çıkış lezyonları yakından çekilir. Bu fotoğraflar atış mesafesi, merminin çapı, ateş etme açısı hakkında bilgi verecektir.

Fotoğraf uzun yıllar boyunca otopsi belgelerinin dayanak noktası olmuştur. Dijital fotoğraftaki gelişmeler ise fotoğrafın önemini daha da arttırmıştır. İyi bir fotoğraf uygulaması bir kameranın nasıl çalıştığını, temel optikleri, temel dijital süreçleri ve geleneksel kompozisyon kurallarını anlamayı gerektirir. Otopsi

fotoğrafçılığının kalitesi, hem fotoğrafçının becerisinin hem de görüntüleme sürecinin otopsi iş akışına nasıl uyduğunun bir göstergesidir. Sensör tipi, kamera türü, diyafram açıklığı, örtücü hızı, aydınlatma gibi çok sayıda teknik parametre sonuçta elde edilecek görüntünün kalitesini etkiler. Baskı formatının seçimi ve fotoğrafların arşivlenmesi de standardize edilmiş prosedürlerin oluşturulmasını gerektirir. Otopside çekilen fotoğrafların sonradan işlenmesi yaygındır. Ancak görüntü üzerinde yapılacak değişiklikler belgelenmelidir (Oliver, 2011).

Teknolojideki güncel gelişmeler otopsi salonundaki fotoğraf çekim tekniklerini de olumlu etkilemiş ve değiştirmiştir. "Bağlı ya da sabitlenmiş" fotoğrafçılık olarak dilimize çevrilebilecek fotoğraf tekniği son yıllarda profesyonel fotoğrafçılar tarafından kullanılan gelişmiş bir fotoğraflama tekniğidir. Ana prensip, çekilen fotoğrafların anında iletilmesidir. Görüntü dosyaları bir sabit sürücüye kaydedilir ve saniyeler içinde cihazın ekranında oluşan görüntü dijital bir kamera aracılığı ile bir bilgisayar veya mobil cihaza iletilir. Dijital kamera ile seçilen görüntüleme cihazı arasındaki bağlantı bir kablo veya kablosuz olarak kurulabilir (Bilissi & Langford, 2013).

Alınan görüntülerin dijital kameraların küçük arka ekranları yerine, daha büyük bir ekranda gerçek zamanlı olarak görsele dönüştürülmesi, gerekli fotoğraf kalitesinin (çerçeveleme, kompozisyon, alan derinliği, pozlama, renk dengesi vb) kontrol edilebilirliğini sağlar (Hejna, Janík & Urbanová, 2015).

Şekil 6
Bir otopsi odasında yerleşik Wi-Fi hafıza kartlarına dayanan bağlı fotoğrafçılık için sunulan kurulum



Açıklama notu. Hejna, P., Janík, M., Urbanová, P. (2015). Tethered digital photography with built in Wi-Fi memory cards brings benefits to the environment of an autopsy room, Rom J Leg Med, 4(23), 293-295 kaynağından alınmıştır.

Bu tür bir fotoğrafçılık uygulaması otopsi salonlarında uygulanan bir tek fotoğrafçının ve onun kullandığı fotoğraf makinesinin neden olduğu olumsuzluklara kalıcı bir çözüm sağlayacaktır. Bu sistem, profesyonel dijital kameraların küçük arka ekranlarıyla çekilen fotoğraflardaki teknik hataların (kompozisyon, çerçeveleme, dikkat dağınıklığı, alan derinliği ve netlik) olmasını engelleyecek bir kontrole sahiptir.

Adli Odontoloji Uygulamalarında Fotoğraflama

Bir suçun doğru şekilde fotoğraflanması, özellikle şiddet suçları sırasında kurban ya da fail üzerinde olay sırasında ısırık izi oluşmuşsa kanıtların toplanmasına yönelik olarak çok önemli bir bileşendir (Wright & Golden, 2010). Şüphelilerin ısırık izleri üzerinden yapılacak olan karşılaştırmalı analizi, izin fotoğrafının ne kadar ustalıkla çekildiğine bağlıdır. Tarihsel olarak ısırık izi fotoğrafçılığı, film negatifinin görüntüyü büyütmek için kullanıldığı analog fotoğrafçılık döneminde önem kazandı. Bu teknikle analog görüntü gerçek boyutlu bir baskıya dönüştürülüp, şüphelinin öncelikle ön dişlerinin izleri bir asetata aktarılarak kurban üzerindeki izle manuel olarak karşılaştırılmaktaydı. Bugün de ısırık izinin analizi temelde aynı ilkeye dayanmaktadır. Bununla birlikte dijital görüntüleme tekniklerinin ve bilgisayar yazılımlarının gelişmesiyle beraber, analiz yöntemi dijital tabanlı hale gelmiştir (Golden, 2011).

Isırık izlerinin fotoğraflanması oryantasyon fotoğraflarının çekimiyle başlar. Amaç, ısırık izinin vücuttaki yerinin gösterilmesidir. Bu fotoğraflar genellikle öznenin 90- 150 cm uzağından çekilir ve ısırmanın vücudum tam olarak neresinde olduğunu gösterir. Isırık izlerinin çekiminde kullanılması önerilen metrik skala ABFO #2 cetveldir (Şekil 5). Milimetre indeksleri, gri nötr blokları ve "L" şeklindeki her bir kol üzerine ve kesişim noktalarına yerleştirilmiş olan daireleri, fotoğrafta görsel bir bozulma (distorsiyon) varsa dijital işleme programlarının düzeltme için kullanılması sırasında de referans olarak kullanılarak fotoğraf yeniden ve sağlıklı şekilde düzenlenir.

Çekim sırasındaki en doğru uygulama, yaralanmanın herhangi bir kısmının ölçekle kapanmadığını göstermek için önce ölçek olmadan çekim yapmaktır. Ardından yaralanmanın herhangi bir kısmı kapatılmadan ölçek yaraya bitişik olarak yerleştirilir, metrik skalayı yarayla aynı düzlemde konumlandırmak daha sağlıklı bir odak sağlayacaktır. Açısal bozulmayı en aza indirgemek için objektif ısırık izine tam 90^0 konumlandırılmalıdır. Tüm ısırık izi için makinenin doğru açılandırılmasının mümkün olmadığı kavisli yüzeylerdeki ısırıklarda, ısırmanın her bir kavisi, ölçek o kavis için doğru şekilde konumlandırılmış olarak doğru açıdan aşamalı olarak fotoğraflanmalıdır. Fotoğrafı çekilen olgunun uygun şekilde isimlendirilmesi ve fotoğraflara dahil edilmesi önemlidir. Bunun için genellikle ABFO #2 cetvelinin ölçüm işaretlerinin altına ve cetvelin her bir kolunun ucundaki dairesel referansların yakınına bir etiket yapıştırılır. Etiket üzerinde olgu numarası ya da mağdurun adı, tarih ve fotoğrafı çeken kişinin adı ya da adının baş harfleri bulunur.

Isırık izinin fotoğrafı otopsi sırasında çekilecekse, cesette bazı ölüm sonrası değişikliklerle birlikte izin daha belirgin hale gelebileceği unutulmamalı, bu durumlarda fotoğraf çekimi tekrarlanmalıdır.

Sağlam bir tripod başarılı bir görüntü elde etmek için gerekli ekipmanın bir parçasıdır. Özellikle postmortem ısırık izi çekerken tripod doğru bir kompozisyon ve odak için kullanışlı bir araçtır. Sedyenin görüntüye yaklaşmak için engel oluşturduğu durumlarda, fotoğraf makinesini doğrudan ısırık izinin üzerine yerleştirmek zordur. Ancak konu hareketli bir çocuk ise tripod kullanmak neredeyse olanaksızdır.

Görüntülerin çözünürlüğü (dijital dosyanın boyutu) kullanıcının

görüntüyü, ayrıntı kaybı olmaksızın en az 300 nokta/inç (DPI) olacak şekilde gerçek boyutta büyütebilmesi için yeterince büyük olmalıdır. Görüntüyü sabit bir sürücüye aktarabilme veya doğrudan kameradan indirebilme özelliği de bir zorunluluktur. Görüntülerin dosya boyutu seçilebilir olmalıdır.

Görünür ışıkta görüntü almak amacıyla satın alınan çoğu dijital kamera, kullanıcının pozlama ayarlarını ve diyafram açıklığını değiştirerek ayarlayabildiği bir "Manuel Mod"a sahip olduğu sürece, adli ışık kaynağı kullanarak da görüntü yakalayabilecektir (Johansen & Bowers, 2000).

Ciltte ısırık izi fotoğrafçılığı için 450 nm (mavi) ışık en ideal olanıdır, araştırmalar cildin bu freakansta en yüksek florensa sahip olduğunu göstermiştir. Cilt dokusunun biyolüminisansı teorik ve kapsamlı bir konudur. Ancak özetle, alternatif ışık kaynaklarının epidermisteki yaralanmış ve yaralanmamış dokular arasındaki farkı arttırarak morluk modelinin ayrıntılarını cilt seviyesinin altında gösterdiği söylenebilir.

Kimliklendirmede Fotoğrafın Kullanımı

Otopside Kimliklendirmede Fotoğrafın Kullanılması

Kişide yüzde deformasyona sebep olacak bir yaralanma veya kimlik özelliklerini büyük oranda ortadan kaldıracak yanık, ileri derecede çürüme veya hayvanlarca oluşturulmuş doku kayıpları yoksa kimliklendirme için yüzün fotoğraflanması yeterlidir. Yüzde büyük oranda bir yaralanma ve deformasyon mevcutsa deformasyonun onarımı yapıldıktan sonra fotoğraflama yapmak daha uygun olacaktır. Kişide vücudun çeşitli yerlerinde gözlenen skar dokuları, dövmeler, benler gibi konjenital oluşumlar, deformiteler, amputasyonlar, dişler ve kulaklar fotoğraflanmalıdır (Soysal, Eke & Çağdır, 1999).

Kimliklendirmede Dişlerin Fotoğraflanması

Kömürleşmiş, iskeletleşmiş ya da ileri derecede çürüme sürecinde olan insan bedenlerinin diş özelliklerinin analizi adli tıp disiplini içerisinde önemli bir yer tutar. Bu nedenle uzmanların, teşhis edilecek bireylerin çeşitli kimlik karakterlerini içeren her türlü odontolojik belgeyi aile üyelerinden istemesi gerekir. Adli odontoloğa yardımcı olmak için en sık istenen belgeler diş kayıtları, hasta kayıtları, alçı modeller, intraoral fotoğraflar, periapikal radyografiler, interproksimal ve panoramik radyografiler ve postero-anterior kafa grafileridir (Silva, Pereira, Prado, Daruge, & Daruge, 2008). Ancak bazı durumlarda analiz edilen kurbanın antemortem dental kayıtları olmayabilir ya da kayıtlara ulaşılamayabilir. Bu nedenle kimliklendirme üzerinde yapılan çalışmalar, yüz fotoğrafları, video kayıtları ve her bireyin belirli özelliklerini gösteren gülümseme fotoğrafları üzerinden kimliklendirme üzerine çalışmalar yapmaktadırlar (Bilge, 2003), (Marks, Bennett &Wilson, 1997).

Kimliklendirmede kullanılan bir çok yöntemde olduğu gibi geleneksel adli odontolojik teknikler de çeşitli nedenlerle kullanılamaz olabilir. Bu nedenlerin başında bukko – maksillofasial yapının ileri derecede bozulmuş olması, antemortem diş kayıtlarının olmaması veya mevcut diş kayıtlarından elde edilen bilgilerin kimliklendirme işleminde kullanılamaması gelmektedir. Bu olasılıklar söz konusu olduğunda, kayıp kişinin aile albümü ve sosyal medya hesaplarındaki fotoğraflarını incelemek ilginç sonuçlara ulaşılmasına neden olabilir (Mckenna, 1986). Ayrıca ana odağın bireyin yüzünde daha da sık olarak gülümsemesinde olduğu dijital kameraların kullanımının popülerleşmesi kimliklendirme için yeni bir bakış açısı gelişmesini sağlayabilir. Gülüş tasarımı estetik diş hekimliğinin de konusu olan güncel bir uygulama alanıdır. Bir gülümsemenin diş eksenleri, diş eti konturları, dişler arası temaslar, kesici kenarlar, diş oranları ve gülümseme çizgisinin diş ilişkilerini ortaya koyduğu uygulamaların yaygınlığı da kimliklendirmede kullanılabilir (Silva, Pereira, Prado, Daruge, & Daruge, 2008).

2016'da yapılan bir çalışmada antemortem dental kayıtları olmayan karbonlaşmış bir cesedin kimliklendirmesi için selfie fotoğrafları kullanılmıştır. Çalışmada gülümseme çizgisi ile cesedin görüntüsü üst üste bindirilerek (süperimpozisyon) pozitif kimliklendirme yapılabilmiştir (Geraldo, DeFreitasa, Abreu, Francisco & Haltenhoff, 2016).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Bilge, Y. (2003). The identification of a dismembered human body: a multidisciplinary approach, *Forensic Sci Int, 137*(2- 3):141-46. [Crossref]

Bilissi, E., Langford, M. (2013). Langford's advanced photography: The guide for aspiring photographers. *Taylor & Francis*, 213-214. [Crossref]

Bloemen, E.M., Rosen, T., Justina, A., Cline Schiroo, B.A., Clark, S., Mulcare, M.R., Stern, M.E., Mysliwiec, R., Flomenbaum, N.E., Lachs, M.S. Hargarten, S. (2016). Photographing injuries in the acute care setting: development and evaluation of a standardized protocol for research, forensics, and clinical practice, *Journal of Society for Academic Emergency Medicine*, 653-659. [Crossref]

Boubat, E. (1984). *Fotoğraf sanatı.* İnkılap ve Aka

California Medical Training Center. (2001). *The California Medical Protocol for Examination of Sexual Assault and Child Sexual Abuse Victims, 56.*

Darnell, C., Michel, C. (2012). *Forensic Notes.* Philadelphia: F.A Davis Company

Emrahulke (2020*). Enstantane nedir?* Steemit. https://steemit.com/tr/@emrahulke/enstantane-nedir (Son Erişim Tarihi: 25.12.2021).

Erdal, Bülent (2023). *Objektif nedir objektif çeşitleri.* Fotopanorama360.com. https://fotopanorama360.com/objektif-nedir-objektif-cesitleri/ (Son Erişim Tarihi: 13.05.2024)

F. Fatima, (2019). Forensic photography: A visual and legal record of crime scene, LGU *International Journal for Electronic Crime Investigation, 2*(3):19-28. [Crossref]

Forensic Rulers (2009). Destinys Agent. https://destinysagent.wordpress.com/2009/10/04/forensic-rulers/ (Son Erişim Tarihi: 15.10.2021)

Geraldo, E.M., Freitasa, S.G., Abreu, L.V., Francisco, M.R., Haltenhoff, M. (2016). An unusual method of forensic human identification: use of selfie photographs, *Forensic Science International, 263*(2), 14-17. [Crossref]

Golden, G.S. (2011). Standards and practices for bite mark photography, *J Forensic Odontostomatol, 2*(29): 29-37.

Gökgöz, A. (1980). *Bütün Yönleriyle Fotoğrafçılık*, Siyah Beyaz ve Renkli. Odak Yayınları

Hejna, P., Janík, M., Urbanová, P. (2015). Tethered digital photography with built in Wi-Fi memory cards brings benefits to the environment of an autopsy room, *Rom J Leg Med*, *4*(23), 293-295. [Crossref]

House of Lords (1998) *Science and Technology* - Fifth Report, Digital images, Chapter 3.

How to: make your own camera obscura, Black Creek. https://black-creek.ca/how-to-make-your-own-camera-obscura/ (Son Erişim Tarihi: 06.05.2024)

İkizler, E. (2006). *Temel Fotoğraf*. Fotoğrafevi Yayınları

Johansen, R., Bowers, C.M. (2000). Digital Analysis of Bite Mark Evidence Using Adobe Photoshop, Forensic Imaging Services.

Koç, F., Gül, Y., Yavaş, B., Güneş, İ., Demir, B., Tepecik, S., Özcan, B., Dutak, M., Bozkaya, S. & Onaylı, A. (2005). *Adli Fotoğrafçılık (Manuel) Temel Eğitim Kitabı*. Kriminal Polis Laboratuvarları Dairesi Başkanlığı

Marks, M.K., Bennett, J.L., Wilson, O.L. (1997). Digital video image capture in establishing positive identification, *J Forensic Sci., 42*(3), 492-95. [Crossref]

Mckenna, J.J. (1986). A qualitative and quantitative analysis of the anterior dentition visible in photographs and its application to forensic odontology.

National Forensic Science Technology Center. (2007). *A Simplified Guide to Crime Scene Photography.*

Oliver, W. R. (2011). Considerations for Gross Autopsy Photography, *Academic Forensic Pathology, 1*(1): 52-81 [Crossref]

Özkalıpçı, Ö., Volpellier, M. (2010). Photographic documentation, a practical guide for non professional forensic photography, *Torture, 1*(20).

Pasqualone G.A. (1996). Forensic RNs as photographers. Documentation in the ED, *J Psychosoc Nurs Ment Health Serv*, (34), 47-51. [Crossref]

Robinson, E. (2010). *Crime Scene Photography.* Second Edition, Elsevier Academic Press [Crossref]

Rohatgi, R., Kapoor, A.K. (2014). Importance of still photography at scene of crime: A forensic vs. judicial perspective, *The Journal Of Harmonized Research in Applied Sciences, 2*(4), 271-274.

Saxena, A., Kumar V., Chaudhary S.R., Singh, J, Awasthi, S. (2015). Pattern of Medico-legal Cases in the Casualty Department of A Teaching Hospital, *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine, 37*(4), 338-40. [Crossref]

Silva, R.F., Pereira, S.D., Prado, F.B., Daruge, E. (Jnr.), Daruge, E. (2008). Forensic odontology identification using smile photograph analysis - case reports, *J Forensic Odontontostomatol 27*(1), 12-17.

Soysal, Z., Eke, S.M., Çağdır, A.S. (1999). *Adli Otopsi*, 1. Cilt. İstanbul Üniversitesi Yayınları.

Staggs, S. (2014). Lighting methods for copy and evidence close-up photography, Crime scene and evidence photography, 2nd Edition, Wildomar, CA, USA.

Süner, Ç. (2002). *Otopsi fotoğraflarından tanısal doğruluğa ulaşmanın tutarlılık ve güvenilirlik derecesinin saptanması* [Uzmanlık Tezi, T.C. Adalet Bakanlığı, Adli Tıp Kurumu Başkanlığı]. [Crossref]

U.S. Department of Justice Office on Violence Against Women. (2013). *A National Protocol for Sexual Assault Medical Forensic Examinations Adults/Adolescents Second Edition*, 91 - 93.

United Nations. (2004). *Istanbul Protocol Manual on the effective investigation and documentation of torture and other cruel, inhuman, or degrading treatment or punishment professional training series number 8/* Rev.1. New York and Geneva, 135.

Weiss, S.L. (2009). *Forensic Photography*: Importance of Accuracy. Pearson/Prentice Hall

Wenczel, N. (2007). The Optical Camera Obscura Images and Texts. Optics and Art under the Spell of the Projected Image. İçinde, Ed: Lefevre, W. Max Planck *Institute for the History of Science*, 13-30.

Wright, F.D., Golden, G.S. (2010). *Forensic Dental Photography*, Ch 11 in Forensic Dentistry 2nd Ed., edited by Senn, DR & Stimson PG. CRC Press - Taylor & Francis Group, 203 - 204.

Yesodharan, R., Renjith, V. Kumar, A., Nayak, V.C. (2018). Forensic clinical photography: A game changer in medicolegal investigation and forensic science, *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology, 2*(12): 262-266. [Crossref]

BÖLÜM 6
İZ DELİLLERİN İNCELENMESİ

Fatma ÇAVUŞ YONAR
Ayşegül ŞEN YILMAZ
Ferhat ÇİÇEK

DOI: 10.5152/0606

İz Delillerin İncelenmesi

Trace Evidence Analysis

BÖLÜM HAKKINDA

Kriminal soruşturmalarda iz delillerinin önemi, 20. yüzyılın başlarında *Edmond Locard* tarafından her temasın bir iz bıraktığını ifade eden değişim ilkesiyle ortaya konmuştur. O tarihten bu yana, adli bilim uzmanları suçları yeniden yapılandırmak ve suça karışan kişileri, yerleri ve nesneleri tanımlamak için iz delilleri kullanmaktadırlar. İz deliller soruşturmaya yön veren kanıtlardandır yani olay yerinin yeniden yapılandırmasında, mağdur-suç-şüpheli arasındaki irtibatın belirlenmesinde kullanılabilirler. İlişkilendirici nitelikteki iz deliller mağdurları veya şüphelileri suç mahalli ile ilişkilendirebilir veya bunlarla bağlantı kurabilir. Yeniden yapılandırmalarda iz deliller, bir suçun nasıl meydana geldiğini veya suçtan önce meydana gelen olayları anlamada bilgi sağlar niteliktedir. İlaveten bir nesnenin menşei veyahut üretim tarihi hakkında bilgi sağlayabildiklerinden, bir vakadaki potansiyel şüphelilerin sınırlandırılmasına yardımcı olurlar. Suç mahallinde olup bitenin öyküsünü anlatmaya yardımcı olabilecek genetik materyal içeren biyolojik delillerin yanı sıra kıl, lif, cam parçaları, ayakkabı- araç lastik-alet izleri vb. gibi küçük fiziksel delil parçaları iz delillerdir. Bu iz deliller, iki nesne birbirine dokunduğunda veya küçük parçacıklar bir eylem veya hareketle yayıldığında diğer yüzey üzerine aktarılabilir. Olay yeri incelemesi bağlamında iz delillerin önemi bazen hafife alınmakta ve DNA gibi daha kişiselleştirilmiş delillerin yanında ikinci plana atılmaktadır. Bir nesnenin veya cesedin hareket ettirilip ettirilmediği veya birinin arkadan mı yoksa yandan mı saldırıya uğradığı gibi olay yerinde ne olduğu hakkında iz delillerinden çok şey öğrenilebilir. Bu tür kanıtlar genellikle çıplak gözle görülemez, tespiti, görünürleştirilmesi ve geliştirilmesi için özel araç ve tekniklere gereksinim vardır. Bu nedenle, mağduru şüpheli(ler) ile, mağduru veya şüpheliyi ise olay mahalli ile irtibatlandırmaya yardımcı olan iz deliller sıklıkla gözden kaçırılır. Olay yerinden dikkatle toplanan bulgular, bilim insanları/adli bilim uzmanları tarafından fiziksel, optik ve kimyasal özellikleri bakımından incelenirler. Bölümümüz kapsamında iz delil türlerinden, bunların olay yerinde tespitinden laboratuvarda analizine ve kimliklendirmesine kadar ki proseslerden bahsedilerek, teknolojik gelişmelere parelel olarak iz delillerin incelenmesindeki güncel yaklaşımlar detaylı bir şekilde renkli görsellere desteklenerek sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: İz delil, sınıfsal ve bireysel özellikler, kanıtların değerlendirilmesi

ABOUT the CHAPTER

The importance of trace evidence in criminal investigations was established with the exchange principle articulated by Edmond Locard in the early 20th century, stating that "every contact leaves a trace." Since then, forensic experts have been using trace evidence to reconstruct crimes and identify individuals, locations, and objects involved in the crime. Trace evidence can be pivotal in guiding investigations, as it can be used to reconstruct the crime scene and determine the connections between the victim, the perpetrator, and the suspect. Associative trace evidence can link victims or suspects to the crime scene or establish connections with them. In reconstructions, trace evidence provides information on how a crime occurred or the events leading up to the crime. Additionally, by providing information about an object's origin or production date, they assist in narrowing down potential suspects in a case. In addition to biological evidence containing genetic material that could help narrate the story of what happened at the crime scene, trace evidence includes small physical evidence such as hair, fibers, glass fragments, shoe or tire prints, etc. These traces of evidence can be transferred when two objects come into contact with each other or when small particles are dispersed through an action or movement onto another surface. The importance of trace evidence in crime scene examination is sometimes underestimated and sidelined compared to more personalized evidence like DNA. However, much can be learned from trace evidence about what happened at the crime scene, such as whether an object or body was moved, or if an attack occurred from behind or from the side. Such evidence is often invisible to the naked eye, requiring specialized tools and techniques for detection, visualization, and enhancement. Therefore, trace evidence that helps link the victim(s) with the suspect(s), or the victim(s) or suspect(s) with the crime scene, is often overlooked. Evidence carefully collected from the crime scene is examined by scientists/forensic experts for its physical, optical, and chemical properties. Within our department, current approaches to the examination of trace evidence are presented in detail, supported by colorful visuals, covering the types of trace evidence, processes from their detection at the crime scene to their analysis and identification in the laboratory, in line with technological advancements.

Keywords: Trace evidence, class and individual features, evaluation of evidence

"Exploring the detail", "Detayı keşfetmek"

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Fatma Çavuş Yonar[1]

Ayşegül Şen Yılmaz[1]

Ferhat Çiçek[2]

[1] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
[2] İstanbul Jandarma Kriminal Laboratuvar Amirliği, İstanbul, Türkiye
E-posta: fatma.cavus@iuc.edu.tr
aysegul.senyilmaz@iuc.edu.tr
ferhat_cicek35@hotmail.com

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Çavuş Yonar, F., Şen Yılmaz, A., Çiçek, F. (2024). İz delillerin incelenmesi. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 62-79). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

Giriş

Kriminal bir olayda, olayın planlanmasından olay yerinin terk edilmesine kadar geçen sürede her suçlu gerek olay yerine gerekse suç eyleminin gerçekleşmesi için kullandığı araç gereçlere mutlak suretle bir takım izler bırakmakla birlikte, olay yerinden de kendi üzerine bir takım izler alabilmektedir (Fish et al., 2013). Mikroskobik ya da makroskobik boyutta olan bu izlerin tespiti ve anlamlandırılması, olay - olay yeri - mağdur - şüpheli arasındaki bağlantının kurulmasına ve suçluya ulaşılmasına büyük katkı sağlamaktadır.

Söz konusu izlerin tespit edilmesinin akabinde bozulmalarını önlemeye yönelik koruma tedbirlerinin alınması, bulundukları yüzeyden kaldırılması ve incelenmek üzere uygun koşullarda laboratuvara nakillerinin sağlanması, genelde sübjektif değerlendirmeye tabi olan iz incelemelerinin doğru ve güvenilir biçimde yapılabilmesi için titizlikle üzerinde durulması gereken konulardır.

İz Deliller

Ayakkabı, alet, araç lastiği vb. nesneler herhangi bir obje veya yumuşak bir yüzeyle temas ettiklerinde desenlerinin, bireysel karakteristiklerinin (hasar şekillerini), makroskobik/mikroskobik çizgisel izlerinin veya sınıfsal karakteristiklerinin tamamını veya bir kısmını temas ettikleri yüzeye yansıtmaktadırlar (Desiderio et al., 2020). Bu temas sonucu ortaya çıkan ve suça ilişkin olayın ihtiyaç halinde yeniden canlandırılmasını sağlayabilecek bilgiler sunan bu fiziksel ve maddi bulgular iz delilleri/baskı izlerini oluşturmaktadır. Suç işleyenlerin herhangi bir uzvunun fiziki özelliklerini yansıtan izler de (bilinen adı ile biyometrik izler) bu kapsamda değerlendirilmektedir.

E. Locard' ın "*Her temas bir iz bırakır.*" prensibine göre iz deliller; birbirleri ile temas eden nesnelerde veya yüzeylerde, temasta uygulanan baskıya, temas eden nesnelerin fiziksel özelliklerine ve dirençlerine bağlı olarak iz, çökerti, çukurluk, fiziki boyutlarda tamamen veya kısmen değişme veya çizik gibi şekillerde oluşur (Mistek et al., 2019).

İki boyutlu veya üç boyutlu özellikte olan iz delilleri inceleme de ayakkabı, araç lastik, alet, mühür ve balistik gibi izler ile görünen/görünmeyen özellikteki biyometrik izler (ısırık (diş) izi, dudak izi, tırnak izi, parmak izi, ayak izi, kulak izi, avuç izi) gibi çeşitli kategorilere ayrılmaktadır (Blackledge, 2007; Levin, 2010). Bunların yanı sıra çeşitli nesneler üzerindeki (silah, motorlu araç, şase, ateşli silah, elektronik cihaz vb.) seri numarası izlerinin tespiti ve plaka üzerinde olan tahrifatların belirlenmesi ile olay yerinde kırılmış halde bulunan cam, araç farı vb. kırık nesnelerin parça bütünlemesi de iz incelemeleri kapsamında değerlendirilmektedir. Olay yerinde bozulma ihtimalleri yüksek bulgular arasında sayılan bu izler, birinci öncelikle toplanarak uygun koşullarda laboratuvarlara inceleme için nakledilmelidirler.

Ayakkabı ve Araç Lastik İzleri

Ayakkabı taban deseninin veya araç lastiği sırt deseninin herhangi bir yüzey ile teması sonrasında yüzey üzerinde oluşan izlere ayakkabı/araç lastik izi denmektedir (Blackledge, 2007). Ayakkabı izleri özellikle hırsızlık, mala zarar verme, yangın, yaralanma, yağma, cinayet, izinsiz kazı, konut dokunulmazlığı ihlali vb. olaylarda, olay yerinde sıklıkla bulunan bulgulardandır. Ayakkabı ve araç lastik izlerinin tekrarlanabilir olmaları, benzemez olmaları ve mukayeseye elverişli olmaları suçu aydınlatma ve suçluyu tespit etme de büyük önem taşımaktadır.

Ayakkabı ve araç lastik izlerinin bizlere olay yerinde bulunan şüpheli sayısı, suç mahalline geliş ve gidiş yolları, olayın zamanı vb. gibi hususlar hakkında sağladığı bilgiler sayesinde, potansiyel şüpheli kişi ya da araçlara ulaşılabilmektedir (*Principles of Footwear & Tire Track Examination*, n.d.). Ek olarak bu izler farklı olay ve olay yerleri arasında irtibat kurulmasına da yardımcı olarak farklı olay yerlerinin birbiri ile ilişkilendirilmesi sağlanabilir. Ayakkabı izleri özellikleri bakımından izin ait olduğu kişi de bir sakatlık veya uzuv kaybı olup olmadığı hakkında bilgi sahibi olmamıza ve potansiyel şüphelileri belirlememize yardımcı olur.

Ayakkabı ve araç lastik izlerinin sınıfsal ve bireysel karakteristikleri bakımından mukayese edilerek eşleşme olup olmaması durumuna göre değerlendirilirler (W. J. Bodziak, 2008).

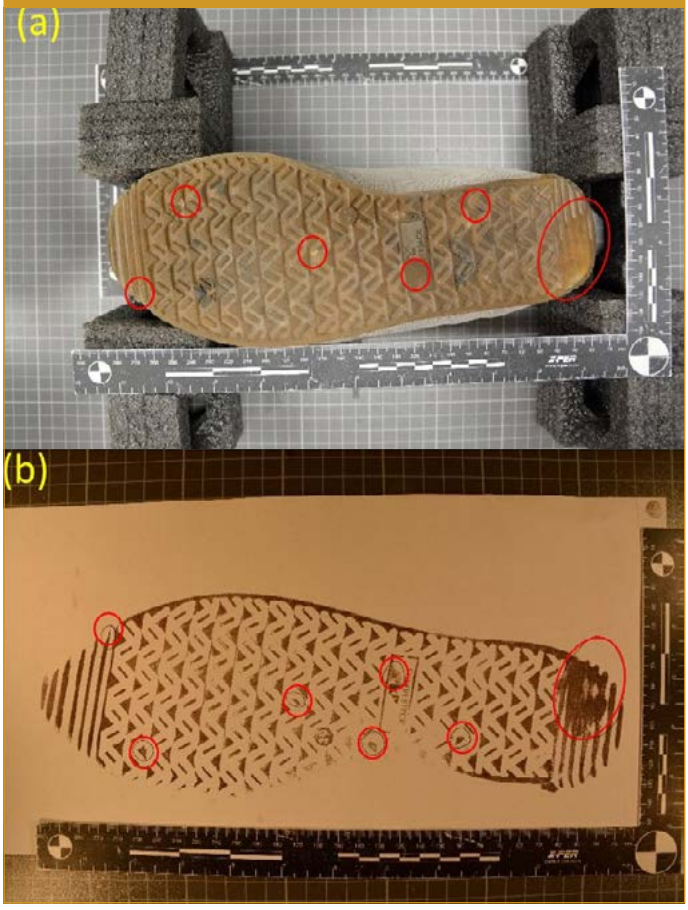
Sınıfsal Karakteristikler: Ayakkabı veya araç lastiğine üretim esnasında işlenen yazı, desen, şekil, sayı veya ebat gibi özellikler ile kalıp hataları sonucu oluşan özelliklerdir (*The Organızatıon Of Scıentıfıc Area Commıttees For Forensıc Scıence*, n.d.). Sınıfsal karakteristikler aynı marka, model ve ebatta üretilen birden fazla ayakkabı/araç lastiğinde benzer olduğundan bu karakteristikler olay yerinde tespit edilen iz ile şüpheliye ait ayakkabı/araç lastiğini mukayese etmede kesin irtibat sağlama da yetersiz kalmaktadır. Sınıfsal karakteristikler ayakkabı ve araç lastik izlerinin klasifikasyonunu sağlayan özelliklerdir.

Bireysel Karakteristikler: Ayakkabı veya araç lastiğinin kullanımına bağlı olarak taban deseninde yırtılma, kesme, kopma, delinme, yanma, aşınma, cisim batması gibi durumlarda hasar meydana gelmektedir (William J Bodziak et al., 2012; *The Organızatıon Of Scıentıfıc Area Commıttees For Forensıc Scıence*, n.d.). Meydana gelen bu hasarlar bireysel karakteristikler olarak tanımlanırlar. Bu özellikler kullanıma bağlı tesadüfen oluşurlar. Bireysel karakteristiklerin benzemezlik özelliği, ayakkabı ve araç lastiklerinin benzerlerinden ayırt edilmelerini sağlarlar. Bu karakteristikler benzersiz olduğundan olay yeri ve şüpheli arasında, iz ile mukayeseye konu ayakkabı/araç lastiği arasında kesin irtibat kurulmasını sağlamaktadır (Şekil 1). Bireysel karakteristikler ayakkabı ve araç lastik izlerinin identifikasyonunu sağlayan özelliklerdir.

Ayakkabı izleri özellikleri bakımından tanımlanmaları esnasında, ayakkabı taban deseni pençe kısmı, kamara kısmı ve topuk kısmı olmak üzere 3 farklı bölgeye ayrılarak incelenir (Şekil 2) (W. J. Bodziak, 2017; Hamm, 2015). Bu bölgelerde bulunan çizgisel izlere (yatay çizgi, dikey çizgi, çapraz çizgi, çapraz kesik çizgi, dikey kesik çizgi, yatay kesik çizgi, dalgalı çizgi, zig zag çizgi, grid çizgi vb.), geometrik izlere (üç, dört, beş, altı kenarlı, dairesel, elips vb.), harf, karakter veya rakam içeren desen izlerine, simge içeren desen izlerine (yıldız gibi şekiller, hayvan figürü, çiçek, bitki figürleri, logo vb.) göre ayakkabı tabanları sınıflandırılmaktadır.

kauçuk karışımlarına, kullanım amaçlarına ve taban desenlerine göre sınıflandırılmaktadır (Giapponi, 2008). Yapılarına yani lastiğin karkas yapısında bulunan kord bezinin geometrisine göre lastik çeşitleri konvansiyonel ve radyal yapılı lastikler olarak iki grupta incelenmektedir. Radyal lastikler; konvansiyonel lastiklere

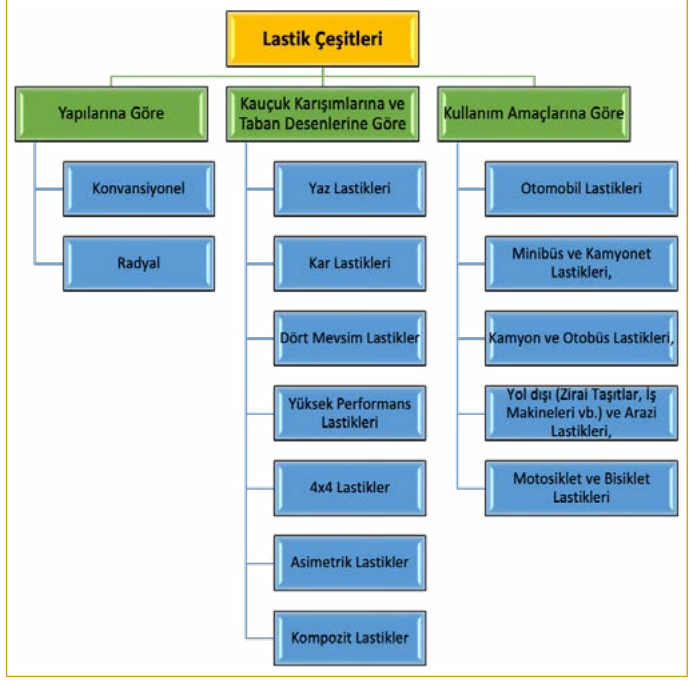
Şekil 1
(a) Ayakkabı taban deseni (b) ize yansıyan bireysel (karakteristik) özellikler



Şekil 2
Ayakkabı tabanının kısımları



Şekil 3
Araç lastik çeşitleri



nazaran daha esnek olduklarından, sürüş esnasında daha az ısınıp kolay soğuduklarından ve taban izlerinin geniş olması sebebi ile yol tutuşu daha iyi olduğundan performans lastikleri olup yarış arabalarında ve binek araçlarda bu lastikler tercih edilmektedir. Taban desenlerine, kauçuk karışımlarına ve kullanım amaçlarına göre ise lastikler Şekil 3'te görüldüğü gibi gruplandırılır.

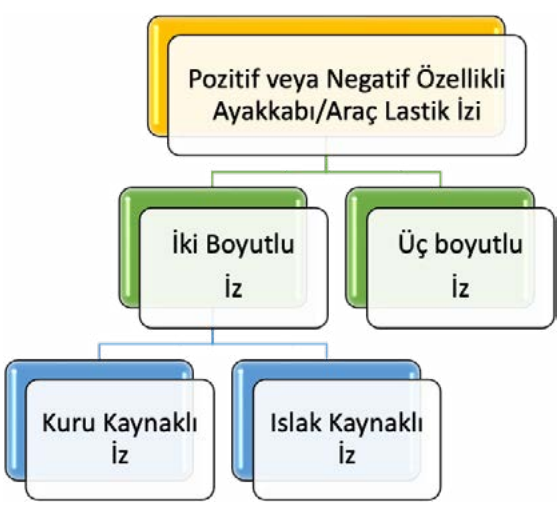
Olay yerinde veya laboratuvarda yapılan ön inceleme de lastik izlerinin bu sınıflandırmaya göre bireysel karakteristikleri tespit edilir (W. J. Bodziak, 2008; Colbry et al., 2005). Özellikle olay yerinde karşımıza çıkabilecek asimetrik lastiklerin iz incelemelerinde dikkat edilmelidir. Asimetrik lastiklerin desenleri lastik tabanının yarısında farklı diğer yarısında farklıdır. Yani olay yerinde iki farklı araç veya iki farklı lastiğe ait iz olabileceği yanılgısı oluşabilir. Bu sebeple uzman, araç lastik izinin iki ayrı lastik tarafından oluşturulmuş olma ihtimalinin yanında asimetrik tipte bir lastik tarafından da oluşturulmuş olabileceği ihtimalini göz önünde bulundurarak izleri bu bakış açısıyla değerlendirilmelidir.

Açık veya kapalı alan olay yerlerinde bulunan ayakkabı ve araç lastik izlerinin oluşumuna veya bozulmasına çeşitli değişkenler doğrudan etki etmektedir (Colbry et al., 2005; H Lux, 2013; Scopc, 2006). Bu değişkenler arasında hava şartları, yüzeyin gözenek yapısı, yüzey özellikleri, yüzeyin durumu, izin oluşumunda uygulanan kuvvet, izin oluşumunda bulunan artık miktarındaki değişimler ve artığın bileşenleri, izi geliştirme ve görünürleştirmeye yönelik uygulanan yöntem, geliştirme yönteminin uygulandığı ortam, izi geliştirme amaçlı kullanılan malzemeler, izin bulunduğu bölgeye dış müdahaleler vb. gibi faktörler sayılabilir.

Ayakkabı/araç lastik izlerinin olay yerinde tespiti ve kaldırılmasına yönelik yöntemlerin belirlenmesi için öncelikle görsel incelemeye tabi tutulurlar (Cihangiroğlu B., 2011). Bu görsel incelemeye göre izin taşıdığı özellikler bakımından Şekil 4'te belirtilen şekilde ayakkabı/araç lastik izlerini gruplandırmak mümkündür.

Pozitif İz: Ayakkabı/araç lastiklerinin temas ettikleri yüzeye, üzerlerinde bulunan artıkları bırakarak oluşturdukları izlerdir. Temiz

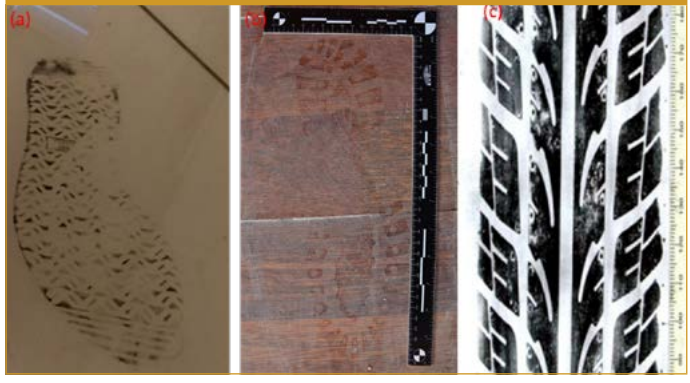
Şekil 4
Ayakkabı/Araç lastik izlerinin gruplandırılması



yer döşemesi üzerine kirli bir ayakkabı tabanı ile bıraktığımız iz buna örnek olarak verilebilir (Şekil 5).

Negatif İz: Ayakkabı/araç lastiklerinin temas ettikleri yüzeydeki artıkları kaldırarak oluşturdukları izlerdir. Tozlu bir zemine temiz bir ayakkabı tabanı ile basılması sonrasında tozun ayakkabı tabanı ile yerden kalkması neticesinde oluşan iz buna örnek verilebilir (Şekil 5).

Şekil 5
(a) iki boyutlu pozitif ayakkabı izi (b) iki boyutlu negatif ayakkabı izi (c) iki boyutlu pozitif araç lastik izi



İki Boyutlu İz: Metal, kağıt, karton, tekstil ürünleri, ahşap, fayans, mermer, parke, cam vb. gibi derinlik oluşturmayan sert yüzeyler üzerinde oluşan, eni ve boyu olup derinliği olmayan izlerdir (Şekil 5) (Adair et al., 2006). Araç lastiğinin bıraktığı patinaj izi ile ıslak bir ayakkabı tabanının betona bıraktığı izler, iki boyutlu izlere örnek olarak verilebilir. İki boyutlu izler genellikle kapalı mekanlarda gerçekleşen olaylarda var olan, şüpheli ile suç arasında doğrudan bağlantı kurulmasını sağlayan izlerdir. İki boyutlu izler kuru kaynaklı ve ıslak kaynaklı izler olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır.

Kuru Kaynaklı İz: İzi oluşturan ayakkabı/araç lastiğinin ve izin oluştuğu yüzeyin üzerinde kan, su, yağ, boya vb. gibi sıvı bulunmaması durumudur (Cihangiroğlu B., 2011; Hammer et al., 2003). Tozlu bir ayakkabının üzerinde sıvı artık bulunmayan parke bir yüzey üzerinde oluşturduğu iz buna örnek verilebilir. Kuru kaynaklı izlerde izi oluşturan toz gibi maddelerin zemine sabitlenme durumu olmadığından izler kolaylıkla bozulabilecek özelliktedir. Bu izler sarsıntıya, rüzgar, yağmur, kar gibi hava değişimlerine, spreylemeye ve fırça darbelerine maruz kalmaları durumunda hızlıca bozulabilir yapıda olduklarından olay yerinde karşımıza çıkabilecek en hassas izlerdir. Bu sebeple bu izlerin tespiti, korunması ve kaldırılmasında özel bir dikkat gerekmektedir.

Islak Kaynaklı İz: İzi oluşturan ayakkabı/araç lastiğinin, izin oluştuğu yüzeyin veya her ikisinin üzerinde kan, su, yağ, boya, şeffaf sıvılar vb. gibi sıvı bulunması durumudur (Gorn et al., 2007). İzin oluşmasına sebep olan sıvı formdaki madde sonradan kurusa bile iz ıslak kaynaklı iz olarak değerlendirilmektedir. Tabanında çamur artığı bulunan bir ayakkabının kuru bir fayans üzerine bıraktığı iz, tabanı temiz bir ayakkabının üzerinde kan bulunan bir fayans üzerine bıraktığı iz ile çamurdan geçen bir aracın asfalt zeminde bıraktığı iz buna örnektir. Bu izlerin oluşumunda sıvı bir madde etken olduğundan ve bu izler bulundukları zemine yapıştıklarından hava şartları ve çevre koşullarına da bağlı olarak ıslak kaynaklı izler basit müdahaleler neticesinde bozulmazlar.

Şekil 6
Üç boyutlu (a) ayakkabı (b) araç lastik izi



Üç Boyutlu İz: Kar, kum, toprak, çamur vb. gibi yumuşak yüzeyler üzerinde oluşan, eni ve boyunun yanında derinliği olan izlerdir (Şekil 6) (Snyder, 2015). İki boyutlu izlere nazaran inceleme esnasında geliştirme teknikleri uygulanmaksızın olay yerinde ilk bakışta kolayca görülebilen özelliktedirler. Üç boyutlu izler sıklıkla açık alanlarda işlenen suçlarda karşımıza çıkmaktadır.

Ayakkabı ve araç lastik izlerinde, izin oluşumu esnasında uygulanan kuvvete bağlı olarak baskıdan kaynaklı değişimler veya desen bozulmaları izde görülebilir. Bunun dışında artığın miktarına bağlı olarak izde bazı bireysel karakteristikler artıkla dolarak ize yansımayabilir. Bunun aksine kan artığı içeren bir iz, tozlu bir ize nazaran daha fazla detay ihtiva edebilmektedir.

Ayakkabı/Araç Lastik İzlerinin Olay Yerinde Tespiti, Kaldırılması ve Nakledilmesi

Ayakkabı ve araç lastik izlerinin olay yerinden kaldırılmasında yüzeyin gözenekli veya gözeneksiz yapıda olması, yüzey üzerinde izi kaldırma esnasında problem yaratabilecek toz veya yağ gibi artık madde bulunup bulunmaması, izin oluşumunda kuru artık, yaş

artık, kan, çamur vb. etken olup olmadığı, yüzey ile iz arasında renk, derinlik ve ışığa bağlı kontrast olup olmaması gibi durumlar etkilidir (W. J. Bodziak, 2017). Ayrıca bu durumlar uzmanların iz geliştirme tekniklerinden hangisini kullanmaları gerektiğine karar vermelerine de yardımcı olmaktadır. Örneğin yüksek nem olan ortamda bulunan veya ıslak kaynaklı olan iki boyutlu izlerin kaldırılmasında elektrostatik kaldırma yöntemi ile başarılı sonuçlar elde edilemeyebilir.

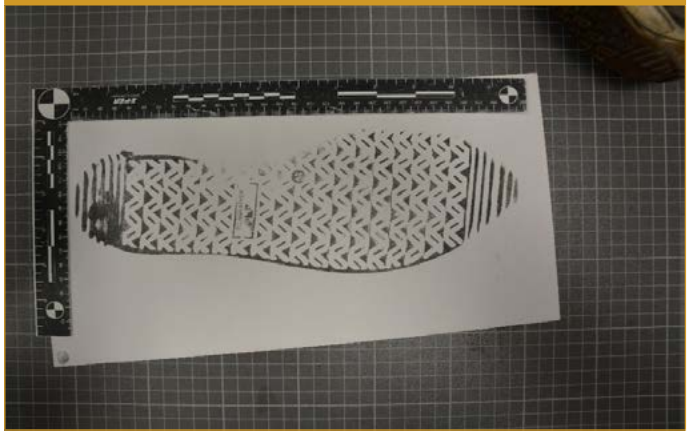
Olay yerinden tespit edilen iki boyutlu izler öncelikle geniş açıdan ve yakın açıdan fotoğraflanmalıdır (LeMay, 2005; Pfefferli, 2015; Wiersema, 2005). Sonrasında jelli bant yöntemi ile, şeffaf nakil bandı yöntemiyle veya elektrostatik iz kaldırma kitiyle kaldırılmalıdır. Kuru kaynaklı iki boyutlu izler elektrostatik iz kaldırma kiti yardımıyla ya da tozlama ile görünür hale getirilmesinin akabinde jelli bant ve şeffaf yapışkan bant yöntemleri ile kaldırılırken, ıslak kaynaklı iki boyutlu izler genellikle tozlama ile görünür hale getirilmesinin akabinde jelli bant ve şeffaf yapışkan bant ile kaldırılmaktadır. Elektrostatik iz kaldırma kiti parke, fayans, mermer, beton gibi sert zeminler üzerinde tozla oluşan izlerin kaldırılmasında etkili bir yöntem olup, izin dağılma riskinin fazla olduğu kumaş, deri, tekstil ürünleri gibi kumaş yüzeylerden iz kalıntılarının kaldırılmasında başarıyla uygulanmaktadır. Üç boyutlu izler ise geniş açıdan ve yakın açıdan fotoğraflanmanın sonrasında genellikle alçı yöntemiyle olay yerinden kalıp halinde kaldırılmaktadır. Kaldırma işleminin başarısız sonuçlanabileceği kanısı olan durumlarda veyahut tereddüt halinde izin olduğu yüzey uygun koşullarda laboratuvara nakledilmektedir.

İki Boyutlu İzlerin Geliştirilmesi ve Kaldırılması

İki boyutlu izlerin geliştirilmesi ve kaldırılmasında 3 farklı yöntem uygulanmaktadır (W. J. Bodziak, 2017; Lee, Palmbach, et al., 2001; Pepper, 2010):

- Fiziksel Yöntemler: Bu yöntemde, izin geliştirilmesinde kullanılan maddeler izin yapısında var olan artıklara yapışmakta (bu artıklarda bulunan herhangi bir madde ile kimyasal reaksiyona girmeksizin), onları renklendirerek izi gözle görünebilecek hale getirmektedir. Fiziksel yöntemde genellikle tozlama tekniği kullanılmaktadır. İzin durumuna ve yüzeyin özelliklerine göre uygun tozun seçimi izin geliştirilmesinde önemlidir. Kullanılacak manyetik özellikli veya normal toz, yüzey ile arasında zıt kontrast oluşturacak şekilde tercih edilmelidir. Kuru kaynaklı izlerin geliştirilmesinde normal veya manyetik tozlar kullanılırken, ıslak kaynaklı izlerin geliştirilmesinde manyetik etkili tozlar daha başarılı olmaktadır. Tozlama yöntemi geri dönüştürülebilir özellikte bir yöntem olmadığından ve yapılacak bir hata izin tamamen kaybına neden olabileceğinden, işlemin doğru ve dikkatli bir şekilde uygulanması gerekmektedir (Şekil 7).
- Kimyasal Yöntemler: Bu yöntemde iz geliştirmede kullanılan kimyasallar izin yapısında var olan artıklarla kimyasal reaksiyona girerek veya izin kimyasal maddeyi emmesi sağlanarak izler görünür hale getirilmektedir. Genellikle ıslak kaynaklı izlerin geliştirilmesinde bu metod tercih edilmektedir. Kullanılan kimyasal maddeler sadece izi geliştirmekle kalmayıp, iz de var olan detayların da görünür hale gelmesini sağlarlar. İzi oluşturan artıkta demir varsa potasyum ve amonyum tiyosiyanat, işlenmemiş odun gibi kuru ve gözenekli yüzeylerde iz geliştirme de gümüş nitrat, kağıt ve karton gibi gözenekli yüzeylerde diazafluoren-9-one (DFO) veya ninhidrin, metal iyonlar içeren ve mat yüzeyler üzerinde bulunan kuru veya ıslak kaynaklı izlerde (8)-hidroksikinolin, kağıt veya seramik gibi farklı yüzeyler üzerinde bulunan izlerde siyanoakrilat buharı ve rodamin 6-G gibi renklendirici kimyasalları kullanılmaktadır. Bu kimyasal maddelerin uygulanmasının akabinde çok dalga boylu ışık kaynağı yardımıyla izlerin daha görünür olması sağlanarak fotoğraflama işlemi yapılır. Özellikle organik madde içeren ıslak kaynaklı yağlı izlerin görünürleştirilmesinde iyot kullanımı etkilidir (çamurlu, tozlu ve kuru izlerde iyot kullanımı başarılı sonuçlar vermez). Farklı yüzeyler üzerinde bulunan kanlı izlerin görünürleştirilmesinde amido siyahı, fushin gibi protein boyaları kullanılırken nükleik asitlerin ve proteinlerin immünohistokimyasal boyanmasında diaminobenzidin (DAB) benzeri boyalar ya da kanın yapısında bulunan aminoasitlerle reaksiyona giren ninhidrin kullanılır.
- Işıklandırma ve Fotoğraflama Yöntemi: Değişik dalga boylarında ışık kaynakları kullanılarak beyaz ışıkta görülemeyen ize ait karakteristiklerin görünür hale gelmesi sağlanır. Olay yerinde tespit edilen iki boyutlu izlerin bazen olay yerinden kaldırılması mümkün olmadığından bazı durumlarda yalnızca fotoğraf üzerinden inceleme yapılmak durumunda kalınabilmektedir. Bu yüzden fotoğraflamanın izin olay yerindeki konumunu, izin genel görünümünü ve izin ayrıntılı görünümünü göstermeye yönelik olarak detaylı bir şekilde yapılması gerekir. Fotoğraflamanın gölge ortamda ve 90°'lik açıyla yapılması, ize ait detayların daha net görünmesini sağlar.

Şekil 7
Kağıt yüzey üzerinde manyetik toz ile geliştirilen kuru kaynaklı ayakkabı izi



Üç Boyutlu İzlerin Geliştirilmesi ve Kaldırılması

Gevşek yapıdaki ve özellikle kum gibi küçük partiküler yüzeyler, üç boyutlu izlerin kaldırılmasında zorluklar yaşanan yüzeyler arasında yer almaktadır (W. J. Bodziak, 2017; H. J. Larsen, 2021). Uygun yöntemlerle bu izlerin kaldırılamaması durumunda iz üzerinde bozulmalar meydana gelerek izin kalitesi düşmektedir. Karlı zeminde dahil olmak üzere gevşek yüzeylerde bulunan üç boyutlu izlerin kaldırılmasında alçı fiziksel yöntemi uygulanmaktadır. Bu yüzeylerde hava sıcaklığına bağlı olarak karın erimesi durumunda iz bozulabileceğinden, kalıp alma işlemi hızlı bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Sonrasında alınan kalıplar incelenmek üzere laboratuvara nakledilmektedir (Şekil 8). Alçı ile kalıp almadan önce

yüzeyin gevşek veya küçük partikül yapısal özelliğine göre izin üzerine mukavemet arttırıcı (toprak sertleştirici, kar sertleştirici, saç sertleştirici sprey, su spreyi vb.) yöntemler uygulanabilir.

Olay yerinde çekilen ayakkabı izi fotoğrafı ve şeffaf yapışkan bant ile kaldırılan izler ayakkabının yönü ile aynıyken, alçı, jelli bant ve elektrostatik iz alma kiti ile kaldırılan izler ayakkabı tabanının ayna görüntüsü yönündedir, yani tersidir (N. Petraco et al., 2016). İncelemeye başlamadan önce izin yönünün belirlenmesi gerektiğinden izin kaldırılma yöntemi dikkate alınarak yön tayini yapılması gerekir.

Olay yerinde bulunan ayakkabı ve araç lastik izlerinin şüpheli ayakkabı ve araç lastikleri ile karşılaştırılabilmesi için laboratuvarda mukayese alma işlemi yapılır (W. J. Bodziak, 2008, 2017; Hamm, 2015). Mukayese işlemi olay yerine benzer yüzeyler üzerinden gerçeğe en yakın şekilde yapılmalıdır. Mukayese işlemlerinde standardizasyonun sağlanmasına yönelik bazı otomasyon teknolojileri geliştirilmiştir. Bu sistemlerin temel çalışma prensibi istenilen bir yüzey üzerine mukayese amacı ile gönderilen ayakkabı veya araç lastiklerinin belli bir eğim ve belli bir kuvvet uygulayarak izlerinin alınmasıdır.

Şekil 8
Üç boyutlu (a) ayakkabı (b) araç lastik izinin alçı kalıbı ile kaldırılması



Mukayese izlerinde bireysel karakteristiklerin bulunduğu yerin en az hata ile tespit edilebilmesi için karşılaştırma işlemi genellikle arşiv grid şablonlar yardımıyla yapılır (William J Bodziak et al., 2012; Hamm, 2015; Hammer et al., 2013). Bu şablonların temel prensibi harita üzerinde koordinatlar ile yer belirlemeye benzemektedir. Şablon 1 cm arayla çizilmiş dikey (harfle isimlendirilmiş) ve paralel (rakamla isimlendirilmiş) çizgilerden oluşmaktadır. Bireysel karakteristiklerin tespit edildiği koordinatlar kaydedilerek mukayese işlemi gerçekleştirilir.

Ayak İzi İncelemelerinde Kullanılan Güncel Yöntemler

Jeoloji ve arkeoloji alanlarında dijital 3D (üç boyutlu) iz görüntülemenin gelişimi adli bilimlerde ayakkabı izlerinin elde edilip incelenmesinde 3D görüntüleme yöntemlerinin kullanılmasına öncü olmuştur (H. J. Larsen, 2021; Nirenberg et al., 2021). Yapılan çalışmalarda alçılama ve fotoğraflama gibi farklı iz elde etme ve inceleme yöntemleri ile 3D görüntüleme tekniği doğruluk, pratiklik ve etkinlik açısından karşılaştırılmıştır. Elde edilen önemli bulgulardan biri, 3D görüntüleme tekniğinin fotoğraflamada kullanılan kameradan ve çok sayıda farklı özellikteki ortamdan bağımsız olarak güvenilir bir şekilde doğru adli sonuçlar ürettiğini göstermiştir. Bu çalışmalar toprak, kum, kar ve gıda maddeleri, ev eşyaları ve özellikle halı gibi daha az belirgin olan yüzeylerde oluşmuş ayakkabı izlerini içermektedir. Ayrıca alçılama yöntemine kıyasla üç boyutlu görüntüleme tekniği ayakkabı izlenimlerinin alınmasında ve iki boyutlu fotoğraflamaya kıyasla daha fazla detay elde edilebilmesi ve bireysel özelliklerin tanımlanması açısından üstün bir çözüm sağladığı çalışmaların sonucunda elde edilmiştir.

Ayrıca 3D görüntüleme ile elde edilen dijital görüntüler, kullanılan veri tabanlarında hızlı eşleştirmeye, kolay erişime ve kanıt paylaşımına olanak tanımaktadır (H. Larsen et al., 2021). Ayrıca teknik, zaman, ekipman ve kaynaklar açısından önemli bir maliyet tasarrufuna sahiptir. Gelecek yıllarda daha yaygın şekilde kullanılması beklenmektedir.

Alet İzleri

Ayakkabı ve araç lastiklerinde olduğu gibi aletler de temas ettikleri her türlü yüzeye izlerini bırakmaktadırlar (Baldwin et al., 2013). Bu izler aletin sınıfsal karakteristikleri, desen modelleri, hasar şekilleri ve mikroskobik/makroskobik çizgisel izler gibi fiziksel yapının tamamı veya bir kısmını yansıtmaktadır. Alet üzerinde bulunan izler Şekil 9' da belirtildiği gibi 3 grupta incelenmektedir. Ülkemizde iz inceleme laboratuvarlarına olay mahallinden sıklıkla gelen suça konu aletler ise Şekil 10'da görülmektedir.

Şekil 9
Sınıfsal özelliklerine göre alet izi türleri

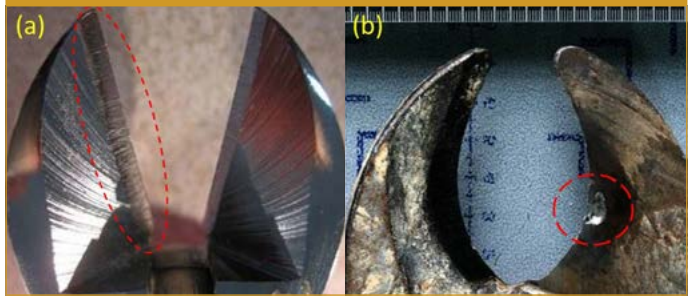


Alet izlerinin incelenmesinde aletin diğer benzer aletlerden ayırt edilerek tekliğini gösteren özelliklerin yani bireysel karakteristiklerin iz ve suça konu alet üzerinde tespit edilmesi gerekmektedir (Baldwin et al., 2013). Aletler üzerindeki bu özellikler aletin üretim aşamasında, kullanımı esnasında rastlantısal olarak oluşan arızalar ya da aşınmalardır (Şekil 11).

Şekil 10
Ülkemizde iz inceleme laboratuvarlarına sıklıkla gelen suça konu aletler



Şekil 11
Aletlerin (a) üretim yapısındaki sınıfsal karakteristikler ve (b) kullanımlarından ya da hasar görmelerinden kaynaklanan bireysel karakteristikler



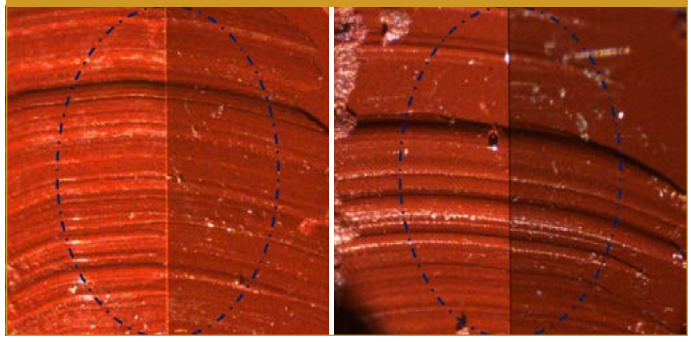
Alet izi incelemelerinde temel ilke; bir aletin temas ettiği nesne veya yüzeyde bıraktığı bireysel karakteristiğin başka bir alet tarafından oluşturulamayacağıdır. Yani herhangi iki alet benzer alet izi bırakamaz (Baiker et al., 2014; Grzybowski et al., 1998; R. G. Nichols, 1997; Ronald G. Nichols, 2007). Balistik ve Alet İzi Uzmanları Birliği'nin geliştirdiği *AFTE Teorisi* (Association of Firearm and Toolmark Examiners, Tespit Teorisi) olarak bilinen bu ilke kapsamında, alet izi uzmanları alet izlerinin tespiti, mukayesesi ve bireyselleştirilmesi gibi incelemelerini yapmakta ve alet izi morfolojisini sınıfsal ve bireysel karakteristik bakış açısı ile değerlendirmektedirler. Değerlendirmeler teori kapsamındaki üç prensip dahilinde yapılmaktadır (Zheng et al., 2014):

- Farklı iki alet izinin fiziksel özellik bakımından yeterli oranda birbirleri ile uyumlu olması (eşleşmesi) ve alet izlerinin aynı alet ile oluşturulduğu esası,
- Alet izi değerlendirmelerinde bireysel karakteristiklerin tespit ve yorumunun uzmanın deneyim ve eğitimine dayalı olup sübjektif olması,
- Farklı alet izlerinin şekil yapılarının veya kombinasyonlarının benzeşmesi durumunda (yalnızca belirli bir alete ait olup diğer tüm aletlerden ayırt edici özelliğe sahip olması) bu alet izlerinin uyumlu (benzer) kabul edilmesi.

Söz konusu prensiplerde bahsedilen yeterli oran; izler üzerindeki zirve, çukurluk veya eğimlerden oluşan bireysel karakteristiklerin yükseklik, derinlik veya genişlik gibi değerlerinin birbiri ile örtüşmesi durumu ile belirlenmektedir (N. D. K. Petraco et al., 2013). Bu durum, mukayese sonrası farklı aletler ile oluşturulduğu bilinen izlerden daha kesin bir şekilde, aynı alet ile oluşturulduğu sonucuna ulaşılması "tespit" olarak ifade edilmektedir.

AFTE teorisine karşıt olarak zaman içerisinde *Birbirini Takip Eden Çizgiler Teorisi* üretilmiştir (Chu et al., 2013; Faden et al., 2007). Bu teorinin ortaya çıkışındaki temel amaç; iki farklı izin aynı alet tarafından oluşturulduğu kanısını sayısal yönden bazı parametrelere bağlayarak, objektif bir değerlendirme yapılabilmesine olanak sağlamaktır. Yani alet izi bireyselleştirmelerini istatistiksel olarak kimliklendirebilmektir. Bu kapsamda Alfred Biasotti 1950 yılında identifikasyon kuralı olarak nicel kriterleri esas alan Ardışık Eşleşen Çizgiler (Consecutively Matching Striae, CMS) terimini öne sürmüştür. CMS ye göre; üç boyutlu izlerde 2 farklı iz grubuna ait 3 ardışık çizgisel iz oluşursa ya da tek bir iz grubunda 6 ardışık çizgisel iz oluşursa, eşleşme sağlanmış olur. İki boyutlu izlerde ise 2 farklı iz grubuna ait 5 ardışık çizgisel iz oluşursa ya da tek bir iz grubunda 8 ardışık çizgisel iz oluşursa eşleşme sağlanmış olmaktadır (Şekil 12). Alet izlerinin oluşumu birçok değişkene bağlı olduğundan ve bu değişkenler stabilize edilemeyeceğinden dolayı bilim insanları tarafından doğruluğu tartışılan bu teori kabul görmemiştir. Hali hazırda birçok ülkedeki kriminal uzmanlar alet izi incelemelerinde bu teori yerine AFTE teorisi prensiplerini baz alarak değerlendirmelerini yapmaktadır.

Şekil 12
Alet izlerinden alınan mukayese örneklerindeki çizgisel izlerin eşleşmesi durumu



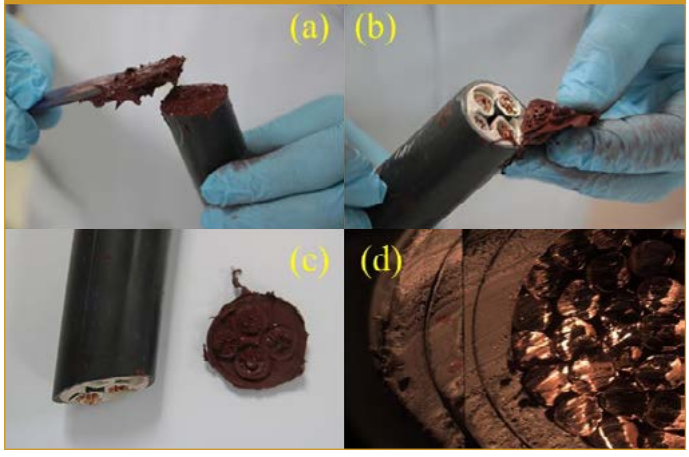
Bireysel karakteristikler dışında aletler üzerinde *alt sınıf karakteristikler* (subclass) de bulunabilir (Baldwin et al., 2013; Weller et al., 2012). Alt sınıf karakteristikler, aletlerin üretim aşamasında oluşan olağan dışı bir durum nedeniyle o parti üretimde aynı şekil ve yapıda oluşan özelliklerdir (örneğin bıçak üretimi sırasında marka basma aparatında oluşan aşınmanın bıçak yüzeyine yansıması). Bu karakteristikler imalat aşamasında tesadüfi olarak üretilmekte ve küçük bir örneklem grubuna ait olduğundan sınıfının alt kümesini oluşturmaktadır. Ayrıca üretim proseslerindeki değişikliğe ya da olağan dışı durumun tespitine kadar belirli bir zaman diliminde tanımlıdırlar. Alt sınıf karakteristiklerinin sınırları, sınıfsal karakteristiklere oranla daha sınırlayıcı fakat bireysel karakteristikler gibi eşsiz olmayan özelliktedir. Alet izi incelemeleri sırasında alt sınıf karakteristikler bireysel karakteristikler ile karıştırılabilmekte, hatalı yorumlamaların yapılmasına sebebiyet verebilmektedirler. Bu nedenle uzmanlar alet izi incelemelerinde bu hususa bilhassa dikkat etmelidirler.

Alet izlerinin incelenmeleri ve şüpheli aletlerle karşılaştırılmaları için izin üzerinde bulunduğu nesne ile birlikte (nesne küçükse tamamı, taşınamayacak kadar büyükse izin olduğu bölge kesilmek

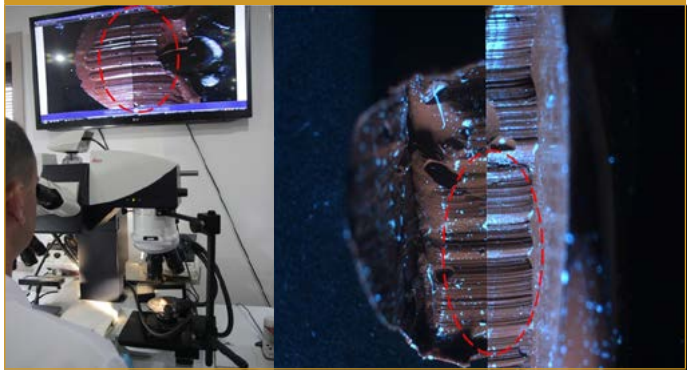
suretiyle) laboratuvara gönderilmesi, en doğru incelemeyi sağlamaktadır (Baiker-Sørensen et al., 2020; Harris et al., 2019). Ancak izin bulunduğu nesne hem laboratuvara nakledilemeyecek kadar büyük hem de kesilemeyecek kadar değerli ise bu durumda izin bir kopyası yani kalıbı alınmalı, detaylı fotoğrafı çekilerek uygun koşullarda alınan kalıp laboratuvara naklettirilmelidir. Olay yerinde alınan bu kalıplar negatif özellikte yani izin ters yansıması şeklinde (çukurlar tümsek, tümsekler çukur şeklinde) olduğundan incelemeye geçmeden önce pozitif kalıplandırma işlemi uygulanmalıdır. Pozitif kalıplandırma, kalıbın üzerinden tekrar kalıp alarak izleri terse çevirme işlemidir.

Alet izlerinin laboratuvar incelemelerinde öncelikle inceleme için gönderilen suç unsuru alet veya izlerin detaylı fotoğrafları çekilmelidir (Harris et al., 2019; Kumar et al., 2021; Siegel et al., 2021). Sonrasında aletin veya aletle oluşturulmuş izin sınıfsal özelliklerini belirlemeye yönelik bir ön inceleme yapılması gerekir. Sınıfsal karakteristikler bakımından oluşturma ihtimali olduğu değerlendirilen suç konusu alet ve söz konusu izden mukayese kalıpları alınmalıdır. Kalıp alma işlemi alete ve izin doğasına zarar vermeyecek, alet ve iz üzerindeki bireysel karakteristiklerin yansımasını en iyi biçimde yansıtacak şekilde yapılmalıdır. Kalıp alma malzemeleri akışkan ve elastik yapıda, izin üzerinden kolayca kaldırılabilecek özellikte, ısıya ve darbeye dayanıklı olmalıdır. Alet izi incelemelerinde mukayese kalıbı almada birçok farklı malzeme (parafin, kurşun, sert model mum vb.) kullanılmakla, pratikte en başarılı sonuçlar mikrosil ile sağlanmaktadır (Şekil 13). Alınan kalıplar üzerindeki bireysel karakteristikler mukayese makroskobunda tespit edilmeye çalışılır, eşleşme olup olmadığı belirlenerek söz konusu izin suç unsuru şüpheli alet ile oluşturulup oluşturulmadığı hakkında karar verilir (Şekil 14).

Şekil 13
(a), (b), (c) Mikrosil ile elektrik hattı kablosundan kalıp alma işlemi ve (d) alınan kalıbın makroskop görüntüsü



Şekil 14
Suça konu alet ve hasarlı nesne yüzeyinden alınan kalıplar üzerindeki çizgilerin mukayese makroskobundaki görüntüsü



Ülkemizde alet izi inceleme ve mukayesesi işlemlerinde izlerin tetkik konusu aletler ile karşılaştırması veya izlerin birbirleri ile mukayesesi sonucunda verilen kararlar inceleme uzmanının tespitleri doğrultusunda oluşturulmadığı, oluşturulmama ihtimalinin yüksek olduğu, mukayeseye elverişsiz olduğu, kanaate varılamaması, oluşturulma ihtimalinin yüksek olduğu ya da oluşturulduğu şeklinde derecelendirilerek raporlanmaktadır.

Mukayese makroskobunda özellikle bıçak, keser, nacak vb. gibi tek ağızlı aletlerin kalıp almaksızın direk inceleme yapılması gerektiği durumlarda, bireysel karakteristiklerin daha net incelenebilmesi için mukayese izi üzerine ve alet üzerine düşürülen ışık yönlerinin tersten verilmesi gerekmektedir (Moore, 2014). Alet izi incelemelerinde bu yöntem "Kelebek Işık Metodu" olarak tanımlanır.

Çizgisel iz bırakan tek taraftan baskı sonucu kesme özelliğine sahip (tornavida, maket bıçağı vb.) aletlerle oluşmuş izler, izin oluşumu sırasında alete uygulanan baskı, eğim, izin oluşturulma süresi vb. gibi etkenlere bağlı olarak aynı aletten çıkan ardışık izler arasında dahi farklılık göstermektedir (Kumar et al., 2021). Bu değişkenleri elimine etmeye yönelik olarak araştırmacılar mukayese izi almayı standartlaştırmaya ve otomatikleştirmeye yönelik olarak farklı robotlar ve yazılımlar geliştirilmiştir. Geliştirilen bu teknoloji sayesinde iz oluşumunda uygulanacak kuvvet ve aletin eğimi programlanarak istenilen yüzey üzerine izin oluşturulması sağlanmaktadır.

Balistik İzler

Mermi Ve Kartuş Karşılaştırmaları

Bir silahın namlusunun yivli olan iç yüzeyi, içerisinden geçen bir mermi üzerinde izler bırakır. Bu izler her tabancaya özeldir (Barry A.J. et al., 2009; Saferstein, 2018). Dolayısıyla, suç mahallinde bulunan bir mermi ile şüphelinin silahından test amaçlı elde edilen bir başka mermi aynı izlere sahipse, şüpheli suçla bağlantılıdır. Bu iç yüzey işaretleri veya çizgiler, mermi karşılaştırması için çok önemli olduğundan, bunların neden ve nasıl ortaya çıktıklarını bilmek önemlidir.

Ateşli Silah Namlusu

Silah namlusu, delinerek oyulmuş sağlam bir çelik çubuktan üretilmiştir. Namlunun iç yüzeyinde oyuklarda oluşan mikroskobik izler rastgele düzensizdir ve kendi içlerinde her namluya bir benzersizlik kazandırır (Siegel et al., 2006). Bununla birlikte, bir namlunun imalatı, yiv açma olarak bilinen bir adım olan, iç yüzeyinin spiral oluklar ile kazılması namlunun üretimi sırasında bir sonraki adımdır. Oluklar arasında kalan orijinal deliğin yüzeylerine de set adı verilir. Ateşlenen bir mermi namlunun içinden geçerken, yivli oluklardan geçer. Bu oluklar merminin hızlı bir dönüşle namludan geçmesini sağlar. Böylece, merminin salınım yapmadan düzgün bir rotada ilerlemesi sağlanır.

Her ateşli silah üreticisi, ürününün üretim standartlarını ve gereksinimlerini karşılamak için en uygun yivleme yöntemini kullanır (Inman et al., 2000). Yivleme yöntemi üreticiye göre değişse de silah namlusunun sınıf karakteristikleri modele göre sabit kalır; her bir namlu aynı sayıda yaklaşık olarak aynı genişlik ve yönde yiv ve sete sahip olur. Örneğin, .32 kalibrelik Smith & Wesson revolverlerde sağa doğru kıvrılan beş set ve yiv bulunur. Buna karşılık, Colt .32 kalibreli revolverler, sola doğru kıvrılan altı set ve yive sahiptir. Bu sınıf özellikleri, incelemeyi yapan uzmanın silahın tipini veya marka adını diğerinden ayırt etmesine izin verse de, herhangi bir namluya bireysellik kazandırmaz.

Bir namlu uzunlamasına kesilebilseydi, içinin dikkatli bir şekilde incelenmesiyle namlunun setleri ve yivleri boyunca uzanan mikro boyutta ince çizgilerin veya "şeritlerin" olduğu görülürdü (Barry A.J. et al., 2009). Bu ince çizgiler, yivli kesici olan yivleme butonunun (rifling buton) yüzeyinde bulunan küçük kusurların negatifleri olarak metalde oluşur. Oluşan bu negatif kusurların rastgele dağılımı ve düzensizlikleri, herhangi iki namluda tam olarak kopyalanamaz. İki yivli namlu, arka arkaya üretilirken bile, aynı mikro çizgi izlerine sahip değildir. Bu çizgiler, namlunun bireysel özelliklerini oluşturur.

Ateşli Silahların İncelenmesi

Güvenlik nedenleriyle, emanete alınacak veya incelenecek herhangi bir ateşli silahın, dolu olmadığından emin olmak için önce yetkili bir kişi tarafından kontrol edilmesi hayati önem taşımaktadır (Siegel et al., 2006). Şüpheli bir silahtan olay mahallinde ele geçirilen boş kovanlarla ve mermi çekirdekleriyle karşılaştırma yapılabilmesi veya ele geçirilen silahın ateşleme kabiliyetinin olup olmadığının belirlenmesi gibi amaçlarla ateşli silah inceleme uzmanının deneme atışı yapması gerekmektedir (Saferstein, 2018; Siegel et al., 2006). Bir ateşli silahın incelenmesi sırasında kaydedilen rutin gözlemler tipik olarak şunları içermektedir :

- Türü,
- Teslim alındığı halindeki durumu,
- Kartuş kapasitesi,
- Üreticisi, markası ve modeli,
- Seri numarası,
- Kalibresi,
- Yivli bir namlusu varsa, silahın sınıf özellikleri (örneğin, setlerin ve yivlerin sayısı ve bükülme yönü).

Boş kovanların, mermilerin ve pompalı tüfek saçmalarının incelenmesi, hem sınıfsal hem de bireysel karakteristikleri ortaya çıkarabilir.

Kartuş İşaretlerinin Karşılaştırılması

Kullanılmış bir kovan çok sayıda kanıt taşıyabilir (Howard A. Harris, 2019). Şüpheli bir ateşli silahın elde edilemediği durumlarda, aşağıdakiler de dahil olmak üzere bir dizi önemli gerçeği ortaya çıkarma potansiyeline sahiptir:

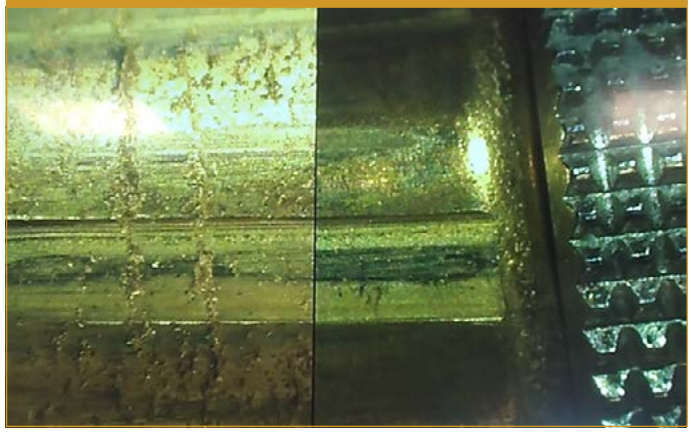
- • Üretici firmanın tespiti;
- • Kullanan ve üzerinde parmak izlerini bırakan kişinin kimliği;
- • Silahın markası ve bazı durumlarda modeli.

Daha da önemlisi, şüpheli bir silah mevcutsa, inceleme uzmanı, ilgili silahın gerçekten de olay yerinde ele geçen kartuşu ateşleyip ateşlemediğini belirleyebilmektedir.

Namlusunda mermi bulunan bir silahın tetiği çekildiğinde ateşleme kapsülüne çarpan horoz patlamaya neden olur (Inman et al., 2000; Siegel et al., 2006). Horozun kapsüle dokunduğu noktada devreye giren ateşleme iğnesi kapsül üzerinde mukayeseye imkan veren karakteristik iz bırakır. Patlamanın etkisiyle mermi namlunun içinden geçerken, yüzeyi namlunun yivlerindeki izlerden etkilenir. Mermi, deliğin iç yüzeyinin izlerini alarak namludan çıkar (Şekil 15). Boş kovanın namludan dışarı atılmasını sağlayan çıkarıcının ve kovan yatağının izleri de bu sırada kovan üzerine transfer edilir.

Ateşlenen merminin ve kovanın üzerindeki izlerle ve namlu içindeki izlerin doğrudan karşılaştırmanın pratik bir yolu olmadığından, incelemeyi yapan kişinin karşılaştırma amacıyla şüpheli silahın namlusundan ateşlenen mukayese örneklerini alması gerekir (Mirakovits K. et al., 2016). Mukayese örneklerinin üzerindeki işaretlerin zarar görmesini önlemek ve ateşleme sonrası örnekleri kayıpsız toplayabilmek için pamukla doldurulmuş bir tanka veya bir su tankına test atışları yapılır.

Şekil 15
Karşılaştırma mikroskobunda eşleşen kartuş izleri



Test atışı sonrası elde edilen mukayese örnekleri ile olay yerinde ele geçen mermi ve kovanların üzerindeki set ve yiv izlerinin sayısı ve bükülme yönleri, incelemenin ilk aşamalarında belirgin karşılaştırma noktalarıdır (Mirakovits K. et al., 2016). Bu sınıf özelliklerindeki herhangi bir farklılık, her iki merminin de aynı namludan geçme olasılığını hemen ortadan kaldırır. Her iki mermi de aynı sınıf özelliklerini taşıyorsa, uzman her iki mermideki mikro çizgiler içeren izleri eşleştirmek için bir karşılaştırma mikroskobunu kullanır.

Biyometrik İzler

En uygun ve güvenilir kimlik doğrulama yöntemlerinden biri olan biyometrik tanımlayıcılar, özünde bireylerin kimliğini temsil etmektedir. Bireylerin morfolojik tiplendirilmesine yönelik olarak biyometrik izlerin karakteristikleri tanımlanmalıdır (Porter, 2020; Wang et al., 2021). Olay yerinde görünen/görünmeyen özellikteki biyometrik izler (karakteristikler) ısırık (diş) izi, dudak izi, parmak izi, ayak izi, kulak izi, avuç izi gibi çeşitli kategorilere ayrılmaktadır.

Parmak ve avuç izi dışındaki biyometrik izlerin benzersizliği konusu birçok bilimsel topluluk tarafından günümüzde halen daha

tartışılmaktadır (Jain et al., 2009; Saini et al., 2016). Bu alanda parmak izlerinin benzersizliği kadar net konuşulabilmesi için, her bir biyometrik ize ilişkin yeterli sayıda çalışma henüz bulunmamaktadır. Biyometrik izlerin benzersizliğini belirlemek oldukça zordur. Bir biyometrik izi bir diğer biyometrik izle eşleştirebilmek için temas sonucu oluşan eldeki izin aynı kaynaktan alınan diğer izlere, başka kaynaktan alınan izlere benzediğinden daha fazla benzediğinin net bir şekilde tanımlanabilmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle bir kaynaktan alınan birden fazla biyometrik izi analiz etmek gerekmektedir. Ardından bireyler arası varyasyon, uygun ve ölçülebilir bir özellik seti üzerinden birey içi varyasyonla karşılaştırılmalı ve %100 benzemezlik özelliği kanıtlanmalıdır.

Isırık (Diş) İzi

Isırık izleri kişiye özgü karakteristikler taşıdığından, olay yerinden elde edilen ısırık izlerinden, ısıranın ağız yapısı, ısırma mekanizması ve dişlerin fiziksel durumunu tespit etmeye yönelik kimliklendirme yapılabilmektedir (Debnath et al., 2016; Kaul et al., 2021). Bu alanda inceleme yapan uzmanlar adli odontoloji ve iz inceleme konularına hakim olmalıdır.

Olay yerinde ısırık izleri yiyecek türleri üzerinde veya mağdurların ya da faillerin bedenleri (cinayet, cinsel saldırı veya çocuk istismarı suçlarında) üzerinde sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Isırık izleri, özellikle görgü tanığının bulunmadığı cinsel tecavüz, adam öldürme, çocuk istismarı olaylarında kan lekesi ve semen örneklerinin bulunması kadar önemli bir kanıttır (Rothwell, 1995).

Dişlerin dizilişi, sayısı, damaktaki yerleşimi (açıları), fiziksel durumu, dolgu veya tedaviye bağlı odontolojik değişiklikler, ısırma anındaki çenenin kapanma mekanizmasındaki farklılıklar, çenenin takma olup olmaması, dişin süt diş veya implant diş olup olmadığı, çene de eksik diş bulunup bulunmadığı gibi özellikler kişilere özgü bireysel karakteristikleri ifade eder (Sha et al., 2017). Söz konusu karakteristiklerin tespiti olayın hikayesi ve şüpheli hakkında bilgi ve kimlik tespiti sağlamaktadır. Bu alanda geliştirilen fotoğraf temelli ve bilgisayar destekli programlar ile yazılımsal teknolojiler sayesinde ısırık izleri bir milimetre hassasiyette dahi ölçülerek kimlik tespitinde kullanılabilmektedir.

Isırık (diş) izi incelemelerinde öncelikle yakın ve dik çekim fotoğraflama yapılmalı, ısırık izi doğrudan veya kalıp alma yöntemiyle kaldırılmalı, sonrasında şüpheliden alınan diş kalıbı ile mukayese edilmelidir (Sharma et al., 2010). Isırık izleri kişiye ait DNA içeren biyolojik örneklerde ihtiva ettiğinden, kalıp alma işlemi yapılmadan önce biyolojik incelemeye uygun örnekler öncelikle değerlendirilmelidir.

Dudak İzi

Dudak izleri olay yerindeki nesne (bardak, cam, kağıt vb.), yüzey, mağdur ya da failin bedeni veya kıyafetleri üzerinde bulunan ve tek başına kesinlik sağlamadığından genelde destekleyici delil niteliği olan bulgulardır (Nalliapan et al., 2018; Prabhu et al., 2012).

Dudak izi incelemelerinde izin bulunduğu bölge öncelikle detaylı fotoğraflanmalı, sonrasında iz üzerinde ağız sıvısı veya epitel hücre bulunması mümkün olduğundan DNA analizine yönelik uygun numune alma işlemi yapılmalıdır (Dwivedi et al., 2013; Wrobel et al., 2018). Dudak izinin bulunduğu nesne mümkünse iz kaldırılmadan inceleme için laboratuvara gönderilmelidir. Kişilerin kullandıkları ruj veya balsam gibi dudak koruyucular izlerde tespit edildiğinde ve ana kaynağı ile bütünleştirildiğinde dudak izi vasıtasıyla olay - olay yeri –mağdur - fail arasında gerekli irtibatları sağlama da parça deliller olarak önem kazanırlar.

Tırnak İzi

Özellikle şiddet içerikli suçlarda veya tecavüz vakalarında mağdurların veya faillerin bedenleri üzerinde tırnak izlerine rastlanabilmektedir (Shimamoto et al., 2013). Tırnakların bıraktığı izlerin şekilleri veya parmaklar arasındaki açıklıkların ölçülmesi suretiyle mukayese işlemi yapılabilmektedir.

Tırnakların kırılması, kesilmesi vb. gibi etkilerle zarar görmesi sonucu olay yerinde arta kalan parçalar, parça delillerin konusunu oluşturarak kaynağı ile bütünleştirilmeye ve mukayeseye olanak verirler (Bengtsson et al., 2012; Roux et al., 2015). Parmaklar dik bastırıldığı takdirde yüzey, nesne veya beden üzerinde oluşan tırnak izleri keskin kenarlı ve ay şeklindedir. Özellikle insan bedeni üzerinde dik olarak kaydırılmaları durumunda yol şeklinde izler bırakırlar. Bu izlerin bitim noktasında belirgin şekil veya modeller oluşur. Bunların tespit ve eşleştirilmesi durumunda şüpheliler belirlenebilir. Bunların dışında tırnak aralarında bulunan saç, kıl, lif, kan, deri, yasaklı maddeler vb. gibi artıkların biyolojik ve kimyasal açıdan incelemeleri sonrasında kişiye, olaya ya da şüpheliye ilişkin bilgi edinilebilmektedir..

Kulak İzi

Failler, olay yerindeki eylemleri sırasında kulaklarını bazı nesnelere temas ettirebilirler. Bunun sonucunda oluşan izlerin incelenmesi ise kişi identifikasyonu yapılabilmektedir (Morales et al., 2015). Kulağın benzersiz yapısı ve dolayısıyla kimliklendirmede fayda sağlıyor olması araştırmacılar tarafından genel olarak kabul görmektedir. Kulak izleri adli vakalarda genellikle destekleyici delil niteliğindedir.

Dış kulağın gözlenebilir morfolojik özellikleri ceza soruşturmalarında kullanılabilmektedir (Meijerman et al., 2004). Bahse konu bu izler genellikle hırsızlık olaylarında (hırsızın gireceği evde birinin olup olmadığı anlamaya yönelik olarak kulağını kapı gibi çeşitli yüzeylere dayayarak içeriyi dinlemesi ya da kasa gibi nesnelerin üzerine kulağını dayayarak kasa şifresini kırmaya çalışması vb.) rastlanır. Ek olarak, herhangi bir olay yerindeki telefonun fail tarafından kullanılması gibi durumlarda da tespit edilebilecek izlerdendir.

Kulak izi, parmak izi oluşumu gibi temas ettiği yüzeye ter vasıtasıyla kulağın şeklinin iz olarak yansıması şeklinde oluşmaktadır (Alberink et al., 2006; Dhanda et al., 2011). Kulak izi, dış kulağın (kulak kepçesinin) yüzeye temas eden ve bir baskı oluşturan kısımlarının (heliks, antiheliks, tragus, antitragus gibi) iki boyutlu bir kopyasıdır. Olay yerinde tespit edilen kulak izlerinin araştırılması ve görünür hale getirilmesinde farklı dalga boyu ve özellikteki ışık kaynaklarından ve tozlama gibi fiziksel yöntemlerden faydalanılır.

Kulak izinden elde edilen bilgiler bozulamaz özellikte olduğundan ve olay yerine yanlışlıkla sokulamadıklarından delil olarak güvenilirdir. İzler genellikle birisi kasıtlı olarak bir kapı veya pencere dinlediğinde oluştuğundan bozulmaya karşı dayanıklıdırlar(Meijerman

et al., 2005). Dolayısıyla genellikle bu izler; duvara, kapıya, aynaya veya diğer sert yüzeylere bırakılır (Meijerman et al., 2004)

Kulak kepçesinin çeşitli morfolojik yapılarının yüksekliği ve esnekliği değişkenlik gösterir. Bu nedenle kulağın kısımları bir iz bırakırken, diğer kısımlar bırakmayabilir veya kısmen bırakabilir. Bir baskıda bir özelliğin olmaması bize kulağın morfolojisi hakkında bilgi verebilmektedir (Meijerman et al., 2004). Kulağın benzersizliği ve kişiyi tanımlamadaki kullanışlılığı kabul edilmekle birlikte, kulak izlerinde bu tür ayırt edici kısımların belirlenmesine yönelik popülasyon bazlı çalışmalarda yapılmaktadır (Champod et al., 2001; Meijerman et al., 2005; Morales et al., 2015).

Adli bilimlerde kulak izlerinin delil olarak değeri, kişiye ait ve kişiler arası varyasyonla belirlenir (Meijerman et al., 2005; Zulkifli, 2018). Kulak izi kişiselleştirmesinin temelini bilimsel olarak güçlendirmek için kulak izi özelliklerinin nasıl seçileceği ve kullanılacağı ile ilgili, ayrıca kulak izlerindeki farklılıkları belirleyen faktörler hakkında bilgi sahibi olunması gerekmektedir

Kulak izleri laboratuvar incelemeleri esnasında oval, yuvarlak, üçgen ve dikdörtgen olmak üzere şekilsel olarak; küçüklük, normallik, büyüklük gibi ölçümsel olarak çeşitli sınıflandırmalara kategorize edilirler (Alberink et al., 2006; Dhanda et al., 2011). Bu sınıflandırmalara göre kulak memesinin bitişikliği veya sarkıklık durumu, normal olup olmadığı belirlenebilir. Kulakta olabilecek yaralar kulak memesinin veya kulak kepçesinin bir kısmının kopmuş ya da fiziki olarak zarar görmüş olması, estetik gibi cerrahi işlemlerin varlığı, küpe deliği olup olmadığı ve kulak deliğinin meme üzerindeki yeri gibi karakteristikler kulak izine yansımaktadır. Eğer mevcutsa yanak, şakak ve boyun bölümünün izleri ile birlikte kulağın yeri düşük, normal ve yüksek olup olmadığı belirlenmeye çalışılarak şüphelinin baş bölgesine ait fiziksel özellikleri belirlenebilir.

Parmak İzi, Avuç İz ve Ayak İzi

İçişleri Bakanlığının 1931 yılında yayınladığı parmak izi talimatnamesinin birinci maddesinde suçların aydınlatılmasında parmak izi, el izi ve ayak izinin kullanılabileceği; sekizinci maddesinde ise parmak izi hizmetlerinde kullanılacak yönergelerin tanımlaması yapılmıştır.

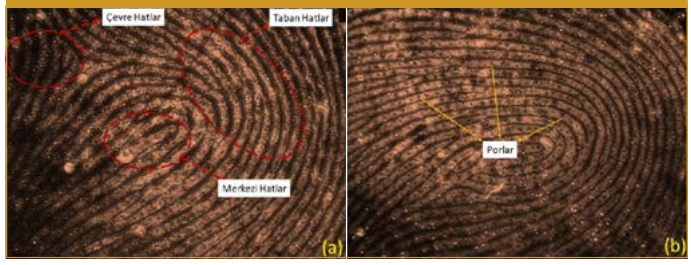
Özellikle parmak izleri ve avuç izleri kimliklendirmede de kullanılan en popüler biyometrik izlerdendir (S. Cole, 2001; S. A. Cole, 2005; Jain et al., 2009). Ayak izi dahil tüm bu izler değişmez-değiştirilemez, benzemez-benzetilemez ve tasnif edilebilir olma özelliğindedirler. Bu özellikler kimlik tespiti ve teşhis konusunda parmak, avuç ve ayak izlerinin önemli bir araç olduklarının göstergeleridir. Örneklendirmek gerekirse, bu özellikler dikkate alınarak yapılan istatistiki hesaplamalara göre iki farklı insana ait parmak izlerinin birbiri ile eşleşme oranı 64 milyar da 1'dir.

İnsan derisi, el parmakları ve avuçların iç yüzeyi ile ayak parmakları ve ayak tabanında, papil adı verilen hatlar şeklinde biçimlenmiştir (Yıldız, 2011). Çıkıntı şeklinde olan bu hatlara papil denmektedir. Papiller üzerinde terleme fonksiyonu ile üretilen ter sıvısının dış ortama çıkışını sağlayan por denilen gözenekler bulunur. Dışarıya çıkan ter salgısı avuçların iç yüzeyi, el parmakları, ayak parmakları veya ayak tabanının herhangi bir yüzeye teması neticesinde, temas ettiği yüzeye bazı izler bırakır. Por delikleri, cildin alt derisine (dermis) kadar uzanmakta olup; ter salgısının porlardan geçerek papil hatları boyunca oluşan nemli tabakanın bir yüzey üzerine temas etmesi sonucu bu izler oluşmaktadır. Bırakılan bu izler yüzeyde, kişinin sahip olduğu papil yapısını yansıtır ve parmak, avuç veya ayak izi olarak adlandırılmaktadır.

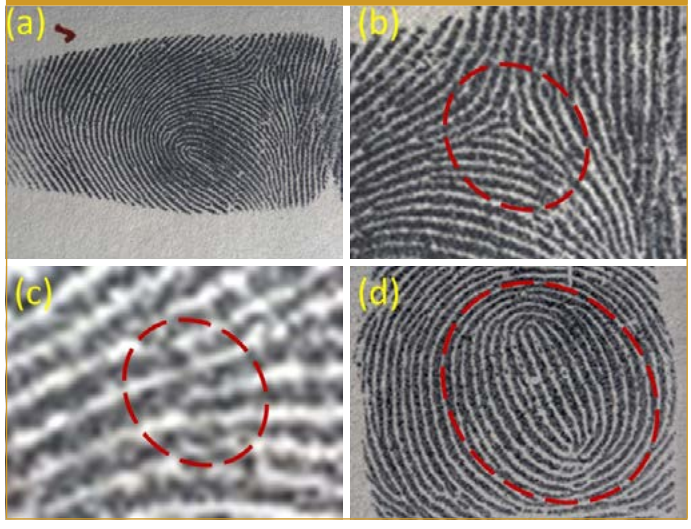
El ve ayaklarımızın iç yüzeyindeki papil hatları ilk olarak Doktor Nehemiah Grew tarafından ayrıntılı olarak tarif edilmiştir (Ashbaugh, 1999; Grzybowski et al., 1998). Parmak izleri üzerine ilk kitabın yazarı olarak Galton, elin iç yüzeyi ve ayak tabanlarındaki çıkıntıların oluşturduğu hatların eşsiz ve değişmez olduklarını kanıtlamıştır. Aynı zamanda kişinin karakteri ve izler arasında bir bağlantı olmadığını ortaya koymuş ve "minutiae" terimini tarif etmiştir. Minutiae terimi daha sonraları Galton noktaları (Galton Details) da olarak bilinir olmuştur. Inez Whipple, 1904 yılında "The Ventral Surface of the Mammalian Chirridium" adlı makalesinde memelilerin avuç içi ve ayak tabanları üzerine yapmış olduğu çalışmasını yayınlamıştır.

Parmak izinde papil hatları konumlanmalarına göre çevre hatlar, merkez hatlar ve taban hatlar olmak üzere üç özelliğe sahiptir (Jackson, 2017; Lee & Gaensslen, 2001). Çevre hatlar; merkez hatları yanlardan ve üstten çevreleyen papil hattıdır. Merkezi hatlar ise bulunduğu bölgenin orta bölümünü oluşturan ve asıl olarak parmak izi şekillerinin bulunduğu hattır. Taban hatları ise parmağın boğum çizgisine paralel olarak başlayıp biten hatlardır. Papil hatları, por çıkıntılarının sıralanmasından meydana gelmektedir (Şekil 16).

Şekil 16
Parmak izini oluşturan (a) papil hatları ve (b) por yapısı



Şekil 17
Parmak izinin (a) genel görünümü, (b) açık delta yapısı, (c) çatal hat ve (d) daire hattı



Parmak izinin kalıp kenar bölgesinin girişinde, kalıp kenar çizgilerinin birbirlerinden ayrılmaya başladığı bölgede oluşan "V" seklindeki bölüm delta olarak isimlendirilir (Mozayani et al., 2006). Bu yapı papil hattın sıralanışına göre açık veya kapalı olabilir. Kement ise bir setin bir yönde uzanırken, yarım daire seklinde bir yay çizip başka bir yöne doğru (genelde aynı istikamette) kavis çizerek meydana getirdiği şekle denir. Çatal ise bir papilin ikiye ayrılıp devam etmesi ile oluşan yapıya verilen isimdir (Şekil 17).

Duygusal değişimler, yaş, cinsiyet, iklim, çevre, yüzey, nem, zaman, meslek, özellikle dermatit hastalıklar, basınç vb. etkenler parmak, avuç ve ayak izlerinin gelişimini etkilemektedir (Cadd et al., 2015).

Yüzeyler veya nesneler üzerinde bulunan parmak, avuç ve ayak izleri görünür, görünmez (latent) ve kabartma izler şeklinde tasnif edilmektedirler (Gardner et al., 2018; Houck et al., 2015). Görünür izler genellikle ortamdaki kan, boya, toz vb. gibi artık madde varlığında oluşur ve çıplak gözle tespit edilirler. Latent izler ise çıplak gözle görülemeyen ve geliştirilmeleri için tozlama gibi fiziksel veyahut kimyasal yöntemlere ihtiyaç duyan izlerdir. Kabartma izler ise parmak, avuç veya ayağın yumuşak ve esnek bir yüzeye teması sonucu yüzey üzerinde oluşan derinlik, yükseklik ve genişliği olan üç boyutlu ve negatif özellikli izlerdir.

Olay yerinde bulunan geliştirilmemiş (latent) parmak, avuç ve ayak izleri farklı yöntemlerle geliştirilmekte ve sonrasında bunlar teşhis amaçlı kullanılmaktadır (Gardner et al., 2018). Bazen kullanılan yöntemler ham izlerin geliştirilmesinde başarılı olamayabilmektedir. Bu başarısızlığın tek nedeni, olay yerine bırakılan kalıntının teşhis açısından yetersizliği değildir. Parmak, avuç veya ayağın yüzeye temasından önce, temas anında ve temasından sonra oluşan yüzeye bağlı faktörler de ham izi etkileyen nedenlerdendir.

Olay yerinde bu izlerin oluşumunu etkileyen faktörler, izin oluşumu açısından, potansiyel, geliştirme ve çevresel olmak üzere üç aşamada değerlendirilmektedir (Çebi, 1999). İzi oluşturacak salgıların yüzeye bırakılmasından sonra, bu kalıntıyı bırakan kişiye ait olan yaş, cinsiyet, duygusal değişimler, meydana gelen hava olaylarıyla etkileşim (iklim ve çevre), çalıştığı ortam şartları, yüzey özellikleri, kontaminasyon, zaman, meslek, tıbbi durum (hastalık vb.) ve uzman hataları gibi faktörler ham izin geliştirilmesinde etkili olmaktadır. Tüm bunlar potansiyel faktör olarak değerlendirilmektedir. İzin oluşumuna olay yerinde etki eden faktörler arasında en önemlisi kalıntının bırakıldığı yüzeyin niteliğidir. Pürüzlü yüzeyler ize ait kalıntıyı etkin bir şekilde muhafaza ederken, aşırı yumuşak yüzeyler uzva yapışarak papillerdeki detayları kapamaktadır. Bu durum izlerin kalitesini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca uzuvların yüzeye temas şekli ve açısı da izin oluşmasında ayrı bir öneme sahiptir. Bu tür izlerin korunmasındaki en kritik zaman aralığı, olay yerinden alınıp geliştirileceği laboratuvar ortamına götürülürken ki geçen süredir. Olay yeri inceleme uzmanları delilleri taşırken bu izlerin bulunduğu bölgenin korunması için gerekli tüm önlemleri almalıdır. Çevresel faktörler; izin yüzeye bırakılmasından sonraki süreçte maruz kaldığı doğal koşullardır. Nem, ortam sıcaklığı ve ize yapılabilecek bir temas izi etkileyen üç temel çevresel faktördür.

Parmak, ayak, avuç izleri laboratuvarda öncelikle görsel incelemeye tabi tutulmaktadır. Bu aşamada detaylı fotoğraflanmaları gerekir. Sonrasında izlerin durumuna göre bazı iz geliştirme yöntemleri uygulanır (Ifa et al., 2008). Uygulanan bu yöntemler fiziksel geliştirme, kimyasal geliştirme ve enstrümental geliştirme yöntemleri olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Uygulanacak yöntemin tespitinde izin bulunduğu yüzeyin özellikleri en temel belirleyicidir.

Gözenekli yüzeyler sıvı geçirgenliği olan kağıt ve işlenmemiş ahşap türü yüzeylerdir (Bleay et al., 2018). Gözeneksiz yüzeyler metal, cam, plastik gibi sıvı geçirgen özelliği olmayan yüzeylerdir. Gözeneksiz yüzeylerde kanlı artık varlığında amido siyahı veya macar kırmızısı, ıslak yüzeylerde SPR, yapışkan yüzeylerde kristal violet veya sticky side, kuru yüzeylerde siyanoakrilad buharı veya tozlama şeklinde boyama yöntemleri kullanılır. Gözenekli yüzeylerden termal yapılı olanlarda thermanin en başarılı sonuç verirken, ıslak/kuru gözenekli yüzeklerde 1,2 indandion, iyot buharı, DFO, ninhidrin, 5-MTN ve gümüş nitrat tercih edilmelidir.

Olay yerlerinden elde edilen bu tür izlerin identifikasyonunda parmak, ayak ve avuç izi kütüphane sistemleri birçok ülke tarafından kullanılmaktadır (Hamilton, 2013). Otomatik Parmak İzi Teşhis Sistemi (Automated Fingerprint Identification System, AFIS), parmak izlerinin tutulduğu, tarandığı, karşılaştırıldığı, doğrulandığı ve depolandığı geniş bir veri tabanıdır. AFİS sistemi olay yerinde tespit edilen parmak izlerinin kimliği hakkında doğrudan bilgi vermeyip, AFİS sistemine kayıtlı parmak izleri ile karşılaştırılması sonucu bir bilgi sağlamaktadır. AFİS sistemi sayesinde farklı olay yerleri ve vakalar arasında irtibat kurulabilmektedir.

Diğer İz Deliller

Lifler (Fiberler)

Lif terimi, ince, esnek ve uzun, uzunluğu kesit alanından fazla olan herhangi bir katı nesneye denmektedir (Howard A. Harris, 2019). Şekil 18'de gösterildiği gibi, adli tıpla ilgili lifler, kökenlerine ve bileşimlerine göre sınıflandırılabilir. Liflerin çoğu, fiziksel temas sırasında bir nesneden diğerine kolayca aktarılır ve birden fazla yere transfer edilebilir. Çoğu çevresel koşulda, birçok lif türleri biyolojik, fiziksel ve kimyasal bozulmaya karşı dirençlidir ve bu nedenle uzun süre bozulmadan kalabilirler.

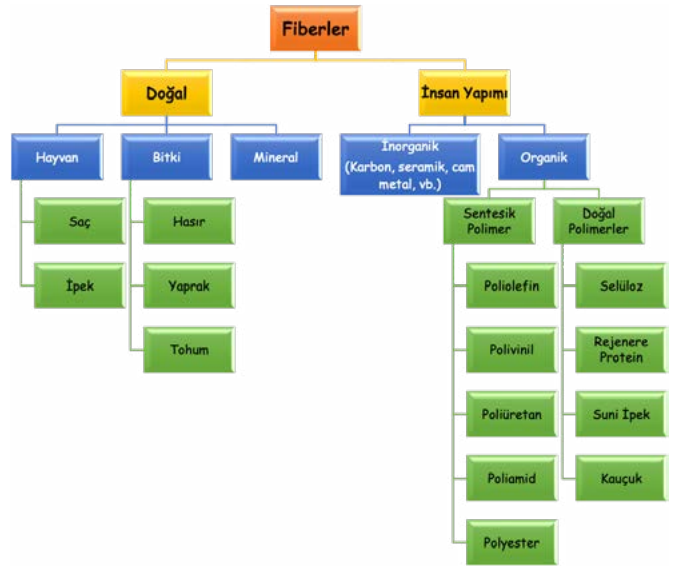
Ayrıca, olay yerinden elde edilen bir lifin sahip olduğu özelliklerle ve mukayese lifinin (bir şüphelinin eşyalarından alınanlar gibi) sahip olduğu özelliklerin çoklu nokta karşılaştırılmasıyla birlikte faydalı bilgiler sağlanabilir (Howard A. Harris, 2019; Siegel et al., 2006).

Bazı durumlarda, farklı türde liflerin ve/veya lif türlerinin sıra dışı bir kombinasyonunun varlığı, bir şüpheliyi bir suç veya suçlar dizisine bağlayan son derece güçlü kanıtları sağlayabilir (Kučera et al., 2018). Ayrıca, lif kanıtlar bazen bireyin kimliğinin belirlenmesi mümkün kılacak net bilgiler dahi verebilir. Bu tür liflere en iyi örnek insan kıllarıdır. Bu tür kılların köklerindeki foliküllerde yapışık hücreler bulunuyorsa, bireyin DNA profillemesi yoluyla tanımlanması için yeterli çekirdek DNA'sı mevcut olabilir.

Kanıt olarak elde edilen bir lif, olay yerinin yeniden yapılandırılmasında değerli olabildiği gibi soruşturmanın ilerlemesinde önemli bir unsur olabilmektedir (Goodpaster et al., 2009). Örneğin, bir suç mahallinde insan kaynaklı birkaç benzer, uzun, saç tellerinin

bulunması, uzun saçlı bir kişinin bir süre o olay yerinde bulunduğunu kuvvetle düşündürebilir ve polise suçun mağdurunu, failini veya olayın görgü tanığını aramasında yardımcı olması açısından önemli olabilir. Bununla birlikte, çoğu fiziksel kanıt türünde olduğu gibi, kanıt olarak lifler en yaygın olarak, bir kişi ile bir olay arasındaki ilişkiyi doğrulamaya veya çürütmeye yardımcı olmak için kullanılır. Bu gibi durumlarda, olay yerinde bulunan liflerin özelliklerini, ilgili kişiden veya onun eşyalarından alınan mukayese liflerinin özellikleriyle karşılaştırmak adli bilimcinin görevidir.

Şekil 18
Adli Bilimler Açısından liflerin sınıflandırılması



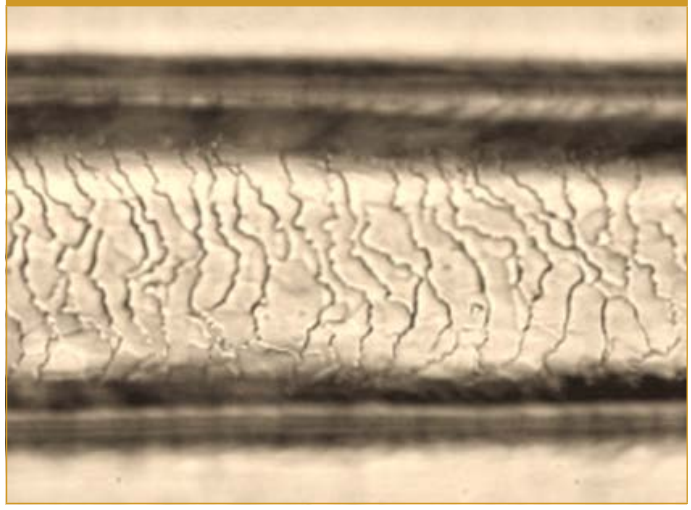
Liflerin adli muayenesi, öncelikli olarak, tek tek lif tiplerini belirlemek (yani insan kılı, naylon tekstil elyafı vb.) ve ilgili lifler arasında karşılaştırma noktaları olarak kullanılabilecek özelliklerin tanımlanması ile gerçekleştirilir (Goodpaster et al., 2009; Kučera et al., 2018). Mukayese liflerinin alınacağı giysi veya üzerinde bulgu niteliğindeki liflerin bulunduğu bir bant, çok sayıda ve çeşitli lifler içerdiğinden dolayı belirli liflerin seçimini ve izolasyonunu kolaylaştırmak için ayrıntılı inceleme öncesi lif örnekleri önce çıplak gözle ve daha sonra düşük güçlü bir stereomikroskop kullanılarak incelenir.

Seçilen lifler tek tek izole edildikten sonra, görünür ve/veya ultraviyole ışık kullanılarak bir bileşik (ışık) mikroskopla incelenebilirler (Kučera et al., 2018). Bu tür mikroskoplar, stereo mikroskoplardan daha yüksek büyütme seviyelerinde görüntüler üretebilir. İncelemeyi kolaylaştıracak uygun preparat ortamı seçilerek mikroskop altında her bir fiber hem uzunlamasına hem de enine (kesit alanı) incelenir. Doğal liflerden olan saç telinin şaft kısmını gösteren görüntü Şekil 19'da belirtildiği biçimdedir.

Bileşik (ışık) mikroskop kullanılarak fiberlerin adli incelemesi sırasında, morfolojik özellikleri, optik özelliklerindeki (örn. renk, ultraviyole ışık altında herhangi bir flüoresans varlığı ve, çift kırılma) benzerlik ve farklılıklara bakılır (Howard A. Harris, 2019).

İki lifin aynı görüş alanında doğrudan karşılaştırma mikroskobu kullanılarak karşılaştırılması, incelemeyi yapan kişiye, ilgili lifler arasındaki bir eşleşmenin doğrulanması veya reddedilmesi konusunda son derece güçlü bir yardım sağlayabilir(F. Monard Sermier

Şekil 19
Saç telinin şaft kısmının görüntüsü



et al., 2006). Karşılaştırma mikroskopları iki fiber preparatının yerleştirilebileceği iki özdeş tablaya sahip olup hem görünür hem de ultraviyole ışık kaynakları ile her iki fiberin de aynı koşullar altında görüntülenmesini sağlamaktadırlar.

Bir nesnenin elektromanyetik spektrumu, o nesne tarafından elektromanyetik radyasyonun absorpsiyon veya emisyonun yoğunluğunun bir ifadesidir. Tek liflerden çeşitli elektromanyetik spektrumlar elde etmek için bir dizi mikrospektrometre kullanılabilir. Mikrospektrometre, yalnızca inceleme konusu ve mukayese lifleri arasında ek karşılaştırma noktaları sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda liflerin ve/veya mevcut herhangi bir boya veya pigmentin kimyasal bileşimi hakkında bilgi verebilen ultraviyole, görünür, Raman ve kızılötesi spektrumları elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu tür spektroskopik teknikler, suni ve sentetik liflerin incelenmesinde özellikle faydalı olabilmektedir. Lifleri daha fazla karakterize etmek ve ek karşılaştırma noktaları oluşturmak için kullanılabilecek bir dizi başka teknik vardır.

Bunlar:

- İnce tabaka kromatografisi ile liflerinden boya ekstraksiyonu,
- Mikrokimyasal testler.
- Yüzey morfolojisinin ayrıntılarını sağlayan taramalı elektron mikroskobu (SEM).
- Erime noktası tayini.
- Piroliz-gaz kromatografisi.
- Küllendirme ve ardından kalıntıların mikroskobik olarak incelenmesi.

Cam

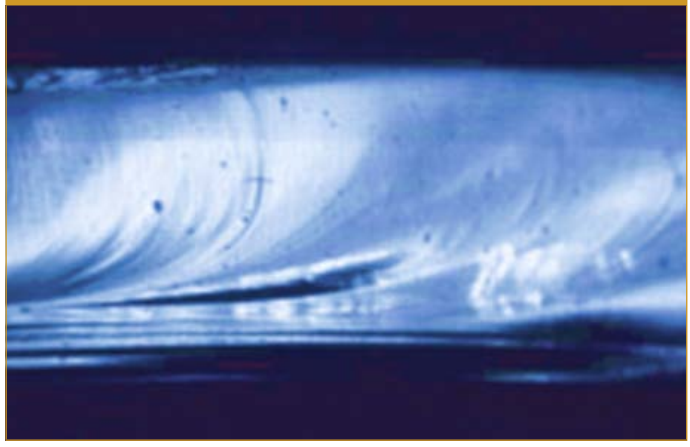
Cam, değişen miktarlarda çeşitli oksitlerle karıştırılmış silikadan (SiO2) oluşan eriyiklerin soğutulmasıyla üretilen sert, kırılgan bir malzeme sınıfına verilen isimdir. Kalsiyum, magnezyum, alüminyum ve/veya kurşun(II) ile birlikte sodyum veya potasyumun (veya her ikisinin) oksitleri en yaygın olarak kullanılan oksitlerdir (Warlow, 2001). Tüm camlar, ham maddelere eklenen saflığı bozan katkı maddeleri nedeniyle düşük seviyelerde diğer elementleri de içerir. Birçoğu, örneğin renk vermek için kasıtlı olarak eklenen ve/veya imalat veya kullanım sırasında camı kirleten eser bileşenleri de içerir.

Cam kırılması, özellikle hırsızlık sırasında veya kişiye karşı suç işlenmesi sırasında sıklıkla meydana gelmektedir (Caddy Brian, 2001). Suçla ilgili cam türleri tipik olarak evlerin, konteynerlerin ve arabaların camları ve farlarda kullanılanlardır. Hem parçalanan iri cam kalıpları hem de ufak cam parçaları değerli kanıt kaynaklarıdır.

Belirli bir cam tabakasının hangi taraftan kırıldığını belirlemenin önemli olduğu bir kaç durum mevcuttur (Warlow, 2001). Örneğin, bir evin penceresinden ateş edildiyse, ateş eden kişinin o sırada evin içinde mi yoksa dışında mı olduğunu bilmek büyük önem taşıyabilir. Hasar küçük, hızlı hareket eden bir nesneden (uçan bir taş veya mermi gibi) kaynaklanıyorsa, çarpma anında hareket ettiği yön kolayca belirlenebilir. Bu tür bir hasar, camın çarpma tarafında temas ettiği noktanın etrafında darbenin etkisiyle krater şeklinde bir deliğin oluşması ile karakterize edilir.

Bununla birlikte, tüm kırılmalar, simetrik krater şeklindeki deliklerin oluşumuyla sonuçlanmayabilir (Curran et al., 2020). Çarpan nesnenin hızı azaldıkça, deliğin şekli daha az düzenli olma eğilimindedir. Sertleştirilmemiş camlarda, bu tür krater şeklindeki deliklerin yokluğunda bile çarpma yönünü belirlemek çoğu zaman mümkündür. Yönü tayin edebilmek için, sertleştirilmemiş bir cam levha bir darbeyle kırıldığında meydana gelen olayların sırasını anlamak gerekir. Kırılma esnasında önce cam bir miktar esner bu esneme darbenin oluştuğu yüzeyin karşı tarafındaki yüzeyin gerilmesine ve ardından kırılmasına neden olur. Darbenin etkidiği yüzeyin karşı yüzeyinde kırılmanın etkisi ile bir dizi çatlak oluşur ve radyal kırık adı verilen V-şekilli cam parçaları oluşur. Darbenin büyüklüğüne göre kırılan parçaların yakın tarafında da gerilmenin etkisiyle camın sağlam kısımları tekrar çatlar ve ikincil çatlaklar (eş merkezli kırıklar) oluşur. Tipik olarak çarpma noktasından yaklaşık olarak aynı uzaklıkta meydana gelirler ve bu nedenle bu nokta etrafında kaba bir daire oluşturur. Darbe, cam levhada yeterli bozulmaya neden olursa, çarpma noktası, birincisinden daha büyük çaplı başka bir eş merkezli kırık halkası ile çevrelenecektir. Esneme ve ardından kırılmanın sonucu olarak bir cam parçası üzerinde düşük büyütme altında kolaylıkla görülebilen stres işaretleri oluşur (Şekil 20).

Şekil 20
Camda kırılma sonucu oluşan stres işareti



Stres işaretleri camın bir ucuna dik, diğer ucuna asimptotik olarak gelen ardarda gelen "J" benzeri yapılardan oluşur (Caddy Brian, 2001; Warlow, 2001). Eğri kısımlar camın esnediği taraf olup çatlamanın başladığı camın kenarına dik bir açı oluşturur. Bir cam tabakası iki ardışık darbeyle kırılırsa ancak yine de bozulmadan kalırsa, hangi darbenin önce meydana geldiğini anlamak mümkündür. Bunun nedeni, ikinci darbenin oluşturduğu çatlakların, ilk darbenin neden olduğu kırıklardan herhangi biriyle karşılaşırlarsa sona erecek olmasıdır. İkinci darbenin oluşturduğu çatlakların sonlanması, kırılma çizgilerinin kesiştiği noktada meydana gelecektir.

Son olarak, bir olay yerinde bulunan cam parçalarını, bir şüphelinin elinde bulunan parçalar yapboz gibi hemen hemen aynı şekilde bir araya getirmek bazen mümkündür. Örneğin, bir vur-kaç şeklinde gerçekleşmiş trafik kazası mahallinden alınan far camı kırıkları ile şüpheli tarafından sürülen bir arabanın önünde kalanlar arasında böyle bir uyum meydana gelebilir. Bu tür kanıtlar son derece güçlüdür, çünkü iki cam parçasının aynı şekilde kırılmayacağına inanılır.

Olay yerinden elde edilen büyük cam parçalarının renk, kalınlık ve eğrilik derecesi gibi özellikleri kolaylıkla gözlemlenebilir (Inman et al., 2000). Bu gözlemler, inceleme konusu ve mukayese numuneleri arasında hem karşılaştırma noktaları oluşturulmasını hem de camın sınıflandırılmasına ve/veya kullanım amacını belirlenmesini sağlayacak bilgiler verebilir. Örneğin, kavisli avize camı, düz pencere camından ayırt edilebilir.

Bir cam parçası kırıldığında, özellikler parçaları küçükse, kırıkları hatırı sayılır bir alana dağılır (Inman et al., 2000; Siegel et al., 2006). Ağır bir darbe ile pencere camını kıran biri, parçaların darbe yönünde aniden itilmesine neden olacaktır. Bununla birlikte, küçük parçacıklar da darbenin kaynaklandığı genel yönde 3 metreye kadar fırlayacaktır. Geriye saçılan bu parçacıkların bir kısmının camı kıran kişinin saçına ve/veya giysisine takılması muhtemeldir. Olaydan hemen sonra kıran kişinin üzerinde genellikle milimetre altı boyutlarda 400'den fazla cam parçacığı olabilmektedir. Bununla birlikte, bu minik parçaların çoğu oldukça hızlı bir şekilde kaybolur. Kayıp oranı kişinin aktivitesine ve kişinin giydiği giysilerin özelliklerine bağlı olarak değişmekte olup, normal şartlar altında, olaydan 1 saat sonra çoğu kaybedilecek ve 24 saat sonra neredeyse tamamı gitmiş olacaktır Şüphelinin saçından (tarayarak) ve/veya giysisinden küçük cam parçacıkları toplanabilir veya üzeri elle aranarak ve giysiyi temiz bir kağıt yaprağı veya amaca yönelik tasarlanmış numune alma hunisi üzerinde kuvvetlice sallanarak cam numuneleri elde edilebilir. Şüpheliden elde edilen parçacıklar daha sonra, ilgili camın türünü belirlemeye yardımcı olmak ve olay yerinden alınan mukayese örnekleriyle karşılaştırmak için incelenmektedir. Kırılma indeksi ve yoğunluk, rutin olarak cam parçalarında belirlenen iki özelliktir. Bunların her ikisinin de kolaylıkla gözlemlenebilmeleri, ayırt edici olmaları ve tahribatsız olmaları incelemede avantaj sağlar.

Hem inceleme konusu cam parçalarının diğer sınıf özelliklerini hem de bu parçalar ile mukayese örnekleri arasında ek karşılaştırmalar yapabilmek için kullanılabilecek başka testler ve işlemler de mevcuttur. Bunlar arasında en öne çıkan, camın elementel bileşiminin belirlenmesidir (Almirall JR. et al., 2006; Buscaglia, 1994). Genellikle, kırılma indeksleri temelinde ayırt edilemeyen inceleme konusu ve mukayese örnekleri üzerinde rutin olarak gerçekleştirilir. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile birleştirilmiş enerji dağılımlı X-ışını analizi (EDX) dahil olmak üzere bir dizi teknikle cam parçalarının elementel içeriği elde edilebilir.

Boya

Boya, sıvı olarak sert yüzeylere yayıldığında kuruyarak ince ve sert bir kaplama oluşturan üretim sonucu elde edilen bir üründür (Caddy Brian, 2001). Araçlar ve binaların çeşitli bölümleri de dahil olmak üzere birçok insan yapımı nesneye, onları süslemek ve korumak için uygulanır. Sıklıkla bir dizi katman halinde uygulanır. Her kat, kendi içinde farklılık gösteren bir boyadan oluşabilir. Üründe istenen teknik, estetik ve/veya ekonomik özellikleri yansıtan birçok farklı boya formülasyonu vardır. Sertleşmiş boya, örneğin başka bir yüzeye çarpma ile yapıştırıldığı yüzeyden çıkabilir. Özellikle trafik kazaları veya araca girme durumlarında karşılaşılan kanıt elde etmeye yarayan bir durumdur. Bir vur-kaç olayının kurbanının bulunması ancak suçlunun henüz yakalanmaması gibi yalnızca inceleme konusu örneklerin mevcut olduğu durumlarda, boya soruşturma için ipuçları sağlayabilir. Olay yerinden elde edilen boyanın görünümü (özellikle rengi), polise olaya karışan aracı aramalarında yardımcı olacaktır.

Hem inceleme konusu hem de mukayese örneklerinin mevcut olduğu durumlarda (bir pencereyi açmaya zorlamak için kullanıldığından şüphelenilen bir tornavidanın ucunda bulunan bir boya parçası ve ilgili pencere çerçevesinden alınan bir boya örneği, sırasıyla, inceleme konusu ve mukayese örneklerini oluşturacaktır.), iki boya örneğinin özellikleri incelenerek, yeterince benzer olup olmadıkları belirlenmektedir (Warlow, 2001).

Boyanın adli incelemesi sırasında, sınıf özelliklerinin ve karşılaştırma noktalarının ortaya konması için numunenin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenir. Boyanın rengi, görünen katman kalınlığı, yüzey dokusu ve gömülü parçacıkların ortaya çıkış şekli ve görünümü gibi niteliklerin çoğu, yansıyan ışık kullanılarak mikroskobik inceleme ile belirlenebilir (Siegel et al., 2006). Bazen bu inceleme, belirli dalga boylarında aydınlatma yapan özel ışık kaynaklarının kullanılmasıyla desteklenir.

İncelemede kullanılan diğer yöntemler:

- Mikrospektrofotometri ile belirli bir boya örneğinde belirgin olan her katmanın renginin nicel bir ifadesini sağlar (Guineau, 1989).
- Boyanın organik bileşenlerinin kimyasal bileşimini yansıtan bir desen ortaya çıkarmak için piroliz-gaz kromatografisi kullanılır(Learner, 2001) .
- Kızılötesi veya Raman spektroskopisi hem karşılaştırma amacıyla hem de boyaların kimyasal bileşimini ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır (Buzzini et al., 2006).
- X-ışını toz kırınımı, boyanın kristal bileşenlerinin kimliğini ortaya çıkarmak ve diğer boyaların kırınım desenleriyle karşılaştırılabilecek bir desen sağlamak için kullanılmaktadır (De Nolf et al., 2010).
- Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile birleştirilmiş enerji dağılımlı X-ışını analizi (EDX) (SEM–EDX), temel bileşimlerine göre farklı boya katmanları arasında ayrım yapabilmektedir (Malek et al., 2019).

Tahrifat İncelemeleri (Silinen Seri Numaralarının İncelenmesi)

Motorlu araçlar, ateşli silah, elektronik cihazlar vb. nesnelerin üzerine üretici firma tarafından fabrikasyon aşamasında basılan, genellikle rakam-harf-bazı özel işaretlerden oluşan seri numaralar üzerinde farklı yöntemlerle ve çeşitli amaçlarla yapılan tahrifatların belirlenmesi iz incelemeleri açısından önemlidir (Yermekov et al., 2018). Çünkü seri numaralar o nesnenin kime ait olduğunu, menşeinin neresi olduğunu, incelenen parçanın incelemeye konu olan nesneye/eşyaya ait olup olmadığını belirlememizi sağlar. İdari soruşturmalarda, ceza davalarında, kaçakçılık suçlarında, hırsızlık davalarında vb. bu tip incelemeler için kriminal iz inceleme laboratuvarlarına savcılıklar, mahkemeler, soruşturma ve kovuşturma birimleri ile kolluk kuvvetleri tarafından sıklıkla başvurulmaktadır.

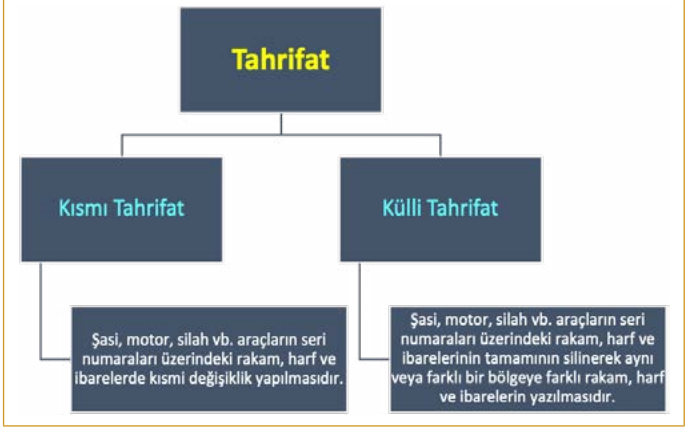
Tahrifat sözlük anlamı olarak bir şeyin aslını bozmak, değiştirmektir (Cihangiroğlu B., 2011; Yermekov et al., 2018). Şekil 21'de gösterildiği gibi motorlu araçlar üzerindeki şasi/motor numarası, elektronik aletler, silah vb. nesneler üzerindeki seri numarasına ait tahrifat işlemi iki şekilde yapılmaktadır.

Ateşli silahlar, taşıt motorları ve cep telefonları gibi çalınan ürünlerde hırsız genellikle ürünün kimliğini gizlemek amacıyla seri numarasını siler veya silmeye teşebbüs eder. Ancak bazı durumlarda orijinal seri numarasını okunabileceği bir duruma geri döndürmek mümkündür (Inman et al., 2000; Siegel et al., 2006).

Seri numaraları, üretim sırasında, yüzeyin metalik olduğu durumlarda çelik kalıplar veya ürünün plastik olduğu durumlarda ısı damgaları kullanılarak nesnelere basılır. Nasıl uygulanırsa uygulansın, silinen seri numaralarını geri getirebilmenin en önemli sebebi, baskının altındaki alt tabakada bu damgalama işleminin neden olduğu değişikliklerdir.

Metalik nesneler söz konusu olduğunda, basılan sayının altındaki (ve etrafındaki) metal kristaller, damgalama işlemiyle zorlanır ve sonuç olarak elektrokimyasal olarak daha reaktif hale gelir. Seri numarasının, örneğin taşlama veya eğeleme yoluyla silinmesi, alttaki bu katmanı tamamen kaldıracak kadar derine inmeyebilir. Daha sonra uygun bir aşındırma reaktifi uygulanırsa, stres alanları kolay reaksiyona girer ve seri numarası yeniden görünür hale gelebilir. Plastik parçalar söz konusu olduğunda, ısı damgası kullanan seri numaralarının bastırılması, çevresindeki polimerlerin büzülmesine neden olur. Plastik bir yüzeyden bir seri numarası silinirse, uygun bir solvent uygulanarak eski haline getirilebilir. Bu, orijinal seri numarasının altında yatan, ısıdan etkilenen bölgelerde şişmeye neden olur.

Şekil 21
Nesneler üzerindeki tahrifat çeşitleri



Parça Bütünleme (Parça-Bütün İlişkisinin Kurulması)

Olayın gerçekleşmesinde kullanılan bir nesnenin olay yerinde bulunan parçaları arasındaki bütünlüğü veya olay yerinde ve şüpheli üzerinde bulunan benzer nesnelerin renk, şekil, yapı, tür, ebat, desen, kırılma yönü, kopma, kesilme vb. gibi fiziksel özellikler açısından değerlendirerek birbirlerini tamamlayıp tamamlamadıklarının belirlenmesidir (Rao et al., 2020). Parça bütünleme de asıl amaç olay yeri, şüpheli veya mağdurdan elde edilen nesnelerin (bulguların) bir bütünün parçası olup olmadıkları hakkında inceleme yapılmasıdır.

Alet veya malzemenin ya da insanın bir uzvunun temas edilen yüzeye ya da nesneye uyguladığı baskı, nesnenin veya yüzeyin direncinden çok fazla olduğundan nesne parçalanabilir ya da kırılabilir (Cihangiroğlu B., 2011; Curran et al., 2020). Olay yerinde veya olayla ilgili şahısların üzerinde bulunabilecek bu parça veya kırıklarda, "Parça Deliller" olarak adlandırılır. Söz konusu parça ve kırıklar, ana kaynağı ile bütünleştirilmeleri durumunda bulgu konumundan delil konumuna dönüşürler ve olay hakkında yararlı bilgiler sağlarlar. Parça bütün ilişkisinin kurulmasına yönelik bulgular genellikle öldürme (örn. failin eksik olan gömlek düğmesinin olay yerinde bulunması ve şüpheli gömlekle eşleştirilmesinin sorgulanması), araçla vurup kaçma (vurup kaçan araca ait tampon, far vb. aksamların parça bütün ilişkisinin kurulması), hırsızlık (örneğin kasa hırsızlığında, kasadan dökülen boya ve yüzey kaplamasının şüphelinin bagajında tespit edilmesi, olay yerinde bulunan kırık cam parçalarına benzer materyalin şüpheli üzerinde bulunması) suçlarına ait olay yerlerinde bulunması kuvvetle muhtemeldir.

Olay yerinde bulunan ve ait olduğu kaynaktan belirli bir etki sonucu rastgele kırılan, kopan veyahut ayrılan parçalar, kenar karakteristikleri ya da tamamlayıcı özellikleri yönüyle çeşitli irtibatlar kurulmasını sağlarlar (Kammrath et al., 2016). Parça bütünleme de olay yerinde sıklıkla karşımıza çıkan parçalar tampon, far, egzoz, metal, cam, kablo, ağaç, plastik vb. materyallerdir. Bu materyaller üzerinde yapılan fiziki inceleme neticesinde birden fazla parçanın aynı bütüne ait birbirini tamamlayan parçalar olup olmadıkları belirlenebilir.

Sonuç

İz inceleme ve mukayese işlemleri sonrasında deliller arasında oluşturulmadığı, oluşturulma ihtimalinin yüksek olduğu, mukayeseye elverişsiz, kanaate varılamaması, sınıfsal özellikleri bakımından benzer olduğu, oluşturulma ihtimalinin yüksek olduğu, oluşturulduğu şeklinde varılan kanılar raporda belirtilir.

Günümüzde birçok ülkede DNA veri bankalarına ve parmak izi arşivlerine benzer özellikte ayakkabı ve araç lastikleri ile bunların izlerine ilişkin iz arşivleri bulunmaktadır. Bu arşivlerde hem ayakkabı ve araç lastiklerinin ne zaman, nerde üretildiği ve kim tarafından satın alındığı bilgilerine ulaşılabilmekte, hem de sisteme kayıtlı izler üzerinden farklı olaylar arasında dahi irtibat kurulabilecek mukayese işlemleri yapılabilmektedir.

Bireysel karakteristiklerin belirlenmesi tabanlı yapılan iz incelemeleri uzman deneyimine bağlıdır ve sübjektiftir. Bu özelliklerin tespitine yönelik bir algoritma ya da yazılım hali hazırda henüz mevcut değildir.

Olay yerinin ayrıntılı incelenmemesi, mevcut delillerin yeterliği olacağı öngörüsü ile iz delillerin alınmaması, olay yeri inceleme uzmanlarının izi kaldırma sırasında hata yapma ve izleri bozma endişesi, bazı izlerin mukayeseye elverişsiz olduğu ve kaldırma işleminin zahmetli ve zaman alacağı düşüncesi vb. gibi gerekçeler sebebi ile çoğu zaman iz deliller göz ardı edilmektedir.

İz incelemelerinde sabırlı olmak ve eldeki tüm verileri değerlendirmeden karar vermemek gerekir. Bahse konu bu incelemeler eğitimden çok tecrübeye dayalı bir konu olmasından sebep çok fazla pratik yaparak ve yeterlilik testlerine katılarak deneyim sahibi olunmalıdır.

Teşekkür: Jandarma Kriminal Daire Başkanlığı'na bağlı İz İnceleme Laboratuvarı'ndaki uzun yıllardır süre gelen alana özgü bilgi ve deneyimlerini bizlere aktararak bölümün oluşmasına katkı sağlayan İz İnceleme Uzmanı Sayın **Aziz Ayyıldız**'a teşekkür ederiz.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declare that there are no competing interests

Kaynaklar

Adair, T. W. ., & Dobersen, M. (2006). Lifting dusty shoe impressions from human skin: a review of experimental research from Colorado. *Journal of Forensic Identification, 56*(3).

Alberink, I. B., Ruifrok, A. C. C., & Kieckhoefer, H. (2006). Interoperator Test for Anatomical Annotation of Earprints. *Journal of Forensic Sciences, 51*(6), 1246-1254. [Crossref]

Almirall JR., & Trejos T. (2006). Advanced in the Forensic Analysis of Glass Fragments with a Focus on Refractive Index and Elemental Analysis. *Forensic Science Review, 18*(2), 73-96. Ashbaugh, D. R. (1999). Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis: *An Introduction to Basic and Advanced Ridgeology.* CRC Press. [Crossref]

Baiker-Sørensen, M., Herlaar, K., Keereweer, I., Pauw-Vugts, P., & Visser, R. (2020). Interpol review of shoe and tool marks 2016-2019. *Forensic Science International: Synergy, 2*, 521-539. [Crossref]

Baiker, M., Keereweer, I., Pieterman, R., Vermeij, E., van der Weerd, J., & Zoon, P. (2014). Quantitative comparison of striated toolmarks. *Forensic Science International, 242*, 186-199. [Crossref]

Baldwin, D., Birkett, J., Facey, O., & Rabey, G. (2013). *The forensic examination and interpretation of tool marks.* John Wiley & Sons. [Crossref]

Barry A.J., Fisher, W. J., & Tilstone, C. W. (2009). Introduction to Criminalistics: *The Foundation of Forensic Science.* Academic Press.

Bengtsson, C. F., Olsen, M. E., Brandt, L. Ø., Bertelsen, M. F., Willerslev, E., Tobin, D. J., Wilson, A. S., & Gilbert, M. T. P. (2012). DNA from keratinous tissue. Part I: Hair and nail. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger, 194*(1), 17-25. [Crossref]

Blackledge, R. D. (2007). *Forensic analysis on the cutting edge*: new methods for trace evidence analysis. John Wiley & Sons. [Crossref]

Bleay, S. M., Croxton, R. S., & De Puit, M. (2018). *Fingerprint Development Techniques*: Theory And Application (First Ed.). Wiley Press. [Crossref]

Bodziak, W. J. (2008). *Tire tread and tire track evidence*: recovery and forensic examination. CRC Press. [Crossref]

Bodziak, W. J. (2017). *Footwear impression evidence*: detection, recovery, and examination. CRC Press. [Crossref]

Bodziak, William J, Hammer, L., Johnson, G. M., & Schenck, R. (2012). Determining the Significance of Outsole Wear Characteristics During the Forensic Examination of Footwear Impression Evidence. *In Journal of Forensic Identification 254*(3)

Buscaglia, J. A. (1994). Elemental analysis of small glass fragments in forensic science. *Analytica Chimica Acta, 288*(1-2), 17-24. [Crossref]

Buzzini, P., Massonnet, G., & Monard Sermier, F. (2006). The micro Raman analysis of paint evidence in criminalistics: case studies. *Journal of Raman Spectroscopy, 37*(9), 922-931. [Crossref]

Cadd, S., Islam, M., Manson, P., & Bleay, S. (2015). Fingerprint composition and aging: A literature review. *Science & Justice, 55*(4), 219-238. [Crossref]

Caddy Brian (Ed.). (2001). *Forensic Examination of Glass and Paint*: Analysis and Interpretation. CRC Press. [Crossref]

Çebi, İ. (1999). Latent Parmak İzlerinin Mukayeseye Elverişli Olarak Geliştirilmesini Etkileyen Faktörler. Turkish Journal Of Police Studies, 1(3), 61-72.

Champod, C., Evett, I. W., & Kuchler, B. (2001). Earmarks as Evidence: A Critical Review. *Journal of Forensic Sciences, 46*(6), 15146J. [Crossref]

Chu, W., Thompson, R. M., Song, J., & Vorburger, T. V. (2013). Automatic identification of bullet signatures based on consecutive matching striae (CMS) criteria. *Forensic Science International, 231*(1-3), 137-141. [Crossref]

Cihangiroğlu B. (2011). Adli Bilimler I Parmak İzi ve Diğer İz İncelemeleri, Belge İncelemeleri, Balistik İncelemeleri (CİHANGİROĞLU B. (Ed.)). Ankara: Jandarma Kriminal Daire Başkanlığı Yayınları.

Colbry, D., Cherba, D., & Luchini, J. (2005). Pattern Recognition for Classification and Matching of Car Tires. *Tire Science and Technology, 33*(1), 2-17. [Crossref]

Cole, S. (2001). Suspect identities: a history of fingerprinting and criminal identification. Harvard University Press [Crossref]

Cole, S. A. (2005). Morethanzero: Accounting of error in latent fingerprint identification . *The Journal of Criminal LLwand Criminology , 95*(3).

Curran, J., Hicks, T., & Trejos, T. (2020). *Interpretation of Glass Evidence*. In Handbook of Trace Evidence Analysis (pp. 377-420). Wiley. [Crossref]

De Nolf, W., & Janssens, K. (2010). Micro X-ray diffraction and fluorescence tomography for the study of multilayered automotive paints. *Surface and Interface Analysis, 42*(5), 411-418. [Crossref]

Debnath, N., Gupta, R., Nongthombam, R., & Chandran, P. (2016). Forensic odontology. *Journal of Medical Society, 30*(1), 20 [Crossref]

Desiderio, V. J., Taylor, C. E. ., & Daéid, N. N. (2020). *Handbook of trace evidence analysis*. John Wiley & Sons. [Crossref]

Dhanda, V., Singh Badhan, J., & Garg, R. K. (2011). Studies on the development of latent ear prints and their significance in personal identificaiton. *Problems of Forensic Sciences*, 285-295.

Dwivedi, N., Agarwal, A., Kashyap, B., Raj, V., & Chandra, S. (2013). Latent lip print development and its role in suspect identification. *Journal of Forensic Dental Sciences, 5*(1), 22. [Crossref]

F. Monard Sermier, G. Massonnet, P. Buzzini, A. Fortini, F. Gason, K. De Wael, & P. Rovas. (2006). A comparison of efficiency of manual and automatic fibres search with the Maxcan Fibre finder. *Forensic Sci. Int. , 160*,(2-3) 102-108. [Crossref]

Faden, D., Kidd, J., Craft, J., Morris, M. D., Genalo, L., Kreiser, J., & Davis, S. (2007). Statistical confirmation of empirical observations concerning tool mark striae. *AFTE Journal, 39*(3), 205.

Fish, J. T., Miller, L. S., Braswell, M. C., & Wallace, E. W. (2013). (2013). *Crime scene investigation* (Third Ed.). Routledge. [Crossref]

Gardner, R. M., & Krouskup, D. . (2018). *Practical Crime Scene Processing And Investigation* (Third Ed.). CRC Press. [Crossref]

Giapponi, T. (2008). *Tire forensic investigation: Analyzing Tire Failure*. Warrendale: Society of Automotive Engineers.

Goodpaster, J. V., & Liszewski, E. A. (2009). Forensic analysis of dyed textile fibers. *Analytical and Bioanalytical Chemistry , 394*, 2009-2018. [Crossref]

Gorn, M., Stafford-Allen, P., Stevenson, J., & White, P. (2007). The Recovery of Footwear Marks in Blood at a Homicide Scene Involving a Smoldering Fire1. *Journal of Forensic Identification, 57*, 706.

Grzybowski, R. A., & Murdock, J. (1998). Firearm and toolmark identification-meeting the daubert challenge. *AFTE Journal, 30*(1), 3-14.

Guineau, B. (1989). Non-destructive analysis of organic pigments and dyes using Raman microprobe, microfluorometer or absorption microspectrophotometer. *Studies in Conservation, 34*(1), 38-44. [Crossref]

H Lux, F. (2013). Tire Track Identification. *Journal of Forensic Research, 04*(04). [Crossref]

Hamilton, I. (2013). Fingerprints. In J. A. Siegel, P. J. Saukko, & M. M. Houck (Eds.), *Encyclopedia of Forensic Sciences* (Second Ed., pp. 346-351). Waltham: Academic Press. [Crossref]

Hamm, E. D. (2015). Tire tracks and footwear identification. *Journal of Forensic Identification, 65*(4), 423.

Hammer, L., Duffy, K., Fraser, J., & Nic Daéid, N. (2013). A study of the variability in footwear impression comparison conclusions. *Journal of Forensic Identification, 63*(2), 205-2018.

Hammer, L., & Wolfe, J. (2003). Shoe and tire impressions in snow: photography and casting. *Journal of Forensic Identification, 56*(3), 647-655.

Harris, H. A., & Lee, H. C. (2019). Toolmarks and firearms. *In Introduction to Forensic Science and Criminalistics* (pp. 169-200). CRC Press. [Crossref]

Houck, M. M., & Siegel, J. A. (2015). *Fundamentals Of Forensic Science* (Third Ed.). California: Elsevier. [Crossref]

Howard A. Harris, H. C. L. (2019). Introduction to Forensic Science and Criminalistics. *In Introduction to Forensic Science and Criminalistics* (2nd ed.). New York: CRC Press. [Crossref]

Ifa, D. R., Manicke, N. E., Dill, A. L., & Cooks, R. G. (2008). Latent Fingerprint Chemical Imaging by Mass Spectrometry. *Science, 321*(5890), 805-805. [Crossref]

Inman, K., & Rudin, N. (2000). Principles and Practice of Criminalistics: *The Profession of Forensic Science* (Protocols in Forensic Science). CRC Press. [Crossref]

Jackson, A. R. (2017). *Forensic Science*. Londra: Pearson Educaion Press.

Jain, A. K., & Feng, J. (2009). Latent palmprint matching. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 31*(6), 1032-1047. [Crossref]

Kammrath, B. W., Koutrakos, A. C., McMahon, M. E., & Reffner, J. A. (2016). The forensic analysis of glass evidence: past, present, and future. In E. Katz & J. Halámek (Eds.), *Forensic Science: A Multidisciplinary Approach* (pp. 299-336). Wiley Press. [Crossref]

Kaul, B., Gupta, S., Vaid, V., & Kaul, S. (2021). Forensic Odontological Parameters as Biometric Tool: A Review. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 14*(3), 416-419. [Crossref]

Kučera, J., Kameník, J., & Havránek, V. (2018). Hair elemental analysis for forensic science using nuclear and related analytical methods. *Forensic Chemistry, 7*, 65-74. [Crossref]

Kumar, S., Saxena, G., & Gautam, A. (2021). *Forensic Analysis and Interpretation of Tool Marks*. In Forensic Analysis - Scientific and Medical Techniques and Evidence under the Microscope. IntechOpen. [Crossref]

Larsen, H., Budka, M., & Bennett, M. R. (2021). Technological innovation in the recovery and analysis of 3D forensic footwear evidence: Structure from motion (SfM) photogrammetry. *Science & Justice*. [Crossref]

Larsen, H. J. (2021). Technological innovations in the collection and analysis of three-dimensional footwear impression evidence . Bournemouth University.

Learner, T. (2001). The analysis of synthetic paints by pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry (PyGCMS). *Studies in Conservation, 46*(4), 225-241. [Crossref]

Lee, H. C., & Gaensslen, R. E. (2001). Methods Of Latent Fingerprint Development. *In Advances İn Fingerprint Technology* (pp. 105-176). CRC Press. [Crossref]

Lee, H. C., Palmbach, T., & Miller, M. T. (2001). *Henry Lee's crime scene handbook*. Academic Press.

LeMay, J. (2005). Evidence Beneath Your Feet: Electrostatic Dust Lifting Collects Hidden Evidence at the Crime Scene. *Law Enforcement Technology, 33*(3), 42-44.

Levin, N. (2010). Examination of Marks. 16th *International Forensic Science Symposium*, 51-78. [Crossref]

Malek, M., Nakazawa, T., Kang, H.-W., Tsuji, K., & Ro, C.-U. (2019). Multi-Modal Compositional Analysis of Layered Paint Chips of Automobiles by the Combined Application of ATR-FTIR Imaging, Raman Microspectrometry, and SEM/EDX. *Molecules, 24*(7), 1381. [Crossref]

Meijerman, L., Sholl, S., De Conti, F., Giacon, M., van der Lugt, C., Drusini, A., Vanezis, P., & Maat, G. (2004). Exploratory study on classification and individualisation of earprints. *Forensic Science International, 140*(1), 91-99. [Crossref]

Meijerman, L., Thean, A., & Maat, G. (2005). Earprints in Forensic Investigations . *Forensic Science, Medicine, and Pathology,* 247-256. [Crossref]

Mirakovits K., & Londino, G. (2016). *The Basics of Investigating Forensic Science A Laboratory Manual*. In The Basics of Investigating Forensic Science A Laboratory Manual. Boca Raton, FL: CRC Press. [Crossref]

Mistek, E., Fikiet, M. A., Khandasammy, S. R., & Lednev, I. K. (2019). Toward Locard's Exchange Principle: Recent Developments in Forensic Trace Evidence Analysis. *Analytical Chemistry, 91*(1), 637-654. [Crossref]

Moore, G. (2014). Correlation between chainsaw type and tool marks in sectioned bone. Boston University.

Morales, A., Diaz, M., Llinas-Sanchez, G., & Ferrer, M. A. (2015). Earprint recognition based on an ensemble of global and local features. 2015 *International Carnahan Conference on Security Technology* (ICCST), 253-258. [Crossref]

Mozayani, A., & Noziglia, C. (2006). *The Forensic Laboratory Handbook*. Humana Press. [Crossref]

Nalliapan, G., Ulaganathan, M., Andamuthu, Y., Thangadurai, M., Vadivel, I., & Periyasamy, T. (2018). Cheiloscopy: An evolving tool in forensic identification. *Journal of Indian Academy of Dental Specialist Researchers, 5*(2), 37. [Crossref]

Nichols, R. G. (1997). Firearm and toolmark identification criteria: A review of the literature. *Journal of Forensic Sciences, 42*(3), 466-474. [Crossref]

Nichols, Ronald G. (2007). Defending the Scientific Foundations of the Firearms and Tool Mark Identification Discipline: Responding to Recent Challenges. *Journal of Forensic Sciences, 52*(3), 586-594. [Crossref]

Nirenberg, M. S., Ansert, E., & Reel, S. (2021). Reliability of a two-dimensional sock-clad footprint linear measurement method. *Science & Justice, 61*(5), 649-656. [Crossref]

Pepper, I. (2010). *Crime Scene Investigation*: Methods And Procedures: Methods and Procedures. McGraw-Hill Education (UK).

Petraco, N. D. K., Kuo, L., Chan, H., Phelps, E., Gambino, C., McLaughlin, P., Kammerman, F., Diaczuk, P., Shenkin, P., Petraco, N., & Hamby, J. (2013). Estimates of Striation Pattern Identification Error Rates by Algorithmic Methods . *AFTE Journal, 45*(3), 235-244.

Petraco, N., & Petraco, N. D. K. (2016). Impression evidence: footwear and tool marks cases from the crime scene to the courtroom. *In Forensic Science Handbook* (pp. 1-53).

Pfefferli, P. (2015). *Forensic Evidence Field Guide*: A Collection of Best Practices. Academic Press. [Crossref]

Porter, G. (2020). Forensic science in policing. In P. Birch, M. Kennedy, & Kruger Erin (Eds.), *Australian Policing*: Critical Issues in 21st Century Police Practice. Routledge. [Crossref]

Prabhu, R., Dinkar, A., Prabhu, V., & Rao, P. (2012). Cheiloscopy: Revisited. *Journal of Forensic Dental Sciences, 4*(1), 47. [Crossref]

Principles of Footwear & Tire Track Examination. (n.d.). Retrieved from http://www.forensicsciencesimplified.org/fwtt/principles.html

Rao, P. K., Pandey, G., & Tharmavaram, M. (2020). Physical Evidence and Their Handling. *In Technology in Forensic Science* (pp. 55-78). Wiley. [Crossref]

Rothwell, B. R. (1995). Bite Marks In Forensic Dentistry: A Review Of Legal, Scientıfic Issues. *The Journal of the American Dental Association, 126*(2), 223-232. [Crossref]

Roux, C., Talbot-Wright, B., Robertson, J., Crispino, F., & Ribaux, O. (2015). The end of the (forensic science) world as we know it? The example of trace evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 370*(1674), 20140260. [Crossref]

Saferstein, R. (2018). *Forensic Science From the Crime Scene to the Crime Lab* (4th ed.). Pearson.

Saini, M., & Kumar Kapoor, A. (2016). Biometrics in Forensic Identification: Applications and Challenges. *Journal of Forensic Medicine, 1*(2). [Crossref]

Scopc, I. (2006). Guide For The Forensic Documentation and Photography of Footwear and Tire Impressions at The Crime Scene. *Journal of Forensic Identification, 794*(56).

Sha, S., Rao, Bv., Rao, Ms., Halini Kumari, K., Chinna, S., & Sahu, D. (2017). Are tooth prints a hard tissue equivalence of finger print in mass disaster: A rationalized review. *Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences, 9*(5), 29. [Crossref]

Sharma, P., Gupta, N., & Saxena, S. (2010). Experimental studies of forensic odontology to aid in the identification process. *Journal of Forensic Dental Sciences, 2*(2), 69. [Crossref]

Shimamoto, G. G., Terra, J., & Bueno, M. I. M. S. (2013). Use of Portable X-ray Fluorescence to Discriminate Brands of Nail Polishes: a Potential Forensic Tool. *Journal of the Brazilian Chemical Society.* [Crossref]

Siegel, J. A., & Houck, M. M. (2006). *Fundamentals of Forensic Science*. Elsevier Academic Press .

Siegel, J. A., & Mirakovits, K. (2021). Firearms and Toolmarks. *In Forensic Science* (pp. 317-348). CRC Press. [Crossref]

Snyder, C. (2015). The ability of footwear to produce impressions of good detail in sandy soil substrates. *Journal of Forensic Identification, 65*(3), 273.

The Organızatıon Of Scıentıfıc Area Committees For Forensıc Scıence. (n.d.). Retrieved from https://www.nist.gov/osac/footwear-tire-subcommittee

Wang, T., Zheng, Z., Bashir, A. K., Jolfaei, A., & Xu, Y. (2021). FinPrivacy: A Privacy-preserving Mechanism for Fingerprint Identification. *ACM Transactions on Internet Technology, 21*(3), 1-15. [Crossref]

Warlow, T. A. (2001). *Forensic Examination of Glass and Paint*. Taylor & Francis.

Weller, T. J., Zheng, A., Thompson, R., & Tulleners, F. (2012). Confocal Microscopy Analysis of Breech Face Marks on Fired Cartridge Cases from 10 Consecutively Manufactured Pistol Slides*. *Journal of Forensic Sciences, 57*(4), 912-917. [Crossref]

Wiersema, S. (2005). SWGTREAD. *Journal of Forensic Identification, 55*(1), 47.

Wrobel, K., Doroz, R., Porwik, P., & Bernas, M. (2018). Personal identification utilizing lip print furrow based patterns. A new approach. *Pattern Recognition, 81*, 585-600. [Crossref]

Yermekov, Y. S., & Begaliyev, Y. N. (2018). On the Problem of Establishing a Trace in the Field of Falsification of Identification Numbers and State Registration Number Plates on Vehicles. *Journal of Advanced Research in Law and Economics (JARLE), 7*(38), 2903-2909.

Yıldız, Ö. (2011). Tuzlu Ve Tatlı Sulara Maruz Kalan Deliller Üzerinde Mukayeseye Elverişli Parmak İzi Tespit Edilip Edilemeyeceğinin Analizi. Ankara Üniversitesi .

Zheng, X., Soons, J., Vorburger, T. V., Song, J., Renegar, T., & Thompson, R. (2014). Applications of surface metrology in firearm identification. *Surface Topography: Metrology and Properties, 2*(1). [Crossref]

Zulkifli, N. A. (2018). Preliminary study of human earprints: Method development on sampling and enhancement technique of earprints on a non-porous surface. In M. B. Abdullah (Ed.), *Bioresources Technology in Sustainable Agriculture: Biological and Biochemical Research* (pp. 139-151). Apple Academic Press. [Crossref]

BÖLÜM 7
ADLİ ÖRNEKLER İÇİN KİMYASAL İNCELEME TEKNİKLERİ

Zeynep TÜRKMEN

DOI: 10.5152/0607

Adli Örnekler İçin Kimyasal İnceleme Teknikleri

Chemical Investigation Techniques for Forensic Samples

BÖLÜM HAKKINDA

Adli kimya; suç mahallinden elde edilen ilaç, zehir, yasa dışı maddeler, patlayıcılar, ateşli silah atış artığı, lif ve boya gibi adli delilleri tanımlamak için analitik yöntem ve teknikleri kullanan bir kimya disiplinidir. Adli delilleri karakterize etmek için çeşitli spektroskopik, kromatografik, mikroskobik ve hatta güncel bazı yenilikçi analitik teknikler geliştirilmiştir. Herhangi bir örnekte bulunan karışım halindeki analitleri kolaylıkla ayırmak, saflaştırmak ve tanımlamak için kromatografik teknikler sıklıkla tercih edilmektedir. Spektroskopik teknikler; gerek tek başlarına gerekse bir kromatografik sisteme entegre şekilde, eser miktardaki numuneleri bozucu etkiler olmadan incelemek için kullanılabilmektedir. Adli fiziki örneklerin "tahmin" ve "doğrulama" analizinde ise mikroskobik teknikler en sık kullanılan teknikler arasındadır. Kanıtların görselleştirilmesi bu sayede sağlanmaktadır. Buraya kadar bahsettiğimiz bu üç teknik, kanıtların görselleştirilmesini sağlamakta ve dünya genelinde adli kimya laboratuarlarında rutin olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu tekniklerin yanı sıra X-ışını kırınımı, nanoteknoloji ve çip üzerinde laboratuvar sistemleri gibi yenilikçi analitik teknikler de imkanlar ölçüsünde alanda yerini almaktadır. Kitabın bu bölümünde tüm bu yöntemlerin temel prensipleri ve bunların adli kimyadaki kullanımları ayrı ayrı ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Adli kimya, analitik teknikler, kromatografi, spektroskopi, mikroskopi

ABOUT the CHAPTER

Forensic chemistry is a chemistry discipline that uses analytical methods and techniques to identify forensic evidence such as drugs, poisons, illegal substances, explosives, gunshot residues, fibers and dyes recovered from crime scenes. Various spectroscopic, chromatographic, microscopic, and even some recent innovative analytical techniques have been developed for the characterization of forensic evidence. Chromatographic techniques are often preferred to easily separate, purify and identify analyte(s) in any sample. Spectroscopic techniques can be used either alone or integrated into a chromatographic system to examine trace amounts of samples without disruptive effects. Microscopic techniques are among the most widely used techniques for "predictive" and "confirmatory" analyses of physical evidence. These three techniques that we have mentioned so far enable the visualization of evidence and are widely used routinely in forensic chemistry laboratories around the world. In addition to these techniques, innovative analytical techniques such as X-ray diffraction, nanotechnology and laboratory-on-chip systems are also taking their place in the field as much as possible. The basic principles of all these methods and their use in forensic chemistry are discussed separately in this chapter.

Keywords: Forensic chemistry, analytical techniques, chromatography, spectroscopy, microscopy

Giriş

Yasaya hizmet için kullanılan her türlü disiplin, adli bilimlerin çatısı altında bir bilim dalı olarak yer almaktadır. Adli bilimler disiplini, soruşturma sırasında anlaşmazlık konusu olan bir durumla ilgili veya bir olayın suç olup olmadığı hakkında hâkimin bir kanaate varmasını sağlamak için hukuki delilleri analiz etmek suretiyle bilimin uygulandığı bir alandır.

Sıklıkla sivil anlaşmazlıkları çözmek, ceza yasalarını ve kamu düzenlemelerini adil bir şekilde uygulamak için kullanılmaktadır. Adli bilimciler; yasal bir kovuşturmada gerçeği bulmak ve adaleti aramak için nesnel, bilimsel bir analize dayalı raporla gerekli olduğu noktada sürece dahil olabilirler. Yukarıdaki gibi tanımlayabileceğimiz bir disiplinde pek tabii ki suç mahallinde bulunan çeşitli delillerin (biyolojik, fiziksel ve kimyasal) analizi için çeşitli analitik yöntemler kullanılmaktadır (Houck & Siegel, 2010). Delillerin olay yerinden sağlıklı bir şekilde toplanması da delillerin analiz edilmesi kadar önemli bir süreçtir. Adli kimyada öne çıkan delil türleri Tablo 1'de sunulmaktadır (Gaensslen vd., 1985).

Genel olarak, insan veya hayvan biyolojik adli örnekleri; vücut sıvıları ve vücut sıvısı harici olarak sınıflandırılabilir. Vücut sıvıları arasında kan, meni, tükürük, kusmuk, süt, vajinal salgı, ter, gözyaşı ve idrar bulunur. Vücut sıvısı harici olanlar genellikle diş, tırnak, dışkı,

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Zeynep Türkmen

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: zeynep.turkmen@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Türkmen, Z.(2024). Adli örnekler için kimyasal inceleme teknikleri. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 81-92). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

kemik, saç ve doku içerir. Bunların dışında botanik, entomolojik veya mikrobiyal kökenli başka biyolojik örnekler de olabilir. Bu örnekleri toplama sırasında çapraz kontaminasyonu önlemek için uygun maske, eldiven ve saç filesi kullanmak gereklidir. Ayrıca, mikrobiyal kontaminasyona neden olabilecek biyolojik numunelerin paketlenmesi ve taşınmasında plastik torba ve kaplardan kaçınmak gerekir (Turoňová vd., 2021).

Bir delilin analizine başlamadan önce, söz konusu numuneler uygun saklama koşullarında bir süre bekletilebilir. Yeteri kadar şahit numune ayırma işlemini takiben, örneklerden bazıları için ön işlem aşaması da gerekebilir. Bunlar optimal analizin sağlanması için özenli olunması gereken işlemlerdir (Turoňová vd., 2021). Sıklıkla, detaylı olay yeri incelemeleri sırasında rastlanan delilin analizi; deneyimli laboratuvar çalışanları tarafından oldukça üst düzey tecrübe gerektiren teknikler kullanılarak gerçekleştirilir. Bazı durumlarda iki farklı teknik de seçilerek doğrulama yoluna gidilebilir (Erickson, 2013). Bu bölümde, soruşturma sırasında elde edilen örneklerin delil niteliğinde olup olmadığını ya da bu delillerin diğerlerinden ayırt edilmesini sağlamak için kimya disiplini altındaki analitik teknikleri sunmak amaçlanmıştır.

Tablo 2
Adli kimyada öne çıkan delil türleri

Delil türü	Delil örnekleri
Yangın, Kundaklama	Petrokimya ürünleri
Patlayıcı, Ateşli silah atış artığı	Patlama sonrası kalıntı analizi Ateş eden elin tespiti
Biyolojik örnekler (Kan, İdrar, Saç, tükürük, tırnak doku vs)	İlaç aranması Yasadışı madde aranması Alkol tayini Zehrin tanımlanması Bitkisel, Hayvansal
Toprak, çevre örnekleri	Gaz ve Uçucu bileşikler Vernik tiner vb Kimyasal savaş ajanları Bibergazı Yanma ürünleri Ortam havasında uçucu bileşikler Toksik metaller Cam Kozmetik Boya Polimer Plastik Tekstil , lif Bitkisel materyaller
Boya ve pigmentler, leke, vernik	Araç boyaları Yazı ve mürekkep analizi Tekstil boyaları
Ele geçen materyalde analiz	Yasadışı örnekler (Toz, Sıvı, Bitkisel, Kapsül, Tablet vs) İlaçlar (Toz, Sıvı, Kapsül, Tablet vs)

Delil Analizi İçin Kullanılan Kimyasal Analitik Yöntemler

Bu bölümde; delil analizi için kullanılan spektroskopik, kromatografik, mikroskobik ve yenilikçi bazı analitik yöntemlere kısaca yer verilmiştir (Mistek vd., 2018).

Spektroskopik Teknikler

Spektroskopik teknikler; numuneyi oluşturan atom, molekül ya da iyonların enerji düzeyi geçişleri esnasında soğurdukları ya da yaydıkları ışının ölçülmesine ve yorumlanmasına dayalı tekniklerdir. Elektromanyetik radyasyon (ışınım), elektrik ve manyetik bileşenlerin dik açılarla kesişmesi sonucunda meydana gelen ve boşlukta oldukça süratli bir biçimde yayılabilen bir enerji biçimidir. Bu tür bir ışınımın interferens ve difraksiyon nitelikleri ışımanın dalga modeli ile tanımlanırken, absorbsiyon veya emilim özellikleri ise ışımanın tanecik modeli ile tanımlanmaktadır. Bunların haricinde ışınımın kırılması, yansıması, saçılması, polarizasyonu özelliklerinin madde ile etkileşimleri sayesinde, spektroskopi tekniği altında farklı işlevler için kullanılabilir pek çok yöntemin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Atomlar elektromanyetik radyasyona maruz kaldığında uyarılarak bulunduğu temel düzeyden daha üst bir enerji seviyene geçer ve kararsız hale gelir. Atomlar, tekrar kararlı hale gelebilmek için bulunduğu enerji seviyesinden temel enerji düzeyine dönmek ister ve bu nedenle morötesi ya da görünür bölge arasında ışıma gerçekleştirirler. Gerçekleşen ışıma olayına "emisyon" denmektedir. Bu ışıma prensibi moleküller için de geçerlidir ve gerçekleşen olaya ise "moleküler emisyon" denmektedir. Oluşan durum sonucunda atom ve moleküllerin tayfları (spektrumları) belirlenebilmektedir.

Spektroskopi, özellikle eser miktarlardaki delillere zarar vermeden analiz edilmesini sağlayan optimum bir analitik tekniktir. Biyolojik sıvılardan ilaçlara, suç mahallinde bulunan eser miktardaki maddelere kadar uzanan örnekler bu teknik altındaki analiz yöntemleri ile delil nitelikleri kaybolmadan incelenebilmektedir. Ayrıca, bu yöntemlerde numune ön işlemine gerek olmadığından diğer analitik tekniklere kıyasla zaman açısından da verimlidir. Bu amaçla sıklıkla kullanılan teknikler; Refraktometri, UV-görünür ve floresan, kızılötesi, nükleer manyetik rezonans (NMR), Raman ve Atomik absorpsiyon ve Emisyon spektrofotometreleridir (Paixão vd., 2019; Hussain vd., 2020).

Ultraviyole (UV) ve Görünür Bölge Spektroskopisi

Ultraviyole ve görünür bölge spektrumları, 190 ve 800 nanometre arasında değerler almaktadır. Bu aralıkta oluşan soğurmaları tespit eden teknik ise UV ve görünür bölge spektroskopisidir. Çözelti içindeki madde miktarını ölçmede, bir kısım ışın demeti filtreler aracılığı ile ayrıştırılır ve bu ışığın çözeltiden geçen veya çözeltinin soğurduğu miktarından faydalanılır. Bu ölçme işlemine fotometri, bu tip ölçümde kullanılan cihazlara da fotometre denir. Basit bir spektrofotometre cihazına ait temel bileşenler ışık kaynağı, aynalar, hücreler, detektör ve kaydediciden oluşmaktadır.

Eğer ışın demeti seçimli şekilde prizmalar aracılığı ile ayrıştırılırsa elde edilen ölçme tekniğine spektrometri, aletlere de spektrofotometre denmektedir. Maddenin söz konusu ışıma türlerini soğurmasını inceleyen düzenekler absorpsiyon spektrofotometresi olarak adlandırılmaktadır. Bu teknikte kullanılan başlıca ışık kaynaklarına tungsten flaman ve halojen lambası, hidrojen ve döteryum elektriksel boşalım lambaları, ksenon ark lambası ve civa buhar lambası örnek olarak verilebilir. Bu aletlerde yer alan dedektörler temel olarak maddenin ışık üzerindeki emilim düzeyine odaklanarak ışık şiddetinin ölçüm işlemini gerçekleştirir.

Ultraviyole-görünür bölgede kullanılan detektörler fotovoltaik, fototüp ve fotoçoğaltıcı tüp olarak adlandırılmaktadır. Tek ve çift ışık yollu olmak üzere iki tip spektrofotometre bulunmaktadır.

Spektrofotometreler ile kantitatif bir incelemenin yapılması durumunda öncelikle maddenin dalga boyu bulunmalıdır. Ardından, intereferens oluşturan farklı ışın çeşitlerinin var olup olmadığı tespit edilir ve Lambert-Beer yasasına uygunluğu belirlenir. Böylece molar bir çözeltinin farklı dalga boylarındaki emilim seviyeleri saptanır. Sonrasında ise incelenecek maddeyi barındıran farklı yoğunluklarda olan birtakım çözeltilerin, ilgili dalga boyundaki emilim miktarlarının ölçüm işlemi gerçekleştirilir. Elde edilen ölçüm sonuçları, grafiğe aktarılarak bir kalibrasyon eğrisi oluşturulur. Böylece miktarı bilinmeyen maddenin absorbans değerine kalibrasyon eğrisinde karşılık gelen konsantrasyon tespit edilir.

Uyuşturucu maddeler, ilaç, toz veya sıvı maddeler, bir suç mahallinde karşılaşılan en yaygın adli numune türleri arasındadır. Ele geçirilen bu maddelerin (sıvı-katı) UV-görünür spektrofotometrik analizi için numune hazırlama ve işleme prosedürleri üzerine sayısız çalışma yapılmıştır. Olay yerindeki vücut sıvıları da biyolojik delil olarak toplanmakta ve UV-görünür spektroskopi kullanılarak DNA'nın varlığı belirlenebilmektedir. UV-görünür spektroskopi kullanılarak mevcut DNA miktarını tahmin etmede; vücut sıvılarının (kan ve tükürük) toplanması, hazırlanması ve analizine ilişkin de pek çok çalışma bulunmaktadır (Mesmer vd., 1998; Kaur vd., 2020; Sharma vd., 2019; Thanasoulias vd., 2002).

Floresans ve Fosforesans Spektroskopisi

Atom veya molekülün temel halinden kastedilen durum, atom ya da moleküllere ait elektronların en alt enerji seviyeli katmanlarda yer almasıdır. İlgili elektronların bir enerji kaynağı ile uyarılmasıyla atom ya da moleküllerin elektronları daha yüksek bir enerji düzeyine yerleşir. Böylece atom veya molekülün uyarılmış halinden bahsedilen durum oluşur. Ancak maddenin bu kararsız olan durumu fazla sürmez, kısa süre içerisinde floresan enerjisi yayarak enerjisini kaybeder ve temel haline geri döner. Yayılan bu ışık (emisyon) elementlere özgüdür ve bu nedenle çeşitli delillerin analizi için çok önemlidir. İlgili yayılım durumu lüminesans (ışıldama) olarak adlandırılır. Uyarılmanın kimyasal reaksiyon ile oluşması sağlandığında tespit edilen ışıma çeşidine kemolüminesans denir. Eğer tespit edilen ışıma elektrot tepkimesi sonucu oluşuyorsa elektrolüminesans, canlı bir organizma üzerinde oluşuyorsa biyolüminesans, fotonların madde tarafından absorplanması sonucu gerçekleşiyorsa fotolüminesans olarak adlandırılır. Kısaca uyarılmış bir singlet sistemden temel haldeki bir singlet sisteme geçiş sırasında yayılan ışığa floresans, uyarılmış bir triplet sistemden temel haldeki singlet bir sisteme geçiş sırasında yayılana ise fosforesans denir. Floresans ve fosforesans spektroskopisi; kan, seminal sıvı, salya gibi birçok biyolojik numune, fason olarak üretilen gıdalar, medikal ürünler, boyar maddeler ve petrol kaynaklı ürünlerin analizinde kullanılan en yaygın yöntemler arasındadır. İlaç analizleri, metal iyonlarının analizi, bazı aminoasitlerin analizinde ve etiketleme yoluyla floresans özellik kazandırılmış maddelerin analizinde kullanılır. Örneklerin bir kısmı bu teknikle direkt incelenebilirken diğerleri için ise numune hazırlama teknikleri lazım olabilmektedir (Siegel, 1996).

Tükürük, olay yerinde bulunabilen ve floresan türevli amino bileşiklerin varlığı için floresan spektroskopisi ile tahlili yapılabilen bir biyolojik numunedir. Floresan spektroskopisi kullanılarak da kuru ya da ıslak durumdaki salya örneklerinin incelenmesi amacıyla farklı teknikler de oluşturulmuştur (Yuvaraj vd., 2014).

Kan örneği de çok yaygın olarak karşılaşılan biyolojik bir delildir. Varlığını doğrulamak için hemoglobine veya DNA'sının özgü floresan spektroskopisi kullanılması ile de incelenebilir. Spence ve Asmussen tarafından yürütülen bir araştırmada, ayakkabı ölçülerinden toplanan kan örneklerinin analizinde ultraviyole-görünür ile floresan spektroskopisi kullanılmıştır. Kan örneğinin, spektrum geliştirme için başlangıçta lökokristal menekşe ile işlendiği görülmektedir (14). Floresan spektroskopisi erken ya da ileri bir evredeki parmak izlerinin incelenebilmesine fırsat vermiştir. Bunun yanında çeşitli ortamlarda bulunan parmak izlerinin görselleştirilmesi amacıyla bazı ultraviyole ışıklardan da yararlanılmıştır (Akiba vd., 2007).

UV-görünür ve floresan spektroskopisi, çoğunlukla şüpheli belgelerde kullanılan mürekkeplerin araştırılmasında da yardımcı olmaktadır. Söz konusu belgelerde kullanılan mürekkeplerin yanı sıra çizgi geçişleri ve lifler farklı dalga boyları kullanılarak analiz edilir (Vogt vd., 1997).

Petrol ürünleri genellikle adli soruşturmalar sırasında kromatografik teknikler kullanılarak incelenir. Bununla birlikte, petrol ürünleri floresans özelliğe sahip iyi bilinen bir kimyasaldır. Bu özelliğinin, Lloyd tarafından keşfedilmesi ile floresan spektroskopisi kullanılarak aydınlatılmış adli olgulara da rastlanmaktadır (Lloyd, 1980).

Kızılötesi ve Yakın Kızılötesi Spektroskopisi

Kızılötesi (infrared) ışık, görünür ışıktan daha uzun dalga boyuna sahip elektromanyetik ışımadır ve bu yüzden çıplak gözle görünmez. Elektromanyetik spektrumda 0,78 m - 1000 m arası kızıl ötesi bölge olarak bilinmektedir ve bu bölgenin 0.78-2.25 m aralığındaki bölümü yakın infrared, 2.5 - 15 m arasında kalan bölüm IR bölgesi ve 15 m-1000 m arasındaki bölüm ise uzak IR olarak tanımlanmaktadır. Kızılötesi spektrumunun bu bölümüne denk gelen bir ışınım ile etkileşmesi sonucunda moleküllerin titreşim frekanslarını hesaba katarak elde edilir. Bu ışımaya maruz kalan bir molekülün davranışı tıpkı bir yayın davranışına benzer ve sallanma, bükülme, germe ve bükme gibi titreşimler meydana getirirler.

Moleküllerin bahsedilen etkileşimi ile absorpsiyon bantlarında iki farklı alan belirlenmiştir. Bu bölgelerden biri "fonksiyonel grup bölgesi" olarak tanımlanan 2,5 ila 6,5 **m** arasında kalan kısım ile "parmak izi bölgesi" olarak tanımlanan 6,5-9 **m** aralığıdır. Bu titreşim frekansı her maddeye özgü bir tayf oluşturmaktadır ve bu sayede bileşiklerin belirlenebilmesi sağlanmaktadır. Kızılötesi spektroskopisinde genellikle bir Michelson interferometresinden yararlanılır ve numuneden elde edilen radyasyonun yapıcı ve yıkıcı girişimine dayanan Fourier dönüşüm tekniği ile birlikte kullanılmaktadır. Nihai spektrum, Fourier dönüşümü ile kolayca geliştirilebilir. Bu tekniğin tahribatsız olması saç, kan ve diğer biyolojik delilerin yanı sıra yasa dışı maddelerin ve sahte ürünlerin, yangın başlatıcısı, patlayıcı ve ateşli silah atış artığı analizinde oldukça fayda sağlamaktadır (Asirdizer vd., 2019).

Yakın-kızılötesi (NIR) spektroskopisi de, bileşiklerin analizi için yakın IR özellikli radyasyon kullanması dışında, kızılötesi spektroskopine benzer bir tekniktir. Yakın Kızıl ötesi ışıma aralığı 12500 ila 4000 cm^{-1} arasındadır. Bu teknik de basit ve tahribatsız doğası nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Burada, "overtone" ve "kombinasyon" adı verilen absorpsiyon bantları dikkate alınarak analiz gerçekleştirilmektedir.

Buradaki absorpsiyon zayıftır ve bir dizi örtüşen bağ olarak ortaya çıkar. Soğurma bantları zayıf olduğundan güçlü soğurucu ve yüksek ışık saçılmasına sahip örneklerin analizinde oldukça faydalıdırlar (Asirdizer vd., 2019).

Moleküllerin kızılötesi tayfları ile yapılarının ortaya çıkarılması, ilgili metodun oldukça sık kullanıldığı alanlardandır. Yapısı bilinmeyen moleküllerin kızılötesi tayfları, spektrumu elde edilen moleküller ile ya da yazılım içerisinde mevcut olan tayflar ile kıyaslanır. Yasa dışı maddeler ve patlayıcılar da genellikle bir suç mahallinde toz veya sıvı halinde bulunabilir. Literatürde maddelerin yapılarının FTIR ile aydınlatıldığı pek çok çalışma bulunmaktadır (Ewing & Kazarian, 2017; Chalmers vd., 2012; Muro vd., 2015).

Diğer taraftan, bir olay yerinde hırsızlık veya vur-kaç sonucu boya parçacıklarına rastlamak mümkündür. Ayrıca sahtecilik ve kalpazanlık olgularına ilişkin şüpheli belgeler bulunabilir. Bu fiziksel delillerin delil niteliklerini bozmadan, numune hazırlığı gerektirmeyen ATR eşlenikli FTIR spektroskopisi ile analizler gerçekleştirilmektedir.

Aynı şekilde kan, meni, tükürük, ter vb. gibi vücut sıvılarına da suç mahallerinde sıklıkla rastlanılır. Bu örneklerin yapısal tayinlerinin yapılmasında ATR-FTIR spektroskopisinden faydalanılmaktadır.

Elyaflarda ve şüpheli belgelerde bulunan boyaların yanı sıra ilaç etken maddelerinin kimyasal profilleri, yakın IR bölgesindeki absorbanslarına dayalı olarak tanımlanır ve bu spektroskopi ile analiz edilebildiği görülmektedir (Ewing & Kazarian, 2017; Chalmers vd., 2012; Muro vd., 2015).

Raman Spektroskopisi

Raman spektroskopisi de benzer bir titreşim spektroskopisi tekniğidir ve sıklıkla yapı tayinlerinde kullanılır. Örnekteki parçacıklara çarpan fotonun yön değiştirmesi olayına saçılma denir.

Tipik olarak IR spektroskopisinde molekül, kızılötesi alanda bir ışıma ile etkileşir. Molekülün enerjisi radyasyon kaynağınınkiyle eşleştiğinde, absorpsiyon meydana gelir ve bunu moleküler bağların titreşimi takip eder. Ancak Raman saçılmasında ışıma nedeni genelde tek tip dalga boyu ve frekansı olan lazerlerdir. Dolayısıyla moleküllerle etkileşime giren dalga boyu, bu moleküllerin titreşim enerji düzeylerine göre değişmektedir. Özetle ışıma ve numune etkileşime girdiğinde çevresinde bulunan elektron bulutu ve çekirdekler, gelen ve saçılan fotonların enerjilerinin birbirinden değişik seviyelerde bulunması sebebiyle ışımayı esnek olmayan biçimde saçar. Böylece "Raman saçılması" olarak adlandırılan durum oluşur. Bu saçılmada iki tür kayma vardır: stokes ve antistokes kaymaları.

Stokes kayması, elektronun uyarılması ile oluşurken antistokes kayması ise foton emisyonu sonucu oluşmaktadır. Bunun sonucunda frekans ve dalga boyunda farklılıklar görülmektedir.

Adli bilimlerde Raman spektroskopisi, kolay kullanımı ve numuneye zarar vermemesi sebebiyle sıklıkla kullanılmaktadır (Fikiet vd., 2018; John & George, 2017). Kan, salya, seminal sıvı gibi biyolojik sıvılar, parmak izi, yasa dışı uyuşturucular, boyar ve renk verici maddeler, infilak edici maddeler ve atış artıkları Raman spektroskopisinde incelenmektedir (Das vd., 2011; Kuptsov, 1994). Bunun yanında evrakta yapılan tahrifatların tespitinde de kullanılmaktadır (Braz vd., 2013).

Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi (NMR)

Atomlar, çekirdekten ve çekirdeğin çevresinde yer alan elektron bulutundan oluşur. Bu elektronlar kendi etrafında dönme hareketi yaparlar (spin). Atom çekirdekleri de bu dönme hareketine dahil olur. Atom çekirdeklerinin içerisinde yer alan proton ve nötronların miktarlarının çift haneli ise çekirdeğin kesin bir spini bulunmaz. Hem protonun hem de nötronun tek haneli olması sonucunda spin tam sayı olacaktır. Nötron ya da protondan herhangi biri tek haneli ise net spini yarım değer şeklinde bulunacaktır.

Yükü olan parçacığın kendi ekseni çevresinde yaptığı dönüş hareketi sonucu manyetik alan oluşur. Böylece mıknatıs niteliği kazanan parçacık, dönme eylemini yaparken manyetik bölgeden etkilenir. Bu durumda ilgili parçacık manyetik dipol oluşturur ve "Larmör dönmesi" hareketi saptanır. Çekirdeğin yaptığı bu devinim esnasında radyo dalga titreşiminde ışımayla karşılaştığında ve bu frekans ile Larmör hareketinin frekansı eşit olduğu anda madde rezonansa gelir ve bir enerji transferi gerçekleştirir. Bu rezonans hali belirli bir dalga boyunda ve frekansta meydana gelir ve bileşik için karakteristiktir. Manyetik alan içindeki bir çekirdeğin elektromanyetik ışımayı etkili bir şekilde soğurması için, örnek içindeki bolluğu fazla ve büyük bir manyetik moment değerine sahip olmalıdır. Dolayısıyla bu spektroskopi türünde, hidrojen (^{1}H), karbon 13 (^{13}C), oksijen 17 (^{17}O), sodyum 23 (^{23}Na), nitrojen 15 (^{15}N) ve fosfor 31 (^{31}P) gibi elementlerden sıklıkla yararlanılmaktadır.

Örneğin; bir molekülde kaç tane hidrojen atomu olduğu, bileşiğin uygun bir radyo dalgası fotonu ile etkileşmesi ve böylece manyetik rezonansa girmesi ile proton üzerinden ^{1}H NMR yöntemi ile belirlenmiş olur.

Farklı kimyasal çevreye sahip çekirdeklerin, uygulanan radyo dalgası frekansı ile farklı manyetik alanlarda rezonansa girmesi olayına kimyasal kayma denir. Kayma miktarlarının birbirleriyle kıyaslanabilmesi için içerisinde su bulunmayan çözeltilerde genelde Tetrametilsilan (TMS, $Si(CH_3)_4$) tercih edilmektedir. Tetrametilsilanın proton rezonansına ait pikin değeri sıfır kabul edilir, başlangıç sayılır ve diğer piklerin kayma değerleri buna göre belirtilir.

Nükleer manyetik rezonans, moleküllerin yapılarının belirlenmesi ile yüksek saflıktaki maddelerin kalitatif tahlilinde tercih edilmektedir. Sayılan özellikler nükleer manyetik rezonansın, adli bilimlerde delillerin incelenmesinde önemli bir teknik haline gelmesini sağlamıştır (Pieters & Vlientinck, 1989; Zapata vd., 2015; Wilson & Nicholson, 1988; Silvestre vd., 2009). NMR spektroskopisi ile miktar tayini yapmak mümkünse de metodun hassaslığı yetersiz kalmıştır. Kriminalistikte nükleer manyetik rezonans; genellikle yasa dışı uyuşturucuların, infilak edici maddelerin, zehirlerin

incelenmesinin yanında kan, seminal sıvı, salya gibi vücut sıvılarının analiz edilmesi için de kullanılmaktadır. Ayrıca ölüm sonrası değişikliklerin analizi için de kullanıldığı bilinmektedir (Liu vd., 2010; Lee vd., 2019; Miri vd., 1991).

Kütle Spektrometresi

Kütle spektrometrelerine; ilaç, tekstil, gıda gibi çeşitli endüstriyel malzemeler ile bu malzemelerin kullanıldığı çalışmalarda sıklıkla yararlanılmaktadır. Adli kimya ve toksikolojide de yalnız veya başka analitik teknikler ile birleşerek, farklı delil incelemelerinde ve doğrulama analizlerinde etkin bir biçimde kullanılmaktadır. Özellikle yüksek güvenilirlik, doğruluk ve geçerliliğe ihtiyaç duyan adli toksikolojik analizlerde önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca benzersiz belirleme limitlerine ve analiz hızına sahip olması tekniğin popülerliğini daha da artırmaktadır.

Kütle spektrometreleri, karbon içeren örnekleri gaz halinde buharlaştırır ve böylece pozitif bir iyon oluşturur. Oluşan iyonlar kütle/yük oranlarına göre ayrılır ve "hedef/moleküler iyon" olarak isimlendirilir. Hedef iyonlar, kararlı olmadıklarından tek ya da çoklu yavru iyonlara bölünürler. Kütle spektrometreleri; örneklerin iyonlaştırılmasından görevli bir iyon kaynağı, iyonları kütle/yük oranlarına göre sınıflandırıldığı kütle analiz cihazı ve bu ayrılan iyonları algılayan dedektörden oluşmaktadır.

İlgili teknik, katı ya da sıvı örneğin kimyasal niteliği ile ilgili veri sağlarken aynı zamanda kantitatif bir tahmin yürütmeyi de sağlamaktadır. Kütle spektrumunda, x eksenindeki kütle/yük oranı değerleri yer alırken y ekseninde ise bağıl bolluk bilgisi yer almaktadır.

İyonlaştırmayı sağlayan kaynaklar önem arz etmektedir ve bu kaynaklar, örneğin doğasına (katı ya da sıvı halde bulunmalarına) bağlı olarak farklılık göstermektedir. En sık kullanılan iyonlaştırma yönteminde (electronic impact, EI) bileşik, sıcaklığa maruz kalan flamadan yayılan ve elektrik akımından geçirilerek hızlandırılan 50-80 eV'luk bir enerjiye sahip elektron demetiyle bombardıman edilir.

Ayrıca kimyasal iyonizasyon, alan veya matris desorpsiyonu, atmosferik basınçta kimyasal iyonizasyon, plazma desorpsiyonu, termosprey iyonizasyonu ve hızlı atom bombardımanı gibi birçok iyonizasyon yöntemleri de bulunmaktadır.

Hızlandırma potansiyeli ya da alan kuvveti değişikliği sonucu iyonlaştırma aşamasında üretilen iyonların, kütle/yük oranlarına göre ayrılabilmesi için kütle analizörleri kullanılmaktadır. Bunlar manyetik, uçuş zamanlı, dört kutuplu ve iyon siklotron rezonanslı olmak üzere dört türdür. Bu analizörler, sabit veya değişken tutulan bir elektrik alanı ile bir manyetik alanın kombinasyonunu kullanarak çalışır. Temel olarak işlevlerine göre sınıflandırılan iki tür kütle analizörü vardır. Farklı iyonların iletimini sağlayan kütle analizörleri bir zaman ölçeği boyunca, tarama analizörleri olarak bilinir.

Analizörden geçen iyonlar detektör tarafından algılanır. Kütle spektrometresinde pozitif ve negatif iyonlar analiz edilebilir fakat genelde pozitif olan iyonlar analiz edilir. Yaygın olarak tercih edilen detektörler; fotoçoğaltıcı tüpler, Faraday kapları ve sintilatörler'dir.

Kütle spektrometreleri, adli delillerin doğru şekilde analizini sağlayan genellikle sıvı, gaz veya ince tabaka kromatografisi gibi tekniklerle birleştirilmektedir. Adli laboratuvarlarda bu teknik biyolojik numuneler, yasa dışı uyuşturucular ve patlayıcılar gibi sayısız adli kanıtın analizi için kullanılmaktadır. Ateşli silah atış artığı ve mürekkep karşılaştırma analizlerinde bu teknikten faydalanılmaktadır. Çok yönlü bir teknik oluşu ve hem katı hem de sıvı numuneleri kolaylıkla analiz edebilmeyi sağlaması ve ölçme hassasiyeti, tekniğin öne çıkmasına neden olmaktadır (Hoffmann & Stroobant, 2007).

Yasa dışı maddeler ve sahte ilaçlar olay yerinde ele geçirildiğinde, soruşturmanın sağlıklı yürütülmesi adına genellikle kimyasal tanımlamalarının yapılması için analiz edilir. MS, kütle/yük oranı temelinde bu tür kimyasal maddelerin tanımlamalarına yardımcı olan sıklıkla kullanılan bir tekniktir. MS, ilaç etken maddesi analizleri için genellikle Likit kromatografi (LC) veya Gaz kromatografi (GC) ile eşlenik olarak kullanılır. MS, özellikle son yıllarda sentetik uyuşturucu türlerinin artması ile birlikte olay yerinde bilinmeyen bir madde ile karşılaşıldığı zaman; ultraviyole, infrared, nükleer manyetik rezonans gibi tekniklerle elde edilen verilerin desteklenmesinde de oldukça güçlü bir tekniktir.

İdrar analizi, adli toksikolojide geniş yer tutan önemli biyolojik örneklerden biridir. Geniş zaman aralığında kişinin hangi tür madde/maddelere maruz kaldığının anlaşılması ve idrarın birçok uyuşturucu, ilaç ve alkol metabolitlerini içeren önemli bir filtrat olması, bu örneği vazgeçilmez kılmaktadır. Bu sebeple, uyuşturucu ve alkol kötüye kullanımı vakalarında bu tür analizlerden oldukça fazla yararlanılmaktadır. İdrar örneğinin GC-MS veya LC-MS'de farklı etken maddelerin belirlenmesi amacıyla numune hazırlama ve validasyon prosedürlerini içeren sayısız çalışma bulunmaktadır (Bogusz vd., 2000; Dresen vd., 2011; Leuthold vd., 2006; Jones vd., 2006; Gapeev vd., 2003).

Atomik Absorpsiyon ve Emisyon Spektroskopisi

Monokromatik bir ışık kaynağına maruz kaldıklarında atomlar tarafından soğurma ve yayılma dikkate alınarak gerçekleştirilen atomik spektrum teknikleridir. Atomik absorpsiyon spektroskopisi, ışığın gaz halindeki atomlar tarafından soğurulmasının ölçülmesi prensibine dayanır. Bu teknikten bir numunenin elementel içeriğini belirlemede ve konsantrasyonunu tayin etmede faydalanılmaktadır. Burada emilimle beraber atomlar kararlı halden uyarılmış hale geçiş yaparlar ve soğurma miktarı, kararlı haldeki atomun sayısına bağlıdır. Bu tür spektrofotometreler; bir ışık kaynağı, çözeltinin buhar haline getirildiği atomize edildiği püskürtücü bir donanım, ilgili dalga boyunun diğer dalga boylarından ayran bir monokramatör ve ışığın şiddetini ölçen bir detektörden oluşmaktadır.

Işık kaynakları genellikle oyuk katot lambaları ya da elektrotsuz boşaltım lambalarından oluşur. Atomlaştırıcı hücre ise analizi yapılacak elementin temel durumdaki buharının oluşturulduğu bölümdür. Bu bölüm de alevli ve grafit fırınlı olmak üzere iki çeşittir. Grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrofotometresinin, alevli türüne göre duyarlılığı daha yüksektir. Işıktan elde edilen sinyalin elektrik sinyaline çevrilmesinde fotoçoğaltıcı tüp kullanılır. Bu spektroskopi türünde inceleme yapılırken farklı engellemeler ile karşılaşılır. Bunlar kimyasal, iyonlaşma, spektral ve zemin

engellemesi şeklinde sayılabilir. Atomik absorpsiyon spektroskopisi, az miktardaki elementlerin kantitatif incelemelerinde oldukça sık kullanılan yöntemdir.

Atomik emisyon spektroskopisinde, ışın numune ile karşılaştığında bazı elektronlar ışımayı soğururlar, bu sayede uyarılmış hale geçerler. Bu durumda madde temel haline dönmek isteyeceğinden bir dalga boyunda radyasyon emisyonuna yol açar. Bu emisyon, numunede bulunan elemente özgüdür. Yayılan ışıma miktarı konsantrasyonu ile orantılı olduğu için nicel analizler için de oldukça uygundur. Atomik emisyon spektrofotometresinde, analiz edilecek örneğin atomlaştırılması ve uyarılması için son yıllarda plazma (gaz halindeki iyon akımı) kullanılmaktadır. ICP (Inductively Coupled Plasma) tekniğinde plazma, argon gazı ile oluşturulur ve 10000 Kelvin dereceli plazma alevi meydana gelir. Atomik emisyon spektroskopisinde sadece katı haldeki örneklerin analizi için kullanılan atomlaştırma ve uyarma düzeneği "lazer mikroprop" adını alır. Bu düzenekte örnek yüzeyinde küçük bir alana lazer ışıması odaklanarak buharlaştırma işlemi gerçekleştirilir; buharlaşan örnek, alternatif akım arkının oluşturduğu iki elektrot arasında uyarılır. Bu teknik sayesinde, bir eserin (tablo, resim) delil özelliği bozulmadan çok küçük bir bölümünde analiz yapılarak sahte olup olmadığı belirlenebilmektedir.

Bu teknikler adli bilimlerde temelde infilak edici maddeler, ateşli silah atış artığı ve diğer mühimmat incelemelerinde de kullanılmaktadır. Lifler ve yanıcı malzemeler gibi numuneler yine bu teknikle analiz edilebilmektedir (Cantle, 1982; Moore 1989a).

Kromatografik Teknikler

Kromatografi ilk olarak 1900 yılında Rus bilim adamı Mikhail Tsvett tarafından geliştirilmiştir. Başlangıçta bir yapraktaki bitki pigmentlerini ayırmak için kullanılmıştır. Temel olarak, bir sabit ve bir hareketli fazdan oluşan bir ayırma tekniğidir. Ayırma, analitlerin bu fazlara olan afinitesi temelinde gerçekleşir.

Örneğin, analitler daha yavaş hareket ediyorlarsa ve sabit faza daha fazla afiniteye sahiplerse burada adsorbe olurlar. Mobil faza karşı daha yüksek afiniteleri varsa daha hızlı seyahat etme eğilimindedirler. Bu temel prensibe dayanarak, herhangi bir bileşikteki analitler kolaylıkla ayrılabilir ve tanımlanabilirler. Yavaş hareket eden maddelerin alıkonma süresi daha uzun iken, daha hızlı hareket edenlerin alıkonma süresi daha düşüktür.

Bu bölümde, Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC), Gaz Kromatografisi ve Yüksek Performanslı İnce Tabaka Kromatografisi (HPTLC) gibi çeşitli kromatografik teknikleri irdelenmiş ve birleştirilmiş tekniklere kısaca değinilmiştir.

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi

HPLC, içinde sıkıştılmış adsorban madde ihtiva eden silindirik çelik bir konstrüksiyondan oluşan kolon (sabit faz) ve tek bir sıvı veya sıvı – sıvı karışımlarını (hareketli faz) ihtiva eden bir kolon kromatografisi tekniğidir. Tamamen kapalı otomatik bir sistemdir ve bir otomatik örnekleyici sistemine sahiptir. HPLC'nin sabit faz, normal faz, ters faz, iyon değişimi ve boyut dışlama kromatografisi olarak dört farklı türü bulunmaktadır.

Normal faz HPLC kolonlarında, genellikle silika jel kullanılırken, hareketli faz daha polardır. Ters faz kolonlarında, sabit faz apolar karakterli iken, normal fazın tersine burada kullanılan hareketli faz polardır. İyon değiştirme kolonları asidik/bazik özellikli iken boyut dışlama kolonları, gözenekli özelliğe sahip sabit fazlar olarak ortaya konmuştur. Özellikle yasa dışı uyuşturucuların yanı sıra ilaç etken maddeleri, pestisitler, hayvansal ve bitkisel zehirler ve çeşitli türdeki alkaloidler, HPLC'nin adli bilimlerde örnek analizlerinde geniş skalada yer tuttuğunu göstermektedir (de Oliveira, 2014; Montemurro vd., 2016).

Her örnek analizi, kendine özgü bir protokolü içerir ve kolon tipi, mobil faz, mobil fazın pH'sı, akış hızı, alıkonma süreleri ve basınç gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. HPLC'de kullanılan detektörler de analiz edilecek numunenin tipine göre değişiklik göstermektedir. Yaygın olarak kullanılan detektörler UV/görünür, PDA, floresan, kırılma indeksi, elektrokimyasal, iletkenlik, evaporatif ışık saçılım detektörü ve kiral detektörler olarak sayılabilir (Dong, 2005).

Gaz Kromatografisi

Gaz Kromatografisi, adli laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılan ve "altın anahtar" olarak tanımlanan bir kromatografi tekniğidir. Bu teknikte taşıyıcı gaz, argon veya helyum gibi inert bir gazdır. Bu gaz, analitler için itici bir görev görerek asıl ayrımın gerçekleşeceği 0,25 mm kalınlığında yaklaşık 30 m uzunluğunda ve 0,25 **m**m film kalınlığında olan dolgulu bir kolon (sabit faz) içinden geçer. Bu sistemde bir sürükleyici gaz; basıncı ve akışı ayarlayan bir kısım (elektronik pnömatik kontrol sistemi), numuneyi sisteme enjekte etmek için bir kısım (inlet), ısıtma kısmı (kolon fırını), detektör ve veri toplama sistemi olarak altı kısımdan oluşur.

Gaz kromatografisinde fırın sıcaklığı artırılarak ve rampa oluşturularak hedef analitler arasında ayrım olması sağlanırken, sıvı kromatografisinde ayrımı sağlayan güç çözücü veya çözücü karışımlarıdır. Bu bileşiğin sabit faz ile daha az etkileşime girmesine neden olur. Rampadaki sıcaklığın artırılması ile daha geç ortaya çıkan bileşiklerin kolonda daha hızlı hareket etmesi ve daha erken alıkonma zamanına sahip olması sağlanır. Bu teknik çok yönlü kullanımı olsa da bazı dezavantajları vardır. Örneğin; kolonda göç etmeden önce, inlet kısmında örnek buhar fazına çevrilirken yanma ürünleri oluşabilir ve dolayısıyla ısıya karşı kararsız bileşikler için uygun değildir.

Diğer taraftan, uygun ve bütünlüğü koruyucu numune hazırlama teknikleri kullanılması ile bir numunedeki bileşikleri doğru bir şekilde GC'de analiz edilebilir. Yasa dışı maddeler, ortam havasında uçucu organik bileşiklerin belirlenmesi ve kanda alkol analizleri, her alanda geniş uygulama bulmuş bu teknikle analiz edilen adli örneklerinden bazılarıdır. Ayrıca infilak edici ve diğer yanıcı maddeler, yangın hızlandırıcıları ve hatta pestisitler ve zehirler de bu teknikle belirlenebilmektedir (Dong, 2005; Coning & Turkmen vd., 2008).

Yüksek Performanslı İnce Tabaka Kromatografisi

Yüksek Performanslı İnce Tabaka Kromatografisi (High Performance Thin Layer Chromatography - HPTLC), diğer alanlarda olduğu gibi adli bilimlerde de delillerin analizi için çok yönlü kullanılan bir kromatografik tekniktir. Diğer tekniklere göre kullanım kolaylığı ve yüksek tekrar edebilirliği sayesinde her geçen gün

laboratuvar akreditasyonuna uygun hale gelen gelişime açık bir sistemdir. Bu teknikte, üzeri adsorban madde ile kaplı alüminyum veya cam materyal olan plakalar (sabit faz) kullanılır ve örneğin plakaya tatbik edilmesi sonrası mobil faz ile doyurulmuş kapalı bir bölmede plaka geliştirme işlemine tabi tutulur. Daha açık ifade ile, plaka üzerinde hareketli faz olarak belirlenen çözücü veya çözücü karışımları örnek yüklenmiş olan plakayı alttan yukarı doğru ıslatırken hedef analitlerin farklı göç mesafelerine kadar sürüklenmesi sağlanır.

Son dönemde sistemsel gelişmeler numunenin plakaya dikkatli şekilde yüklenmesini kolaylaştırmış böylelikle daha dar aralıklı pikler elde edilebilir olmuştur. Bu teknik, delillere ait analizi plaka üzerinde uzun süre saklayabilmekte ve böylece daha sonraki bir zamanda yeniden spektral inceleme kolaylığı ve fotoğraflı kanıt sunmaktadır. Özellikle ele geçen yasa dışı madde analiz laboratuvarlarında oldukça faydalıdır (Turkmen vd., 2008). Ayrıca bu teknikte örnek yükleme, plaka geliştirme ve detektör olmak üzere 3 farklı bölümün birbirinden bağımsız olması, kümülatif hataların en aza indirilmesini sağlamaktadır.

Bu teknik; yasa dışı maddeler, bitkisel karışımlar, sahte ilaçlar ve gıda analizleri, mürekkep karşılaştırma analizleri ve postmortem doku analizleri için oldukça elverişli uygulamalar sunmaktadır (Turkmen vd., 2013; Turkmen & Kurada, 2020). Aynı zamanda, İTK plakalardan daha etkili film kalınlığına sahip plakaların olması, 10 **m**L hacme sahip enjektörü ile minimum örnek tatbik edebilmesi ve mükemmel otomasyona sahip olması, tekniğin validasyon ve optimizasyon işlemlerinde öne çıkmasını sağlamaktadır (Turkmen & Kurada, 2020; Morlock, 2011). Diğer kromatografik sistemlerden farklı olarak maksimum 25 örneğe kadar aynı anda analiz etme imkanı sunmaktadır.

Birleştirilmiş Teknikler

Kromatografik teknikler, saf olmayan nitelikteki bileşenlerin ayrışması için yararlı bir teknik olsa da yalnızca alıkonma süresine (Rf) bakılarak bileşenlerin karakterizasyonu yapılamaz. Dolayısıyla kromatografik teknikler, genelde kimyasal yapıyı aydınlatmada diğer tekniklerle eşleştirilmektedir. Şu ana kadar GC, HPLC ve HPTLC gibi kromatografik tekniklerin genellikle bir kütle spektrometresi (MS), FTIR ve NMR gibi spektrofotmetrik tekniklerle eşleştirildiğini görmekteyiz.

Kütle spektometresi ile GC'nin birleştirilmesi sonucu Gaz Kromatografisi-Kütle spektrofotometresi (GC-MS) tekniği meydana gelmiş ve böylece literatürde "altın anahtar" ismiyle nitelendirilmesine sebebiyet vermiştir. Bunun nedeni olarak, sisteminde yer alan bileşikler ile ilgili kütle spektrum kütüphanesinin olması, referans standart maddenin varlığı ile alıkonma sürelerin eşleşme göstermesi, dedektörde saptanan hedef ve yavru iyonların benzeşme yüzdesi olarak gösterilmiştir. Dolayısıyla bu teknik, her üç parametrenin işlenmesi ile molekülün tanımlanmasında oldukça etkili olmaktadır.

Benzer şekilde, LC-MS'te de kolon içinde ayrım ile bileşikler direkt olarak kütle spektrometresi aracılığıyla yapısal bir tahlile uğramaktadır. Ayrıca, HPTLC de FTIR veya MS detektörleri ile eşleştirilebilmektedir. Bu tür birleştirilmiş tekniklerin önemli bir yönü, ikisini birbirine bağlayan bağlantıdır. Örnek hazırlama işlemi gerektiren durumlarda, söz konusu her iki teknikte de farklı örnek formları kullanabileceği mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır (Bogusz vd., 1999; Cimpoiu, 2011). Diğer taraftan, Tandem kütle spektrometrisi (LC-MS-MS) ile eşlenmiş Sıvı Kromatografisi, üç adet dört kutuplu kütle analizi bölmesi aracılığıyla ayırma gücünü oldukça hassas ve seçici kütle analizi yeteneği ile birleştiren güçlü bir analitik teknik olarak popülaritesini korumaktadır (Casetta & Garofolo, 1994).

Mikroskobik Teknikler

Mikroskobik teknikler, adli fiziki örneklerin "tahmini" ve "doğrulama" analizlerinde en yaygın kullanılan teknikler arasındadır. Spektroskopik ve kromatografik teknikler, elde edilen bir delilin doğru kimyasal ve yapısal bilgisine erişmede oldukça yetenekli olsa da delilin gerçek bir görselleştirmesini sağlayamazlar. Mikroskobik teknikler bu sınırlamanın üstesinden gelir ve mahkemeye kolayca sonuca gidebilecek bilgi sağlayabilirler. Bu amaçla bu bölümde; elektron, optik ve prob gibi farklı mikroskop teknikleri tartışılmaktadır.

Optik Mikroskoplar

Optik mikroskoplar, muhtemelen adli delillerin görselleştirilmesi için en sık kullanılan çok yönlü ve her yerde bulunan araçlar arasındadır. Foton üreten bir ışık kaynağıyla örneği vurarak görselleştirme sağlamaktadır. Söz konusu bu fotonlar numune ile etkileşir ve yansıyan veya saçılan ışığın bir dizi mercek tarafından toplanması sağlanır. Temel olarak iki tür optik mikroskop vardır: basit ve bileşik mikroskop. Basit mikroskop tek bir mercekten oluşurken, bileşik mikroskop bir dizi objektif ve yoğunlaştırıcı mercekten oluşur. Adli bir laboratuvarda kullanılan çoğu mikroskop, bileşik mikroskoptur.

Bileşik mikroskoplar; ışık kaynağından, ışık kaynağından elde edilen ışığın numune üzerine odaklanmasından sorumlu bir yoğunlaştırıcıdan ve numuneden gelen ışığı odaklayan bir objektif mercekten oluşmaktadır. Tipik olarak; faz kontrastı, parlak alan, floresan, polarize ve stereomikroskoplar, çeşitli kanıtların analizi için en yaygın kullanılan mikroskoplar arasındadır.

Herhangi bir biyolojik numune, patlayıcı ve mühimmat mikroskoplar kullanılarak yaygın olarak analiz edilirken, lif, cam, boya gibi numuneler ve hatta şüpheli belgelerin de optik mikroskoplar ile kolayca analiz edilebildiği görülmektedir (Haynes, 1984).

Boya parçaları, vur-kaç ve hırsızlık amaçlı olay yeri incelemelerinde sıklıkla toplanan fiziksel delillerdendir. Bu tür numunelerin optik mikroskobik analizleri, boya katmanlarının yapısını, renklerini ve dokularını anlamada oldukça yardımcı olur. Optik mikroskopi kullanılarak boya türlerinin analizine ilişkin çeşitli numune hazırlama tekniklerini içeren sayısız çalışma öne çıkmaktadır (Lee vd., 2021; Schoff & Associates, 2006).

Diğer taraftan kadavradan beslenip yumurtladıkları için adli öneme sahip Diptera takımına ait birçok sinek bulunmaktadır. Bu tür sineklerin gelişim evrelerinin (iki deri dökme zamanı arasında geçen süre) mikroskobik analizi, ölüm zamanı hakkında fikir verebilmektedir. Optik mikroskopi yoluyla sineğin gelişim evrelerinin analizinde yer alan numune hazırlama ve prosedürleri de literatürlerde bulunmaktadır (Ubero-Pascal vd., 2010).

Elektron Mikroskopları

Elektron mikroskopları, Taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscopy - SEM) ve geçirimli elektron mikroskobu (Transmission Electron Microscopy - TEM) olarak ikiye ayrılır. Bir örneğin elektron mikroskobunda analiz edilebilmesi için örneğin katı olması, boyutunun uygun olması ve elektrik iletkenliğin sahip olması gerekmektedir. Bunlar, bir bileşiği son derece yüksek çözünürlük ve büyütme ile görselleştirebilen en gelişmiş mikroskoplar arasındadır. SEM, örneğin doku parçası gibi yüzeyinden yansıyan elektronların toplanması ve böylece bir malzemenin yüzey morfolojisini analiz etmek için kullanılırken, TEM ise doku parçasının içinden geçirilen elektronların toplanmasını ve böylelikle iç morfolojisini görselleştirmek için kullanılmaktadır. SEM, ışımanın çarpmasıyla üretilen ve geri saçılan birincil elektronlar ile ikincil elektronları eş zamanlı olarak analiz ederek yüzey morfolojisini görselleştirme yeteneğine sahip bir mikroskoptur. Geri saçılan elektronlar ile ikincil elektronlar, gelen elektronların numuneye çarpmasının bir sonucu olarak üretilir.

TEM'de, birincil elektron ışını ultra ince bir numuneden geçecek şekilde yapılır ve sadece iletilen elektronlar belirlenir. Malzemenin içinde bulunan engellere bağlı olarak, elektronların bazıları saçılır ve bu alanlar görüntüde daha koyu görünür.

Bu nedenle SEM, birincil gelen elektronların yüzey ile kolayca etkileşime girebilmesi için doğası gereği iletken olan numunelerle çalışmayı gerektirir. Dolayısıyla analizden önce numuneler altın gibi bir metal ile kaplanır. TEM'de ise elektronların kolayca geçebilmesi için numunelerin ultra ince olması yeterlidir. Adli bilimde SEM, elde edilen kanıtların doğası gereği TEM'den daha fazla kullanım alanı bulmuştur. Saç, polen, diş, deri veya kemik hücreleri gibi biyolojik kanıtlar bu tekniklerle kolaylıkla görüntülenebilir (Kurouski & Van Duyne, 2015; White & Owens, 1987; Bro ek-Mucha, 2017).

Bir olay yerinde hemen hemen tüm nesnelerde, özellikle de açık alanda bir suç işlenmiş ise toprak örnekleri mevcuttur. Toprak örneklerinin morfolojik analizi, doku ve morfolojilerinin toprağın ait olduğu yer hakkında fikir vermesi nedeniyle önem kazanmaktadır. Toprak parçacıklarının SEM ile analizinde detaylı numune alma, transfer ve analize hazır etme gibi aşamalar içeren çalışmaları kapsamaktadır.

Toprak kadar saç örneklerine de genellikle suç mahallinde rastlanır. Saç örneğinin yüzey şekilleri ve renkleri farklı ırklara ve etnik gruplara göre değişiklik gösterdiğinden morfolojik analizleri adli soruşturmalarda önemli bir yer tutmaktadır. Literatürde, bir suç mahallinden alınan saç örneğinin SEM ile analizine ilişkin detaylara yer veren pek çok çalışmaya rastlanmaktadır (Kurouski & Van Duyne, 2015).

Ateşli silah olaylarının meydana geldiği durumlarda ateşli silah atış artığının olay yerinde veya failin ve/veya maktulün elinde belirlenmesi suçun aydınlatılmasında oldukça önem taşımaktadır. TEM analizi ile failin ellerinden, kıyafetlerinden ve yakın çevresinden ateşli silah atış artıklarına ait delillerin incelendiği, gerekli numunelerin nasıl toplanacağı, transfer edileceği ve analize nasıl hazır hale getirileceğine ilişkin pek çok çalışma mevcuttur (White & Owens, 1987; Bro ek-Mucha, 2017).

Diğer taraftan bitkisel, hayvansal veya ağır metal zehirlenmelerine ilişkin olgularda vücudun farklı bölgelerindeki dokuların morfolojik değişime uğraması sonucu bu olgularda da TEM analizinden yararlanılmaktadır (Mazzotti vd., 2019).

Atomik Kuvvet Mikroskobu

Atomik kuvvet mikroskobu (AFM), numune yüzeyinin üç boyutlu (3D) görüntülerini üretmek için kullanılan yüksek çözünürlüklü bir tür taramalı prob mikroskobudur. Ulaşılmış çözünürlük birkaç nanometre ölçeğindedir ve optik tekniklerden en az 1000 kat fazladır. Bu teknikte, yüzeyin 3D morfolojisini elde etmek için bir prob numunenin yüzeyi boyunca dikkatlice hareket etmektedir. Bu mikroskobun çalışması, yolda bastonuyla yürüyen kör bir adamın çalışmasına benzer. Genellikle maniveladaki bükülme, manivelanın bir ucundan detektöre (bir dizi fotodiyot) yansıtılan bir lazer ışını sayesinde ölçülür. AFM'de temel olarak üç tür çalışma modu vardır: temas modu, temassız mod ve dokunma modu.

Temas modunda uç veya prob numune yüzeyi ile sürekli temas halindedir ve ucun numune yüzeyinde algıladığı kuvvetlere dayanarak 3 boyutlu bir morfoloji elde edilir. Temassız modda, uç numunenin yüzeyi ile temas halinde değildir ve tekrar numune yüzeyindeki minimum kuvvet sapma eşiği dikkate alınarak hareket eder. Vurma modunda, uç numune yüzeyinden sürekli olarak ileri geri salınırken "raster tarama" gerçekleşir.

Analiz edilecek numunenin tipine bağlı olarak farklı çalışma modları seçilebilir. Ancak adli bilimlerde bu mikroskobun kullanımı halen yaygın değildir ve araştırma aşamasındadır. Bununla birlikte, numunenin 3 boyutlu yüzey analizini sunduğu için bu oldukça umut verici bir tekniktir (Pandey vd., 2017).

Ateşli mermi kovanları da, ateşli silah olayları olan suç mahallerinden sıklıkla elde edilen fiziksel delillerdir. Bu tür kovanların mikroskobik analizi, kullanılan ateşli silahın türü ve üreticisi hakkında bir fikir verebilmektedir. Bu nedenle, AFM analizi ile ateşlenen kovanlarının yüzey morfolojilerini anlamak için gerekli numunelerin nasıl toplanacağı, transfer edileceği ve analize nasıl hazır hale getirileceğine ilişkin bir dizi çalışma mevcuttur (Mou vd., 2008).

Diğer bir kullanım alanı ise suda boğulma olgularına "diatom" incelemeleri ile ışık tutuyor olmasıdır. Bu organizmaların yüzeylerinin morfolojisini anlamak için AFM analizinden yararlanılmaktadır (Rohn & Frade, 2006).

Enerji Dağılımlı X-Işını Bağlantılı Mikroskopi

Enerji dağılımlı X-ışını (EDX), bir malzemedeki elemental analiz için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Bu teknikte numune; geri saçılan, burgu ve diğer ikincil elektronların üretildiği bir elektron ışını ile ışınlanır. Bu elektronlar, numunede bulunan elementlerin tipik özelliğini yansıtır ve böylece nicel ve nitel temel bilgiler kolayca elde edilebilir.

EDX genellikle elektron mikroskopları ile birleştirilir, burada mikroskobun elektron tabancası da EDX için kaynak görevi görmektedir. EDX dedektörü, saçılan elektronları verimli bir şekilde yakalamak için genellikle numuneye yakın tutulur. Tipik olarak, bir EDX detektörü, bir silisyum-lityum detektörü veya bir silikon sürüklenme detektöründen oluşur.

Tıpkı elektron mikroskobunda olduğu gibi, elektron demetinin hızlanan voltajı ve numunenin kalınlığı, temel bilgilerin belirlenmesinde oldukça önemli rol oynamaktadır. Adli bilimlerde EDX, örnekleri analiz etmek için büyük ölçüde SEM ile eşleştirilmiştir. Biyolojik numuneler, patlayıcılar ve zehirler gibi tipik olay yeri bulguları bu teknikle rutin olarak analiz edilebilmektedir. Bunun dışında boya, cam ve barut kalıntıları da bu tekniğin öne çıktığı analiz çeşitlerindendir (Hodoroaba, 2020).

Yenilikçi Analitik Teknikler

Spektroskopik, mikroskobik ve kromatografik teknikler, dünya çapında adli laboratuvarlarda rutin olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Bilinen bu tekniklere ilaveten; X-ışını kırınımı, nanoteknoloji ve çipli üstünde laboratuvar sistemleri gibi adli bilimlerde yeni yeni kullanılabilirliğinin görüldüğü yenilikçi teknikler de mevcuttur. Yazının son bölümünde bu tekniklerden bahsedilmektedir.

X-Işını Kırınımı

X-ışını kırınımı (XRD), materyalin kristalliğini incelemek için tercih edilen tekniktir. X-ışını kırınımında X-ışınları, materyali oluşturan düzenli atomlara çarptığında esnek ve esnek olmayan biçimde iki farklı çeşitte saçılma oluşturur. Elastik saçılmada saçılan ışınlar gelen elektronla aynı enerjiye sahipken esnek olmayan saçılmada saçılan ışınların enerjisi gelen ışınların enerjisine eşit değildir. Bu sebeple, örneğin kristal yapısına göre yapıcı ya da yıkıcı girişim (interferens) görülür. Yapıcı interferens, radyasyon ve kristal düzlemler arasındaki açıyı, radyasyonun dalga boyunu ve kristal yüzeyler arasındaki uzaklığı dikkate alan Bragg yasasını temel alır.

Bragg denklemi kullanılarak örneğin kristal özelliği esasında veri sağlanabilir. Standart olarak ilgili teknikte analiz işlemi, gelen ışın ve kristal düzlemler arasındaki açıyı sabitleyerek veya değiştirerek gerçekleştirir. Bakır, molibden veya demir gibi metaller; vakum koşulları altında yüksek voltajlı bir elektron ışınına maruz bırakılarak X-ışını kaynaklarını oluşturmak için yoğun bir biçimde kullanılır.

Örnekler toz veya kristal bir biçimde incelenebilir. İncelenecek numunenin niteliğine göre X-ışınımı tekniğinin çeşidi de belirlenebilir. Bu teknikte detektör olarak genellikle sintilasyon, katı hal veya yük bağlantılı cihazlar kullanılır. X-ışını kırınımı; ilaçların, minerallerin ve diğer metallerin kristal yapısını inceleyebilmek amacıyla yaygın olarak tercih edilmektedir. Adli bilimlerde de boyaları, pigmentleri, kemikleri ve hatta lifleri analiz etmek için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Bishnoi vd., 2017; Brügemann & Gerndt, 2004).

Nanoteknoloji

"Nanobiyoteknoloji" tabiri, yaşam bilimleri analizinde nanoteknolojinin uygulanması anlamına gelmektedir. Nanoteknoloji; nanomalzemelerin bilimidir, yani nanometre boyutundaki materyalleri kullanır. Küçük boyutları nedeniyle, yüzey alanlarında önemli bir artışa katkıda bulunan artan reaktivite ile birlikte gelişmiş optik, manyetik ve elektriksel özelliklere sahiptirler. Sayılan özellikleri sebebiyle nanomalzemeler, kendine türlü uygulamalarda sayısız kullanım alanı yaratmıştır. Nanopartiküller, nanotüpler, nanokabuklar ve nanolifler gibi nanomalzemeler çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır.

Bununla birlikte; bu tür nanomalzemelere sıklıkla işlevsellik kazandırılır yani bu nanomalzemelerin yüzeyleri genellikle bir konuk molekül veya bir fonksiyonel grup dahil edilerek değiştirilmektedir. İşlevsellik kazandırma sebebi ile nanomalzemelerin içsel özellikleri daha fazla ilerletilir. Nanomalzemelerin sentezlenmesinde aşağıdan yukarıya ya da yukarıdan aşağıya olarak iki yöntem kullanılır. Aşağıdan yukarıya yaklaşımda öncü tuz çözeltisi alınır ve bir katalizör ya da indirgeyici ajan ile nanomalzemeler oluşturulur. Yukarıdan aşağıya yaklaşımda, dökme malzeme çeşitli mekanik ve kimyasal yöntemlerle nanomalzemelere öğütülür. Böylece nanomalzemelerin karakterizasyonu spektroskopik, elektron ve prob mikroskobik teknikler gibi farklı metotlarla yapılabilir.

Elektron mikroskopları, temel bilgileri elde etmek için genellikle EDX ile eşleştirilir. Adli bilimde nanomalzemeler; patlayıcıların, ateşli silah atış artıklarının ve diğer toksinlerin ve pestisitlerin tespitine imkan veren sensörlerin geliştirilmesi için yaygın bir biçimde kullanılmaktadır.

Nano boyutları sebebi ile parmak izinin kenarlarına kolayca bağlanabildikleri için gizli parmak izlerinin tespitinde de kullanılmıştır. Bu sayede artan kontrast ile parmak izleri için gelişmiş seçicilik gösterir ve hassasiyetin algılanmasına izin verir (Pandey vd., 2017; Rawtani vd., 2018; Tharmavaram vd., 2017).

Çip Üzerinde Laboratuvar Sistemleri

Çip üzerinde laboratuvar sistemleri, adli örneklerin analizi için oluşturulmuş en gelişmiş cihazlar arasındadır. Bu cihazlar minyatür laboratuvarlardır ve mikro akışkan teknolojisi ile geliştirilmiştir. Bunlar temel olarak akışkan, elektronik ve optiğin bir karışımı şeklindedir. Aslında bütün bir laboratuvara ihtiyaç duyan bağımsız reaksiyonlar, bu cihazlar sayesinde gerçekleştirebilir. Bu nedenle, istenen örnek miktarı çok küçüktür (mikrolitreden nanolitreye kadar) ve tepkime çok hızlıdır. Böylece yerinde tespit kitleri basit bir şekilde geliştirilebilmektedir.

Çip üzerinde laboratuvar cihazı tipik olarak bir enjektör ya da numune tutucuyu içerir ve herhangi bir biyolojik örneğin (örn. leke) santrifüjlenmesi veya filtrasyonu yoluyla çıkarılacağı bir numune işleme bölümüne bağlanır. Bunu, reaktifleri karıştırmak için ana bileşen olarak görev yapan bir reaktif karıştırıcı takip eder. Bu işlemler sonrası, tepkimeleri incelemek ve nihai ürün oluşumunu izlemek için sensörlerin bağlı olduğu reaksiyon bölümüne gönderilir. Sistemde kimyasal sinyalleri elektrik sinyallerine çeviren ve bu sinyalleri kaydedip bir çıktıya dönüştüren bir bölüm de mevcuttur.

Çip üzerinde laboratuvar sistemlerine ait cihazlar düşük numune miktarı ve yüksek özgüllükle kritik delillerin bulunduğu yerden tespit edilmesine imkan sağladığından adli yönden oldukça kullanışlıdır. Çip üzerinde laboratuvar cihazları, belirli alanlar için hala araştırma aşamasında olmasına rağmen pratikte sahada kullanımı için muazzam bir potansiyele sahiptir. Bu cihazlar; DNA analizlerinde, yasa dışı maddelerin ve patlayıcı kalıntıların analizlerinde kullanılabilmekle beraber kırmızı renkte bir sıvının kan olup olmadığını tespit edebilme imkanı da sağlamaktadır.

Çip üzerinde laboratuvar cihazlarının, olay yeri incelemede çapraz kontaminasyon riskinin azaltılması, soğuk zincirin iyileştirilmesi, analizin daha kısa sürede yapılabilmesi ile olay yerlerinde doğrudan analiz gereksinimlerini sağlamaktadır. Bu sayede ceza soruşturmalarının daha kısa sürede tamamlanabileceği de düşünülmektedir (Bruijins vd., 2020).

Ayrıca çip üzerinde laboratuvar sistemlerindeki son trendler, nano-ölçekli analizleri de kapsaması için fonksiyonel kısımların nanometre düzeyine indirgendiği gözlemlenmektedir. Bunun yanı sıra nanotüpler, nanogözenekler ve nanoakışkanlar gibi nanoteknolojik araçların; yeni nesil çip üzerinde laboratuvar sistemlerine entegrasyonu sağladığı saptanmaktadır. Çip üzerinde laboratuvar sistemleri ile nanoteknoloji (nanoçip) arasındaki etkileşim; olağanüstü duyarlılığı ve performansı olan biyoanalitik cihazların üretilmesine yol açarak, nanobiyoteknoloji alanında olağanüstü yetenekler ortaya çıkmasını sağlamıştır. İki alanın birlikte kullanılması ile özellikle yeni ilaç geliştirme ve genetik gibi alanlarda, tek moleküle yapılan teşhis alanında (Craighead, 2010) gelişmeleri yönlendirerek "nano-diyagnostik" ortaya çıkmasına yol açmıştır (Lim, 2010).

Sonuç

Adli delillerin çeşitli kimyasal tekniklerle analizinde, yukarıda bahsedilen, örnek toplama, taşıma ve saklama, örnek ön işleme ve örnek analizi gibi aşamaların optimum titizlikle yapılması, herhangi bir ceza soruşturmasının can alıcı noktasını oluşturabileceğinden son derece önemlidir.

Yıllar içinde, adli bilimlerde maddi delil olarak başı çeken yasa dışı madde, patlayıcılar; ateşli silah atış artığı; kan, meni, tükürük, DNA, polen ve diatomlar gibi biyolojik deliller; ve boyalar, pigmentler, kumaşlar ve şüpheli belgeler gibi maddi delillerin çeşitli analitik tekniklerin ilerlemesi sonucunda daha duyarlı limitleri olan analiz kabiliyetlerine kavuştuğu görülmüştür.

Yasa dışı madde analizleriyle, mahkeme dışında insan hayatını doğrudan ilgilendiren alanlarda örneğin havaalanlarında güvenlik önlemleri çerçevesinde veya işe alım sırasında da karşılaşılmaktadır.

Bu kısımda, çeşitlilik gösteren adli örneklerin analizinde kullanılan farklı analitik teknikler kısaca tartışılmıştır. UV-görünür, IR, Raman, NMR ve AAS ve AES gibi spektroskopik teknikler, delillerin ön ve doğrulayıcı analizi için HPLC, GC, İTK, HPTLC gibi kromatografik tekniklerle birlikte kullanılmıştır. Moleküler yapıya ilişkin bilgi elde etmek için bu tekniklerin en revaçta olan bir kütle spektrometresi ile eşleştirildiği görülmektedir.

Diğer taraftan fiziki delillerde örneğin doğru bir şekilde görselleştirilmesini sağlayan optik ve elektron mikroskopu gibi ileri tekniklerin de pek çok spektroskopik veya kromatografik yolla alınan verileri desteklediği görülmektedir. Konvansiyonel tekniklerin yanında nanoteknoloji ve çip üzerinde laboratuvar sistemlerinin uygulanması ile meydana gelen yeni analitik tekniklerin adli soruşturmalardaki başarısı, önemli bir potansiyeli göstermektedir. Ayrıca saha uygulamalarının ilerletilmesinde de değerli olabileceği düşünülmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Houck, M. M., & Siegel, J. A., 2010. Fundamentals of Forensic Science, second ed. Academic Press, Burlington, MA.

Gaensslen, R. E., Kubic, T. A., Desio, P. J., & Lee, H. C. (1985). Instrumentation and Analytical Methodology in Forensic Science. ACS Publications, Seattle [Crossref]

Turoňová, D., Krčmová, L. K., & Švec, F. (2021). Application of microextraction in pipette tips in clinical and forensic toxicology. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 143, 116404, https://doi.org/10.1016/j.trac.2021.116404

Erickson, E. (2013). *Criminalistics laboratory manual: The basics of forensic investigation*. Routledge [Crossref]

Mistek, E., Fikiet, M. A., Khandasammy, S. R., & Lednev, I. K. (2019). Toward Locard's exchange principle: Recent developments in forensic trace evidence analysis. *Analytical Chemistry*, *91*(1), 637-654 [Crossref]

Paixão, T. R., Coltro, W. K., & Salles, M. O. (Eds.). (2019). *Forensic analytical methods*. Royal Society of Chemistry, ISBN 978-1-78801-459-5.

Hussain, C. M., Rawtani, D., Pandey, G., & Tharmavaram, M. (2020). *Handbook of Analytical Techniques for Forensic Samples: Current and Emerging Developments*. Elsevier, ISBN 978-0-12-822300-0.

Mesmer, M. Z., & Satzger, R. D. (1998). Determination of gamma-hydroxybutyrate (GHB) and gamma-butyrolactone (GBL) by HPLC/UV-VIS spectrophotometry and HPLC/thermospray mass spectrometry. *Journal of Forensic Science*, *43*(3), 489-492, https://doi.org/10.1520/JFS16174J

Kaur, S., Saini, V., & Dalal, R. (2020). UV-Visible spectroscopic effect on Haemoglobin & DNA degradation: A forensic approach. *Forensic Science International*, *307*, 110078 [Crossref]

Sharma, V., Kumar, R., & Kaur, P. (2019). Forensic examination of textile fibers using UV-Vis spectroscopy combined with multivariate analysis. *Journal of Applied Spectroscopy 86, 96–100* [Crossref]

Thanasoulias, N. C., Piliouris, E. T., Kotti, M. S. E., & Evmiridis, N. P. (2002). Application of multivariate chemometrics in forensic soil discrimination based on the UV-Vis spectrum of the acid fraction of humus. *Forensic Science International*, *130* (2-3), 73-82 [Crossref]

Siegel, J. A. (1996). Application of Fluorescence Spectroscopy to Forensic Science. *Forensic Science Review*, 8(1):1-11.

Yuvaraj, M., Udayakumar, K., Jayanth, V., Prakasa Rao, A., Bharanidharan, G., Koteeswaran, D., Munusamy, B.D., Murali Krishna, C. & Ganesan, S. (2014). Fluorescence spectroscopic characterization of salivarymetabolites of oral cancer patients. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology.* 130, 153–160 [Crossref]

Spence, L. & Asmussen, G. (2003). Spectral enhancement of leucocrystal violet treated footwear impression evidence in blood. *Forensic Science International* 132, 117–124 [Crossref]

Akiba, N., Saitoh, N. & Kuroki, K. (2007). Fluorescence spectra and images of latent fingerprints excited with a tunable laser in the ultraviolet region. *Journal of Forensic Science.* 52, 1103–1106 [Crossref]

Vogt, C., Vogt, J., Becker, A. & Rohde, E. (1997). Separation, comparison and identification of fountain pen inks by capillary electrophoresis with UV-visible and fluorescence detection and

by proton-induced X-ray emission. *Journal of Chromatography A*, 781, 391-405 [Crossref]

Lloyd, B. F. (1980). Examination of petroleum products of high relative molecular mass for forensic purposes by synchronous fluorescence spectroscopy. *Analyst* 105, 97–109 [Crossref]

Asirdizer, M., Hekimoglu, Y., & Gumus, O. (2019). Usage of Infrared-Based Technologies in Forensic Sciences in Forensic Analysis-From Death to Justice (Eds) Shetty B. S. & Padubidri J. R. [Crossref]

Ewing, A. V., & Kazarian, S. G. (2017). Infrared spectroscopy and spectroscopic imaging in forensic science. *Analyst*, *142*(2), 257-272 [Crossref]

Chalmers, J. M., Edwards, H. G., & Hargreaves, M. D. (Eds.). (2012). *Infrared and Raman spectroscopy in forensic science*. John Wiley & Sons [Crossref]

Muro, C. K., Doty, K. C., Bueno, J., Halamkova, L., & Lednev, I. K. (2015). Vibrational spectroscopy: recent developments to revolutionize forensic science. *Analytical chemistry*, *87*(1), 306-327 [Crossref]

Fikiet, M.A., Khandasammy, S.R., Mistek, E., Ahmed, Y., Hala´mkova´, L., Bueno, J. & Lednev, I.K. (2018). Surface enhanced Raman spectroscopy: a review of recent applications in forensic science. *Spectrochimica Acta A Molecular Biomolecular Spectroscopy*, 197, 255–260 [Crossref]

John, N. & George, S. (2017). Raman Spectroscopy in Thomas, S., Thomas, R., Zachariah, A. K., & Kumar, R. (Eds.) Spectroscopic Methods for Nanomaterials Characterization, Chapter 5, pp.96-125, Elsevier [Crossref]

Das, R. S., & Agrawal, Y. K. (2011). Raman spectroscopy: recent advancements, techniques and applications. *Vibrational Spectroscopy,* 57(2), 163-176 [Crossref]

Kuptsov, A. H. (1994). Applications of Fourier transform Raman spectroscopy in forensic science. *Journal of Forensic Science*, 39(2), 305-318 [Crossref]

Braz, A., Lo´pez-Lo´pez, M. & Garcia-Ruiz, C. (2013). Raman spectroscopy for forensic analysis of inks in questioned documents. *Forensic Science International,* 232, 206–212 [Crossref]

Pieters, L.A.C. & Vlietinck, A.J. (1989). Applications of quantitative ^{1}H- and ^{13}C-NMR spectroscopy in drug analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis,* 7 (12), 1405–1417 [Crossref]

Zapata, F., Ferna´ndez de la Ossa, M.A. & Garcı´a-Ruiz, C. (2015). Emerging spectrometric techniques for the forensic analysis of body fluids. *TrAC Trends Analytical Chemistry* 64, 53–63 [Crossref]

Wilson, I.D. & Nicholson, J.K. (1988). Solid phase extraction chromatography and NMR spectroscopy (SPEC-NMR) for the rapid identification of drug metabolites in urine. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 6, 151–165 [Crossref]

Silvestre, V., Mboula, V.M., Jouitteau, C., Akoka, S., Robins, R.J. & Remaud, G.S. (2009). Isotopic ^{13}CNMRspectrometry to assess counterfeiting of active pharmaceutical ingredients: site-specific ^{13}C content of aspirin and paracetamol. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 50, 336–341 [Crossref]

Liu, J., Decatur, J., Proni, G. & Champeil, E. (2010). Identification and quantitation of 3,4-methylenedioxy-N-methylamphetamine (MDMA, ecstasy) in human urine by ^{1}H NMR spectroscopy. Application to five cases of intoxication. *Forensic Science International* 194, 103–107 [Crossref]

Lee, J.H., Park, H.N., Kim, N.S., Park, S., Bogonda, G., Oh, K. & Kang, H., (2019). Application of screening methods for weight-loss compounds and identification of new impurities in counterfeit drugs. *Forensic Science International,* 303, 109932 [Crossref]

Miri, A., Foucat, L., Renou, J.P., Rodet, L., Talmant, A., Monin, G., Kozak-Reiss, G.,Gascard, J.P., B_erenger, G., 1991. Use of perfused isolated muscle, as studied by ^{31}P NMR, to investigate metabolism and post-mortem changes. *Meat Science*, 30, 327–336 [Crossref]

Hoffmann, E.D., Stroobant, V., 2007. Mass Spectrometry: Principles and Applications, pp. 98, third ed. John Wiley, Chichester, West Sussex, England; Hoboken, NJ,

Bogusz, M. J., Kruger, K. D. & Maier, R. D., 2000. Analysis of underivatized amphetamines and related phenethylamines with high-performance liquid chromatographyatmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Analytical Toxicology*, 24, 77–84 [Crossref]

Dresen, S., Kneisel, S., Weinmann, W., Zimmermann, R. & Auwaerter, V. (2011) Development and validation of a liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for the quantitation of synthetic cannabinoids of the aminoalkylindole type and methanandamide in serum and its application to forensic samples. *Journal of Mass Spectrometry*. 46, 163–171 [Crossref]

Leuthold, L. A., Mandscheff, J. F., Fathi, M., Giroud, C., Augsburger, M., Varesio, E. & Hopfgartner, G. (2006). Desorption electrospray ionization mass spectrometry: direct toxicological screening and analysis of illicit Ecstasy tablets. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 20, 103–110 [Crossref]

Jones, R. W., Cody, R. B. & McClelland, J. F. (2006). Differentiating writing inks using direct analysis in real time mass spectrometry. *Journal of Forensic Sciences,* 51, 915–918 [Crossref]

Gapeev, A., Sigman, M. & Yinon, J. (2003). Liquid chromatography/mass spectrometric analysis of explosives: RDX adduct ions. *Rapid Communication in Mass Spectrometry,* 17, 943–948 [Crossref]

Cantle, J. E. (1982). Practical techniques, In: Cantle, J. E. (Ed.) Atomic Absorption Spectrometry. pp. 37-66.

Moore, G.L., 1989a. Principles and history of atomic emission spectroscopy. In: Introduction to Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. Elsevier, pp. 1–17 [Crossref]

de Oliveira, B.H. (2014). High pressure liquid chromatography analysis of plant alkaloids. In: Meyers, R.A. (Ed.), Encyclopedia of Analytical Chemistry. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, pp. 1–20 [Crossref]

Montemurro, M., Pinto, L., Veras, G., de Arau´ jo Gomes, A., Culzoni, M.J., Ugulino de Arau´ jo, M.C. & Goicoechea, H.C. (2016). Highly sensitive quantitation of pesticides in fruit juice samples by modeling four-way data gathered with high-performance liquid chromatography with fluorescence excitation-emission detection. Talanta 154, 208–218 [Crossref]

Dong, M.W. (2005). HPLC instrumentation in pharmaceutical analysis: status, advances, and trends. In: Ahuja, S., Dong, M.W. (Eds.), Separation Science and Technology, Handbook of Pharmaceutical Analysis by HPLC. Academic Press, pp. 47–75 [Crossref]

Swinley, J. & Coning, P. (2019). Gas analysis laboratory, In: A Practical Guide to Gas Analysis by Gas Chromatography, pp. 45-75.

Turkmen, Z., Mercan, S., Tutanc, L. and Cengiz, S., 2008. Simultaneous high performance thin layer chromatographic determination of heroine, morphine, cocaine and MDMA. In *American Academy of Forensic Sciences, 2008 Annual Meeting, Washington DC, USA*, https://www.aafs.org/research/simultaneous-high-per-

formance-thin-layer-chromatographic-determination-heroine-morphine (Son erişim tarihi: 1 Mayıs 2024)

Turkmen, Z., Mercan, S. & Cengiz, S. (2013). An HPTLC method for the determination of oleandrin in Nerium plant extracts and its application to forensic toxicology. *JPC-Journal of Planar Chromatography-Modern TLC*, *26*(3), 279-283 [Crossref]

Turkmen, Z., Kurada, O. (2020). Rapid HPTLC determination of patulin in fruit-based baby food in Turkey. *JPC–Journal of Planar Chromatography–Modern TLC*, *33*(3), 209-217 [Crossref]

Morlock, G. (2011) "ManMohan Srivastava (Ed.): High-performance thin-layer chromatography (HPTLC). Analytical and Bioanalytical Chemistry 401:2331–2332 [Crossref]

Bogusz, M. J., Krüger, K. D., Maier, R. D., Erkwoh, R. & Tuchtenhagen, F. (1999). Monitoring of olanzapine in serum by liquid chromatography–atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, *732*(2), 257-269 [Crossref]

Cimpoiu, C. (2011). HPTLC Hyphenated with FTIR: Principles, Instrumentation and Qualitative Analysis and Quantitation. In: Srivastava, M. (Ed.) *High-Performance Thin-Layer Chromatography (HPTLC)* (pp. 385-394). Springer, Berlin, Heidelberg [Crossref]

Casetta, B. & Garofolo, F. (1994). Characterization of explosives by liquid chromatography/mass spectrometry and liquid chromatography/tandem mass spectrometry using electrospray ionization and parent-ion scanning techniques. *Organic Mass Spectrometry*, 29(10), 517-525 [Crossref]

Haynes, R. (1984). Interference microscopy, In: Haynes, R (Ed.) Optical Microscopy of Materials, pp. 77-87. Springer, Boston, MA

Lee, H., Lee, D. & Seo, J. M. (2021). Analysis of paint traces to determine the ship responsible for a collision. *Scientific Reports*, *11*(1), 1-11 [Crossref]

Schoff, C. K. & Associates, S. (2006). Optical microscopy. *JCT Coatingstech*, *3*(2), 38-43, https://docs.paint.org/Ct-Analytical-Series/Schoff_February2006-1793.pdf (Son Erişim tarihi 1 Mayıs 2024)

Ubero-Pascal, N., Arnaldos, I., López-Esclapez, R. & García, M. D. (2010). Microscopy and forensic entomology. In: A. Méndez-Vilas & J. Díaz (Eds.) *Microscopy: Science, Technology, Applications and Education. Microscopy Book Series*, (4), 1548-1556, ISBN: 978-84-614-6191-2.

Kurouski, D. & Van Duyne, R. P. (2015). In situ detection and identification of hair dyes using surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS). *Analytical Chemistry*, *87*(5), 2901-2906 [Crossref]

White, R. S. & Owens, A. D. (1987). Automation of gunshot residue detection and analysis by scanning electron microscopy/energy dispersive X-ray analysis (SEM/EDX). *Journal of Forensic Sciences*, *32*(6), 1595-1603 [Crossref]

Brożek-Mucha, Z. (2017). Trends in analysis of gunshot residue for forensic purposes. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, *409*(25), 5803-5811 [Crossref]

Mazzotti, M. C., Fais, P., Palazzo, C., Fersini, F., Ruggeri, A., Falconi, M. & Teti, G. (2019). Determining the time of death by morphological and immunohistochemical evaluation of collagen fibers in postmortem gingival tissues. *Legal Medicine*, *39*, 1-8 [Crossref]

Pandey, G., Tharmavaram, M., Rawtani, D., Kumar, S. & Agrawal, Y. (2017). Multifarious applications of atomic force microscopy in forensic science investigations. *Forensic Science International*, *273*, 53-63, https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.01.030

Mou, Y., Lakadwar, J. & Rabalais, J. W. (2008). Evaluation of shooting distance by AFM and FTIR/ATR analysis of GSR. *Journal of Forensic Sciences*, *53*(6), 1381-1386 [Crossref]

Rohn, E. J. & Frade, P. D. (2006). The Role of DIATOMS in Medico-Legal Investigations II: A Case for the Development and Testing of New Modalities Applicable to the Diatom Test for Drowning. *Forensic Examiner*, *15*(4), 26.

Hodoroaba, V. D. (2019). Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS). In Hodoroaba, V. D., Unger, W., & Shard, A. (Eds.). *Characterization of Nanoparticles* (pp. 397-417) [Crossref]

Bishnoi, A., Kumar, S., & Joshi, N. (2017). Wide-angle X-ray diffraction (WXRD): technique for characterization of nanomaterials and polymer nanocomposites. In: *Microscopy methods in nanomaterials characterization Thomas, S., Thomas, R., Zachariah, A. K., & Kumar, R. (Eds.),* pp. 313-337 [Crossref]

Brügemann, L., & Gerndt, E. K. (2004). Detectors for X-ray diffraction and scattering: a user's overview. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, *531*(1-2), 292-301 [Crossref]

Pandey, G., Rawtani, D. & Agrawal, Y. K. (2017). Future aspects of halloysite nanotubes in forensic investigations. *Journal of Nanomedicine Research*, 6(2): 00153. DOI: 10.15406/jnmr.2017.06.00153

Rawtani, D., Khatri, N., Tyagi, S. & Pandey, G. (2018). Nanotechnology-based recent approaches for sensing and remediation of pesticides. *Journal of Environmental Management*, *206*, 749-762 [Crossref]

Tharmavaram, M., Rawtani, D., & Pandey, G. (2017). Fabrication routes for one-dimensional nanostructures via block copolymers. *Nano Convergence*, *4*(1), 1-13 [Crossref]

Bruijns, B., Tiggelaar, R., & Gardeniers, H. (2020). A microfluidic approach for biosensing DNA within forensics. *Applied Sciences*, *10*(20), 7067 [Crossref]

Craighead, H. (2006). Future lab-on-a-chip technologies for interrogating individual molecules. *Nature* 442, 387–393 (2006). [Crossref]

Lim, Y. C., Kouzani, A. Z. & Duan, W. (2010). Lab-on-a-chip: a component view. *Microsystem Technologies*, 16(12), 1995-2015 [Crossref]

BÖLÜM 8
ADLİ BALİSTİK

Hüseyin Bülent ÜNER

DOI: 10.5152/0608

Adli Balistik

Forensic Ballistics

BÖLÜM HAKKINDA

Adli balistik, ateşli silahlar, mühimmat ve atış olaylarının incelenmesi ve analiziyle ilgilenen adli bilimler branşıdır. Bu bölüm ateşli silahların sınıflandırılması, ateşli silah mermi parçalarının incelenmesi, silahların çap adlandırması, av tüfekleri, kartuşlarının ve mermi çekirdeklerinin incelenmesi, ateşli silah kalıntıları, ateşli silah kalıntılarının analiz yöntemleri ve atış mesafesi tayini konularını ele almaktadır. Ateşli silahlar, tetikleme mekanizmasına göre el tabancaları, tüfekler, av tüfekleri ve otomatik silahlar gibi çeşitli tiplere ayrılmaktadır. Adli uzmanlar, mermi, kovan ve primer gibi mermi bileşenlerini inceleyerek çap, oluk izleri ve tetikleyici izlenimler gibi özellikleri belirler, bu da silah tanımlamasına ve mermi-silah eşleştirmesine yardımcı olmaktadır. Silahların adlandırılması, mermilerin silahlarla doğru şekilde eşleştirilmesi için önemlidir. Kartuşların ve mermi çekirdeklerinin adli analizi, imalat izlerinin, mermi bileşiminin ve deformasyon desenlerinin belirlenmesini içermektedir. Ateş edilen kişi ve çevre üzerinde kalan atış artıkları, adli olayların açığa çıkmasında oldukça önemli deliller sağlar ve taramalı elektron mikroskobu ve enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi gibi tekniklerle analiz edilmektedir. Ateşli silahlardan çıkan atış kalıntılarını tespit etmek ve miktarını belirlemek için çeşitli analitik yöntemler kullanılmaktadır. Atış mesafesinin tahmini, atış kalıntılarının desenlerinin, mermi yolunun ve hedef hasarının analiz edilmesini içerir, bu da atış olaylarının doğru şekilde yeniden oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Kapsamlı bilgiler yoluyla bu kitap bölümünün ateşli silahlarla ilgili kanıtların analizi için gerekli bilgi ve teknikleri sağlayacağı öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Ateşli silahlar, adli balistik, atış artıkları, atış mesafesi tayini

ABOUT the CHAPTER

Forensic ballistics encompasses the examination and analysis of firearms, ammunition, and shooting incidents. This chapter delves into the classification of firearms, examination of firearm bullet parts, nomenclature of diameters in rifled weapons, shotguns, examination of shell cartridges and bullet cores, firearm shot residues, methods for analyzing firearm shot residues, and shooting distance determination. Firearms are categorized into various types based on their action mechanism, including handguns, rifles, shotguns, and automatic weapons. Forensic experts scrutinize bullet components such as the projectile, cartridge case, and primer to determine characteristics like caliber, rifling marks, and firing pin impressions, aiding in firearm identification and bullet-to-firearm matching. Understanding the nomenclature of rifled weapons is crucial for accurately matching bullets to firearms. Shotguns present unique challenges due to their smoothbore barrels and diverse ammunition types. Analysis involves examining shell cartridges, shot patterns, and wad residues. Additionally, forensic analysis of shell cartridges and bullet cores involves identifying manufacturing marks, bullet composition, and deformation patterns. Shot residues deposited on shooters and surroundings provide vital evidence in shooting incidents, analyzed through techniques like scanning electron microscopy and energy-dispersive X-ray spectroscopy. Various analytical methods, including gunshot residue kits and spectrometry, are employed to detect and quantify firearm shot residues. Estimating shooting distance involves analyzing gunshot residue patterns, bullet trajectory, and target damage, aiding in the reconstruction of shooting incidents accurately. Through comprehensive exploration, this chapter equips forensic investigators with the knowledge and techniques essential for analyzing firearm-related evidence.

Keywords: Firearms, forensic balistics, shot residues, shooting distance

Balistik

Adli Bilimlerin önemli konularından biri de Balistik'tir. Mermi hareketini inceleyen bilim dalı olarak kısaca adlandırılabilen Balistik, genel olarak üç ana bölümü kapsar: İç, Dış ve Terminal Balistik (Üner&Çakır, 2007).

İç Balistik (İnternal Balistik): Bir silahın tetiğinin çekildiği andan, mermi çekirdeğinin namluyu terk edine kadar geçen süre zarfında gerçekleşen olaylarla ilgilenir. Balistiğin bu bölümünde kapsül, kapsülün ateşlemesi, yanma hızı, barut, fişek yatağı, yivler, yivlerin sayısı ve dönüş dereceleri ile namlu boyutları incelenir (Özdemir, T., 2019).

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Hüseyin Bülent Üner

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: hbuner@istanbul.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Üner, H. B. (2024). Adli balistik. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli Bilimler* içinde (s. 94-107). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

Dış Balistik (Eksternal Balistik): Mermi çekirdeğinin yörüngesi, bu yörüngedeki hareketi gibi merminin namludan çıkıp hedefe varıncaya kadar geçen süre içerisinde meydana gelen olaylarla (ilgilenir. Dış balistiğin konuları arasında yer çekimi etkisi, hava direnci, mermi çekirdeğinin sapması, düşüşü ve gibi konular bulunmaktadır (Çelikel, A., 2008).

Terminal Balistik: Mermi çekirdeğinin hedefe çarpmasıyla başlayan olaylarla (delme gücü, enerjisini çarptığı cisme iletmesi gibi) ilgilidir.

Yara balistiği, terminal balistiğin, canlılarda (insan ve hayvanlarda) ateşli silahlarla meydana gelmiş olan yaralarla ilgili olan bölümüdür. Yara balistiğinin ilgi alanları arasında esas olarak mermi çekirdeğinin dokulara etki etme gücü, yaralanmanın şiddeti ve görünüşü bulunmaktadır (Di Maio, 1999; Sellier & Kneubuehl, 1994).

Ateşli silahın karıştığı bir kriminal olayın çözümünde bütün bu balistik dallarının kullanılmasıyla da **Adli Balistik** oluşur (Üner&-Çakır, 2007).

Adli mercilerce ateşli silahların karıştığı olaylarda esas öğrenilmek istenen olayın orijininin ne olduğudur. Yani daha açık bir ifadeyle; olayın kaza mı, cinayet mi, intihar mı olduğunun belirlenmesi istenilir.

Ateşli silahlarla ilgili olarak sorulan sorulara örnekler (Çakır, İ., 1997);

- Atış yapan kişinin tespiti,
- Atış yapan silahın türü,
- Atış sırası,
- Atış sayısı,
- Atış mesafesi, yönü ve açısı,
- Olaya karışan silah sayısı,
- Birden fazla yara varsa yaralardan hangisinin ölüme sebep olduğu,
- Yaranın ateşli silahla meydana gelip gelmediği,
- Giriş ve çıkış delikleri,
- Atış yapılan merminin vücut içerisinde izlediği yol,
- Olay yerinde tespit edilen mermi çekirdekleri ile kovanların hangi silaha ait olduğu,
- Şüpheli kişi silaha dokunmuş mu yoksa ateş etmiş mi
- Silahın düşme ya da çarpma vb. nedenlerle kasıtlı olarak tetiği çekilmeden, kendiliğinden atış yapıp yapmadığı,
- Silahın marka, model, kalibre ve seri numarasının tespiti şeklindedir.

Ateşli silahların karıştığı olaylarda ilgili araştırmacıları en çok meşgul eden konular atışın yönü, atış mesafesi, atışı yapan kişinin ve silahın tespitidir. Olayın intihar, cinayet ya da kaza olup olmadığı bu konuların ayrıntılı değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkartılabilir. Bu nedenle konu ile ilgili çalışan araştırmacıların ateşli silahlara dair tüm detaylara ve bunları tespit yöntemlerine çok hâkim olmaları gerekmektedir (Üner&Çakır, 2007).

Ateşli Silahların Sınıflanması

Ateşli silahlar iki ana başlık altıda toplanırlar:

1. Hafif Ateşli silahlar
2. Ağır Ateşli silahlar

Hafif ateşli silahlar bir kişi tarafından kullanılan tahrip gücü az olan silahlardır. Ağır ateşli silahlar ise, birden fazla kişi tarafından veya farklı ekipmanlar yardımıyla kullanılabilen silahlardır. Bunların tahrip gücü fazla, menzilleri de uzundur. Kriminal olaylarda genellikle hafif ateşli silahlarla karşılaşıldığı için burada bu tür silahlar incelenecektir. Bundan sonraki bölümlerde ateşli silahlar ifadesi hafif ateşli silahlar anlamında kullanılacaktır (Özdemir, T., 2019). Ateşli silahlar namlu boylarına göre iki grupta incelenebilirler (Heard, 2008). Bunlardan ilki **uzun namlulu ateşli silahlar** olup bu grup kendi içerisinde harp tüfekleri ve av tüfekleri olarak ikiye ayrılırlar. İkinci grup ateşli silahlar ise **kısa namlulu ateşli silahlar** olup, toplu, otomatik ve makineli tabancalar olarak 3 kategoride irdelenmektedir.

1. Uzun Namlulu Ateşli Silahlar

a. **Harp tüfekleri**: namluları yivlidir ve diğer ateşli silahlara göre menzilleri daha fazladır (azami menzilleri 4000m'ye ulaşabilir). Bunlar otomatik, makinalı, manivelalı gibi çeşitli tiplerde olabilirler. Bu türün tanınmış silahları arasında **M16A2 (AR-15)** (çapı 5.56 x 45 mm, namlu boyu 51 cm), **G3 A3** (çapı 7.62 x 51 mm NATO, namlu boyu 45 cm), **AK47 Kalashnikov (**çapı 7.62 x 39 mm namlu boyu 41.4 cm) tüfekleri sayılabilir. M 16 A2 (AR-15)'de 7, G3 A3 ve AK47 Kalashnikov'da 4 adet olmak üzere sağa dönümlü yiv bulunmaktadır (Şekil 1). Tesirli mesafeleri sırasıyla 800, 400 ve 300m'dir.

Şekil 1
MKEK yapımı G3 otomatik tüfeği



b **Av tüfekleri** yivsiz namluya sahiptirler (Şekil 2). Türk Standartları Enstitüsü'ne göre namlu boy en az 45.72 cm olmalıdır. İki ana başlık altında incelenebilirler:

Şekil 2
Bir av tüfeği



Bir namlulu av tüfekleri: fişek hazneli yarı otomatik, bir atışlı kırma, fişek hazneli otomatik doldurmalı, fişek hazneli pompalı doldurmalı, bir atışlı sürgülü, fişek hazneli hem pompalı doldurmalı hem yarı otomatik doldurmalı şeklindedir.

İki namlulu av tüfekleri: yan yana iki namlulu sürgülü, açık horozlu yan yana iki namlusu bulunan kırma, gizli horozlu yan yana iki namlusu bulunan kırma, üst üste iki namlulu kırma şeklindedir (Çelikel, A., 2008).

2. Kısa namlulu ateşli silahlar

a **Toplu tabancalar:** Mermiler, 5-7 mermi yatağı bulunan ve top adı verilen silindirlere yerleştirilir. Bu silindirler her atış sonrası dönerek yeni bir mermi namlu hizasına gelir ve atışa hazır olur (Şekil 3).

Şekil 3
Colt marka toplu tabanca



b **Otomatik (şarjörlü) tabancalar:** Mermiler bu tip silahlarda, şarjör adı verilen içi yaylı bir düzeneğe yerleştirilir. Mermi (fişek) şarjör silahın kabzasına alttan yerleştirilip sürgünün (silahın üst kısmında bulunan, silahın türüne göre namluyu tamamen ya da kısmen kapatan kapak) çekilmesi suretiyle namlunun arka kısmında bulunan yatağa sürülür. Bu süreçte horoz da ayarlanmış olup silah atışa hazır hale getirilmiş olur. Tetiğin çekilmesiyle, atış gerçekleşir ve oluşan ani geri tepme nedeniyle ateşlenen mermiden ayrılan boş kovan dışarı atılır, sonrasında yeni mermi namluya sürülür. Otomatik tabancaların yarı ve tam otomatik türleri vardır. Yukarda anlatıldığı gibi ilk dolum kullanıcı tarafından yapıldıktan sonra tetik her çekildiğinde bir atış yapan ve sonraki atışa hazır hale gelenlere ise yarı otomatik tabancalar denir (Şekil 4). İlk dolum kullanıcı kişi tarafından yapıldıktan sonra tetik ilk kez çekilir ve bırakılmaz ise şarjöründeki bütün mermiler bitirinceye kadar ateş etmeye devam eden tabancalara da tam otomatik tabancalar denir. Namlu boyları fişek yatağı hariç 30 cm'yi, toplam uzunluğu ise 50 cm'yi geçmeyen tabancalar olarak da tanımlanırlar (Özdemir, T., 2019).

c **Makinalı tabancalar**: Otomatik tabancalardan temel olarak şarjör kapasitelerinin fazla olmasıyla ayrılırlar (Şekil 5). Şarjörü 71 adet mermi kapasiteli makinalı tabancalar bile vardır.

Şekil 4
Kırıkkale marka yarı otomatik tabanca



Tabancaların bu türlerinin yanı sıra; tek atışlı, çift namlulu (Derringer), çok namlulu tabancalar, havalı, kurusıkı ve gaz mermisi atan tabancalar, işaret tabancası, kalem tabanca, köstebek tabancası

Şekil 5
Mini Uzi otomatik tabanca



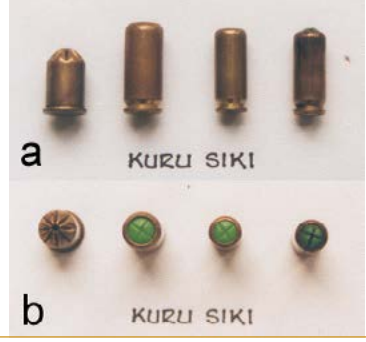
gibi çeşitli tipte ve farklı kullanış yerleri olanları da vardır. Bazı örnekler Şekil 6'da gösterilmektedir (Yılmaz et al., 2007).

Şekil 6
Farklı tabanca türleri.



Kurusıkı tabancalar hem orijinal halleri ile namlusundaki gaz ayırım parçasının çıkarılması ve mermisinin ucundaki yeşil plastik kısmın çıkarılıp ucuna genellikle 4 mm çaplı saçma tanesi konulması ile üretilen tabancalardır. Namlusu değiştirilip yivli namlu takıldığında, örneğin 7.65 mm çaplı mermi ile yapılan atışlarda tehlikeli olabildikleri gibi, hiçbir değişiklik yapılmadan kurusıkı mermi kullanılarak bitişik olarak yapılan atışlarda da ölümcül olabilmektedirler. Bu tür silahlar 22 kalibre, 45 kalibre, 8 mm, 9 mm gibi çaplarda olabilmektedirler. Kurusıkı silahlarla göz yaşartıcı gaz mermileri de atılmaktadır. Bu mermilerin ucundaki plastik kısım farklı renklerde (sarı, kırmızı, mavi, eflatun) olmaktadır (Şekil 7).

Şekil 7
Kurusıkı mermiler, a) yandan b) üstten görüntüsü



Kurusıkı silahlarda elma çiçeği kokusunda olan CN (chloroacetophenone) ya da biber kokusuna sahip CS (orthochlorobenzydilenemalononitrile) kullanılmaktadır. CS, CN ye göre daha etkindir. OC (oleoresin capsicum) ise biber yağlarından imal edilmiştir ve biber gazı da denir. Diğerlerinden daha etkin ve daha az yan etkilere sahiptir. Toplumsal olaylarda yaygın olarak kullanılır (Şekil 8). Ancak, göz, solunum yolları, deri, sindirim sistemi ve sinir sisteminde önemli yan etkileri bulunmaktadır.

Şekil 8
Bir havalı tabanca



Yivsiz havalı silahlarda en yaygın olarak 0.175 inç (4.45 mm) çapa ve 5.5 gr (0.35 g) kütleye sahip çelik ve kurşun saçmalar kullanılmaktadır (Di Maio, 1999).

Yivli ve yivsiz olarak imal edilen havalı silahlarda 3 temel sistem vardır:

Pnömatik sistem: Bu tür silahlarda hava bir depolama odacığına pompalanır. Tetik çekilince bu depolanmış ve sıkıştırılmış hava serbest kalarak kurşunu namluya sürer. Farklı sayıda pompalama yapılarak farklı hızlara ulaşılabilir. Erişilebilinen maksimum namlu hızının 770 ft/sec (235 m/s) olduğu bildirilmiştir.

Yaylı hava sıkıştırma sistemi; Elle sıkıştırılan güçlü bir yay vardır. Tetik çekilince serbest kalan yayın ittiği bir havayı sıkıştırıp itmesi ile kurşun fırlatılmaktadır. 0.177 inç (4.5 mm) çaplı yivli silahlarda namlu hızı 600-750 ft/sec (183-228 m/s) kadar ulaşabilir.

Pnömatik sistemde farklı pompalama sayısına bağlı olarak farklı namlu hızları elde edilirken, yaylı hava sıkıştırma sistemli bir silahta namlu hızı sabittir.

Gaz basınçlı sistem: Yüksek basınçlı karbon dioksit kartuşları kullanılır. Bu sistemle imal edilmiş silahlarda namlu hızları aynı çaptaki yaylı hava sıkıştırma sistemli silahlarla yaklaşık olarak aynı seviyededir.

Havalı silahlarda 130 ft/sec (39.5 m/s) namlu hızıyla atılan bir kurşun göze girebilmekte, 370 ft/sec (113 m/s) hızda ise cilt ve hatta kemik lezyonları oluşmaktadır.

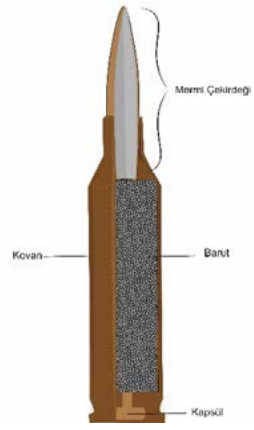
Göz yaralanmaları, travmatik katarakt, retina dekolmanı, sempatik oftalmit, hifema gibi göz hasarları ve hatta yaralanan gözün enükleasyonu ile sonuçlanmaktadır.

Ateşli Silah Mermi Kısımlarının İncelenmesi

Ateşli silahların söz konusu olduğu olgularda, atış yönü, atış mesafesi ve atış yapan kişinin tespitine yönelik soruların cevaplandırılabilmesi için silahın ateşlenmesiyle çevreye yayılan merminin kovanı, kapsül içeriği, çekirdeği, barut, ve namludan kaynaklanan artıkların tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bunu yapabilmek için de merminin yapısının iyi bilinmesi gerekmektedir (Özdemir, T., 2019; Warlow T., 2005).

Yivli silah mermilerin yapısı: Şekil 9'da görüldüğü gibi bu tür mermilerde kapsül, kovan, barut ve mermi çekirdeği olmak üzere 4 temel kısım bulunmaktadır.

Şekil 9
Yivli bir ateşli silaha ait mermi kesiti.



Kovan: Barutun ve mermi çekirdeğinin yerleştirildiği, taban kısmında kapsül bulunan, genellikle pirinçten üretilen silindire benzer metal bölümdür. Taban kısmında yaygın olarak merminin çapını belirten rakam bulunur. Ayrıca kovanın markası ve tipini bildiren yazı ve semboller de bulunabilir (Özdemir, T., 2019). Örneğin: MKEK 9 mm Parabellum gibi.

Kapsül: Kovanın dibinde bulunan tablada yer alır. Kapsüle çarpan iğnenin etkisiyle alev oluşur ve bu alev barutun yanmasını sağlar (Özdemir, T., 2019).

Kapsüllerde önceleri, "civa fulminat" kullanılmaktayken uzun süre bekleyen mermilerde bozunma ve kovanın yapısındaki pirinç ile etkileşime girme gibi sebeplerle günümüzde tercih edilmemektedir. Günümüzdeki kapsüllerde yaygın olarak kurşun stifnat, antimon sülfit veya baryum nitrat kullanılmaktadır. Bazı kapsüllerde kurşun ve baryum elementlerinin bileşikleri bulunurken, bazıları da sadece kurşunlu bileşiklerden oluşmuştur. Son yıllarda içeriğinde kurşun elementi bulunmayan kapsüllerin üretimi artmıştır.

Barut: Kapsül ile çekirdek arasında, kovanın içerisinde yer alan kimyasal maddedir. Alev alması kolay olan bu madde, kapalı ortamda yandığında başlangıç hacminin oldukça üzerinde gaz oluşturmasıyla basınca neden olur ve böylece çekirdeğin hızla fırlatılmasını sağlar. Çubuk, tek-çok delikli, küresel, pul gibi değişik şekillerde bulunabilirler. Barutun yanma hızının ayarlanması için kimyasal kompozisyonunda değişiklikler yapılabildiği gibi yanmanın geciktirilmesi için grafitle kaplanabildiği de bilinmektedir (Özdemir, T., 2019). İki tür barut bulunmaktadır.

a) Kara (dumanlı) Barut: Kömür (%15), kükürt (%15) ve güherçileden (%70) oluşur. Kara barut yandığında bıraktığı artıkların fazla olmasıyla bilinmektedir ve başlangıç hacminin yaklaşık 300 katı kadar gaz meydana getirmektedir. Kapalı ortamda hızlı yanma

yetisi sayesinde, karbonmonoksit, karbondioksit, kükürtlü hidrojen, azot ve metan gazları oluşturmaktadır. Katı artık olarak ise, potasyum nitrat, potasyum karbonat, kükürt, potasyum sülfür, potasyum sülfat, , potasyum sülfosiyanür, ve karbon oluşmaktadır (Özdemir, T., 2019). Günümüzde ateşli silahlarda çok fazla tercih edilmemektedir.

b) Beyaz (dumansız) Barut: Bu barutun tek ve çift bazlı olmak üzere iki tipi vardır. Nitrosellüloz, tek bazlı olanların ana maddesidir. Çift bazlı olanlar ise, esas olarak nitrosellüloz ve nitrogliserin ihtiva etmektedir. Tabancalarda genellikle tek bazlı barut kullanılır. Yandığında hacminin ortalama 1000 katı kadar gaz hacmine ulaşabilmektedir. Beyaz barut ateşlenmesi ile ortaya çıkan gaz artıkları arasında, karbonmonoksit, karbondioksit, hidrojen, azot ve metan; katı artıkları arsında ise, karbon, nitritler, klorür ve nitratlar bulunmaktadır (Özdemir, T., 2019).

Çekirdek: Barutun üzerinde, kovanın üst kısmında yer alan ve hedefteki tahribatı yapan bölümdür. İçeriğinde yalnızca kurşun olabileceği gibi, sertleştirmek hedefiyle kalay /antimon da eklenebilir, böyle çekirdeklere gömleksiz çekirdek; kurşun üzerine nikel, bakır, krom, gibi elementler kaplanmış çekirdeğe gömlekli çekirdek; çarpma anında parçalanma etkisinin artırılması için ucu çizilen çekirdeklere ise dumdum denilmektedir (Özdemir, T., 2019).

Silahın Çapı

Silah namlusunun çapı, karşılıklı iki set arasındaki mesafeyi ifade etmektedir. Genellikle 4-6 adet set bulunur. Ancak 20'nin üzerindeki sayılarda setlere rastlandığı da görülebilmekte, ayrıca mikro yivli ve poligonal namlular da bulunmaktadır. Yivler namlu içinde sağa ya da sola dönerek ilerlerler.

Yivli Silahlarda Çapların İsimlendirilmesi

İsimlendirme 2 farklı sisteme göre yapılabilir, ilki metrik sistem, diğeri ise Anglo-Sakson sistemidir.

Metrik sistemde silah için namluda karşılıklı bulunan iki set arası mesafe mm cinsinden ölçülür.

Anglo- Sakson sistemde ise ölçümler inç'in kesri cinsinden yapılır (Özdemir, T., 2019). Ancak pek tutarlı bir sistem değildir.

.303 Savage'la 0.308 inç çaplı m.ç. atılırken

.303 British ile 0.312 inç çaplı m.ç. atılır.

Hem .30-06, hem de .308 Winchester mermilerinde 0.308 inç çaplı çekirdek vardır.

Şekil 10
Yivli silah mermilerinden örnekler.



Kısa namlulu silah mermileri

Uzun namlulu silah mermileri

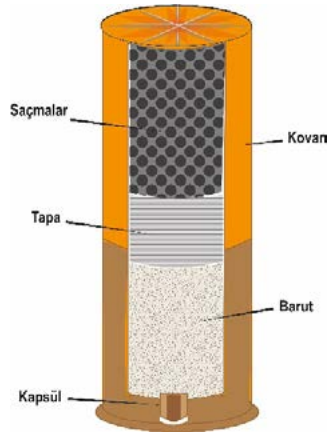
30-06 daki 06 merminin onaylandığı yıldır. En sık rastlanılan çaplar metrik sistemde 6.35, 7.65, 9 mm ve Anglo-Sakson sistemde 22, 32, 38, 44, 45 kalibredir. Bahsedilen bazı mermi örnekleri aşağıda Şekil 10'da gösterilmiştir.

Av Fişeklerinin Yapısı

Av fişekleri yapısal bakımdan yivli silah mermilerinden önemli farklılıklar göstermektedirler.

Av fişekleri, en alt kısmında kapsül bulunan, silindir şeklindeki kovanın içerisine barut, tapa ve saçmaların (ya da tek kurşun, slug) eklenmesiyle oluşur (Şekil 11).

Şekil 11
Bir av fişeğinin kesiti



Kovan: zemin kısmı pirinçten yapılmış olup diplik adını almıştır. Çeşitli yapılarda diplikler de olabilir ancak kovanın silindirik yapıdaki gövdesi genellikle kartondan veya plastikten olabilir. Kovanın ucu plastik gövdenin içe doğru eğdirilmesi ile ya da yuvarlak karton veya plastik bir kapak (pul) kullanılarak kapatılmıştır. Pul üzerinde saçmaların büyüklüğünü ifade eden rakamlar bulunabileceği gibi, silindir gövde üzerinde de fişeği tanımlayıcı yazı ve rakamlar bulunabilmektedir. Tabanında yivli silah mermilerinde olduğu gibi genellikle merminin çapını bildiren rakam, markasını belirten harf ve semboller bulunur bulunur (Çelikel, A., 2008).

Kapsül: Daha büyük olmakla berber yapısal olarak yivli silah mermilerinde bulunan kapsüllere benzerler.

Barut: Yapısal olarak yivli silah mermilerinde bulunan barutlara benzerler.

Tapa: Barut ve saçma taneciklerinin karışmalarını önlemek, saçma tanelerinin atış sırasında namlu içine hızlı ve düzgün bir şekilde ilerlemesini sağlamak amacıyla bulunurlar (Çelikel, A., 2008). Tapalar genellikle, plasitk veya keçeden yapılmaktadır. Son yıllarda, tüp şeklindeki saçmaları içinde bulunduran tapalar (power piston) yaygınlaşmıştır.

Saçmalar: Yapısal olarak farklı çeşitlerde saçmalar görülebilmektedir. Örneğin, saf kurşundan (yumuşak), bakır veya nikelle kaplanmış kurşun, sertleştirilmiş kurşun (antimon ya da kalay eklenerek), bizmut, çelik, tungsten saçmalar bulunabilmektedir (Çelikel, A., 2008; Özdemir, T., 2019). Saçmalar çaplarına göre iki

ana gruba ayrılırlar: Standart saçmalar (küçük saçmalar, kuş saçmaları) ve iri saçmalar (şevrotin, geyik saçmaları).

Av fişeklerinde bir tane silindirik (slug) ya da küresel kurşun bulunabilir. Bunlar ortalama olarak atıldıkları tüfeğin namlusuna eşit çaptadırlar (Çelikel, A., 2008). Silindirik olanlar üç grupta toplanabilirler: Brenneke, Foster ve Sabot. Brenneke Avrupa kökenlidir, Silindirin yan yüzeyinde 12 adet köşeli oluk bulunur. Tabanına tapa monte edilmiştir. Foster geleneksel Amerikan av fişeği kurşunudur, 12-15 oluk bulundurur. Sabot, dış yüzeyi plastikle kaplı, kum saati şeklinde kurşundan yapılmıştır. Namludan çıkışta plastik kılıf sıyrılarak kurşun bölümden ayrılır.

Av Tüfeklerinde Çapların İsimlendirilmeleri

Av tüfeklerinin çapları üç ayrı sisteme göre adlandırılır. Metrik sisteme göre adlandırılan 9 mm çaplı, Anglo-sakson sistemine göre inç'in kesri olarak adlandırılan .410 kalibre (0.410 inç) av tüfeklerinde farklı olarak adlandırılan 4, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24, 28, 32 ve 36 kalibre av tüfekleri vardır. Bu son sistemde çaplar şu şekilde belirlenir: 15 ^{0}C'de yoğunluğu 11.43 g/cm^3 olan kurşunun 453.6 gramından (1 pound) eşit boyutlarda yapılan kürelerin sayısı kalibreyi belirler. Bu sayı namlunun iç çapını ifade ederken, bu kürelerden her birinin çapı, o kalibredeki tüfeğin namlu iç çapına eşittir. Örneğin, bir pound kütleli kurşundan 12 tane eşit küre elde ediliyorsa, bu kürelerden birinin çapına eşit olan namlu 12 kalibrelik namludur.

Kriminal olaylarda sıklıkla karşılaşılan av tüfeği çapları 12 ve 16 kalibre olanlarıdır.

Av Tüfeklerinde Şok

Namlunun uç kısmının iç çapının küçültülmesi ile oluşturulan daralmadır. Şekil 2'de şoklu bir av tüfeği namlusunun kesiti görülmektedir. Yatay doğrultuda 35 m uzakta düşey olarak yerleştirilmiş 760 mm çapındaki bir hedefe 2.5 mm çapında saçma içeren mermilerle yapılan 5 atışın ortalaması olarak hedefe isabet eden saçmaların yüzdesi şok değerini saptamada esas alınır. Örneğin saçmaların %70'i hedefe isabet etmiş ise o atışın yapıldığı tüfek tam şoklu bir namluya sahiptir denir.

Kovan ve Mermi Çekirdeği İncelemeleri

Bir olayla ilgili elde edilen silah ya da silahların gerçekten o olayda kullanılıp kullanılmadığı olaydan elde edilmiş mermi çekirdeği ve/veya kovanların incelenmesiyle anlaşılabilir (Berg S.O., 1986). İnceleme, şüpheli silahla yapılan deneme atışlarından elde edilen mermi çekirdeği (m.ç) ve kovanlarla olaydan gelen m.ç. ve kovanların mukayese mikroskoplarında, üzerlerinde taşıdıkları karakteristik tanı unsurlarının karşılaştırılması yoluyla yapılır. Eğer ortada silah olmayıp sadece olay yerinden elde edilen m.ç. ve kovanlar varsa bunlar kendi aralarında incelenirler, örneğin 3 m.ç. nin aynı bir silahtan ya da 2+1 olmak üzere 2 ayrı silahtan atıldığı tespit edilebilir ancak m.ç. ve kovanların aynı silahtan atıldıklarını ya da atılmadıklarını söylemek mümkün değildir. Çünkü, m.ç. ve kovan silahın ayrı parçalarına ait izler taşırlar.

Kovanda belirleyici unsurlar: çap ve şarjör, tırnak, çıkartıcı, iğne, tabla izleridir

m.ç. de belirleyici unsurlar: çap ve yiv sayısı, dönüş yönü, derecesi, genişliği ve derinliği ile yiv ve set izleri üzerinde bulunan çiziklerdir.

Kovan ve mermi çekirdeği incelemelerinde sınıfsal ve bireysel karakteristiklerinin tespiti esastır.

Sınıfsal karakteristikler silahın imal sırasında taşıdığı ortak özelliklere dayanmaktadır. Örneğin, bütün Ceska 75 B model tabancaların dönüş yönleri, dereceleri, yiv-set genişlikleri, sayıları aynıdır. Bu gibi parametreler ateşli silahların karakteristik özelliklerini oluşturmaktadır. Oysa iki ateşli silah aynı marka ve model olsa bile bireysel özellikleri itibariyle farklılık göstermektedir (Özdemir, T., 2019).

Bireysel karakteristikler ise silahın sınıfsal karakteristikleri oluşturan izler arasındaki detay izlerdir. Silah imalatında kullanılan aletlerin silah parçalarının yüzeylerinde bıraktıkları düzensizlikler bireysel karakteristiklerin temelini oluştururlar.

Kovanların sınıfsal karakteristiklerini, çap, şekil, boyut, çıkarıcı ve tırnak izinin şekli, birbirlerine göre konumları, iğne izi, şarjör ağzı izi gibi izler oluşturur. Bunlar kullanılan silahın model ve markasının belirlenmesine olanak sağlarlar. Bireysel karakteristikleri oluşturan izler ise bir model ve markada tek bir silaha ulaşmamızı sağlarlar. Kovan mukayesesinde dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, test atışları yapılırken kullanılan mermilerin markalarının olay yerinden elde edilen kovanların markaları ile aynı olmaları, eğer olay yerinden elde edilen kovanda bulunan kapsül, koruyucu bir boya tabakasına sahipse test atışında kullanılacak merminin kapsülün de koruyucu boya bulunmalıdır (Şekil 12). Bunlara dikkat edilerek şüpheli silahla yapılan test atışlarında elde edilen kovanlarla olay yerinde elde edilen kovanlar mukayese mikroskoplarında incelenerek benzerlikleri araştırılır.

Şekil 12
Çekirdek ve kovan mukayese mikroskobu



Şekil 13'ün sol yarısında bir kovan, sağ yarısında diğer kovan bulunmakta, atış sırasında oluşan karakteristik çizgiler uyum göstermektedir. Mermi çekirdeklerinin sınıfsal karakteristikleri şunlardır: çapı, yiv dönüş yönü, yiv dönüş derecesi, yiv sayısı, yiv derinliği, yiv ve setlerin genişliği. Yivli ateşli silahlarda set genişlikleri silahtan silaha farklılık göstermektedir. Yivli silahlarda silahın namlu iç yüzünde yivler ve bunların aralarında setler bulunur, atış sırasında mermi çekirdekleri bunlara değerek namlu içinden geçerler ve üzerlerinde birbirine paralel helezoni hatlar oluşur. Bu hatlardan (yiv-set izleri) yukarda bahsedilen sınıfsal karakteristikleri anlaşılabileceği gibi, bunlar üzerindeki çizikler de namluyu belirleyen bireysel karakteristikleri oluştururlar

Şekil 13
Mukayese mikroskobunda incelenen iki kovanın görüntüsü.



Şekil 14'de sol yarısında bir mermi çekirdeği sağ yarısında diğer mermi çekirdeği bulunmakta, atış sırasında oluşan karakteristik çizgiler uyum göstermektedir. Olay yerinden veya mağdurun vücudundan elde edilen mermi çekirdekleri ile uyumlu mermiler kullanılarak şüpheli silahla yapılan test atışlarında elde edilen mermi çekirdekleri mukayese mikroskoplarında incelenerek benzerlikleri araştırılır. Test atışları içi bez ile doldurulmuş kutulara yapılabildiği gibi daha sıhhatli olarak su tanklarına da yapılmaktadır. Son yıllarda bilgisayar destekli mukayese mikroskopları yaygınlaşmıştır. Bunların en gelişmişlerinden biri IBIS (Integrated Ballistics Identification System) sistemidir. Bu sistem veri toplama istasyonu ve iz analiz istasyonu olmak üzere iki bölümden oluşur. Veri toplama istasyonunda mikroskoptan görüntüleri alıp veri tabanına kaydetmek için iki kamera (kovanlar ve mermi çekirdekleri için) vardır. Bu istasyonda iki yazılım vardır; kovanlar için Brasscatcher ve mermi çekirdekleri için Bulletproff. IBIS ile saniyede bir mermi çekirdeği karşılaştırması yapılabilir. Bu sistem arşiv taramasında büyük kolaylık getirmiştir.

Şekil 14
Mukayese mikroskobunda incelenen iki mermi çekirdekleri görüntüsü.



Susturucular

Bir ateşli silahın kullanılması esnasında oluşan sesin şiddetini azaltmak için kullanılan düzeneklerdir (Şekil 15). Çeşitli tipleri vardır (Menzies R.C., 1981). En basit olanı üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmamış silahlara takılmak için üretilmişlerdir. Namluyla birleşme yerindeki vidalama düzeneği oldukça zayıf olup silah her ateşlendiğinde yere düşen bu randımansız susturucular, aralarında çelik yünü bulunan iki çelik borudan ibarettir.

Sık kullanılan susturucularda ise susturucu silahın namlu ucuna vidalanmak üzere imal edilmiş olup, içinde çok sayıda, ortalarında

Şekil 15
Basit bir susturucu takılmış silah



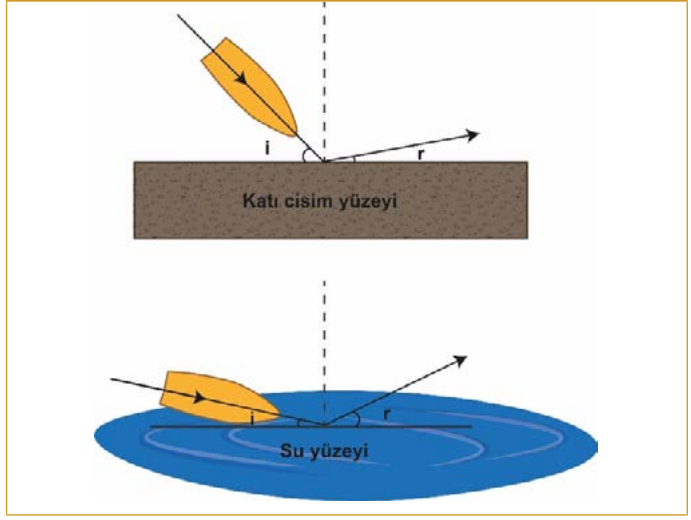
mermi çekirdeğinin geçmesine uygun olarak delik bulunan metal halkalar bulunmaktadır. Bu metal halkalar, birleştiklerinde aralarında boşluklar (odacıklar) olacak şekilde imal edilmişlerdir. Bu tür susturucular içinde sayısı tipine göre değişen (örneğin 8 adet) boşluklar oluşmakta, atış sırasında meydana gelen yükse şiddetteki ses, önemli ölçüde, bu boşluklar tarafında absorbe edilmektedir (Soysal, Y., 2004).

Mermi Çekirdeklerinin Sekmesi

Ateşli silahların kullanıldığı olaylarda şüpheliler bazen atışın direkt bir atış olmadığı, başka yöne yapılan bir atış sonucu mermi çekirdeğinin duvar, döşeme, direk gibi sert bir zeminden sekerek, kasıt olmaksızın mağdura isabet ettiği iddiasında bulunabilirler. Böyle durumlarda olay yerinin etraflıca tetkikinin yanı sıra, mağdurun, üzerinde sekmenin gerçekleştiği iddia edilen yere göre pozisyonu, giriş yarasının (yara giysili bölgede ise giysinin de) ayrıntılı tetkiki, silahın ve mermi çekirdeğinin incelenmesi gerekmektedir (Heard B.J., 2013).

Kriminal olaylarda pek karşılaşılmasa da Şekil 16'da gösterildiği üzere mermi çekirdeği sert bir zeminden sekebildiği gibi, su yüzeyinden de sekebileceği de bilinmelidir.

Şekil 16
Mermi çekirdeğinin katı cisim ve su yüzeyinden sekme şeması (i: geliş açısı, r: sekme açısı)



Mermi çekirdeğinin bir cismin yüzeyinden sekmesinde etkili olan faktörler şunlardır: Çarpma (sekmenin oluştuğu) yüzeyinin yapısı, Mermi çekirdeğinin sekme yüzeyine geliş açısı, Mermi çekirdeğinin sekme yüzeyine çarpma hızı, Mermi çekirdeğinin uzunluğu/ağırlık merkezi, Mermi çekirdeğinin ucunun şekli, Mermi çekirdeğinin gömlekli, yarı gömlekli, gömleksiz olup olmaması, gömleğinin yapısıdır.

Ateşli Silah Atış Artıkları

Bir ateşli silahla ateş edildiğinde, kullanılan merminin çeşitli bölümlerinden kaynaklanan artıklar oluşmaktadır (Romolo F.S. & Margot P., 2001). Bu artıklarından, adli açıdan olayın nasıl gerçekleştiği ile ilgili önemli bulgular elde edilebilir. Bu artıklar şunlardır:

Alev: Bir silah ateşlendiğinde, ucu boyunca yayılan, aslında barutun yanmasıyla ortaya çıkan sıcaklık patlamasıdır. Alev, genellikle 5-10 cm'lik bir mesafeye kadar uzanabilir. Hedefin yakında olması durumunda ciltte hafif veya orta derecede yanıklara neden olabilir ve kıllı bölgelerde kılların yanmasına neden olabilir. Aynı şekilde, yakındaki giysi liflerini de tutuşturabilir.

Gazlar: Barutun yanmasıyla oluşan sıcak gazlardır. Bunlar arasında, atış mesafesi açısından özellikle önemli olan karbon monoksittir. Namludan çıktıktan sonra, yaklaşık 2-3 cm mesafede dağılan bu gazlar, yakın mesafedeki (bitişik ve bitişiğe yakın atışlarda) dokulara ulaşabilir. Karbon monoksit, kan içindeki hemoglobine bağlanarak karboksihemoglobin oluşturur ve kaslardaki miyosine bağlanarak da karboksimiyoglobin oluşturur. Bu bileşikler, giriş yarasının etrafında parlak kırmızı lekeler oluştururlar. Bazı silah tiplerinde, bu etkiye 30 cm mesafeden de rastlanabilir.

İs: Yanan baruttan kaynaklanan karbon artıkları, namlunun içinden dışarı sızarak is adı verilen kalıntıyı oluştururlar. İsin rengi, kullanılan barut türüne bağlı olarak değişebilir örneğin, kara barutta siyah iken, beyaz barutta ise yeşile benzerdir. Kara barut kullanıldığında is daha fazla oluşur ve beyaz baruta göre daha uzağa taşınabilir. İs, genellikle 15-30 cm mesafeye kadar uzanabilir.

Barut parçacıkları: Mermide bulunan barutun tamamı atış sırasında yanmaz. Bu genellikle barutun eski veya nemli olmasından kaynaklanır. Nitrit, nitrat gibi barut artıkları, kısmen yanmış veya yanmamış namlu ucundan konik bir şekil alarak hızla çıkarlar. Barut artıkları ayrıca otomatik silahlarda boş kovan atma kısmından çıkarak çevreye ve atışı yapan kişinin eline bulaşır. Genel itibariyle, kısa namlulu silahlarda 40 cm, uzun namlulu silahlarda ise yaklaşık 100 cm mesafeye kadar hedef in etrafında toplanabilirler. Ancak unutulmamalıdır ki bu mesafeler yaklaşık değerlerdir. Örneğin, .357 Magnum tabanca mermisiyle yapılan bir atışı göz önünde bulundurduğumuzda, barut artıklarına 40 cm'den daha uzak mesafelerde rastlanabilir. Öte yandan, barut parçaları tek başlarına daha da uzak mesafelere ulaşabilirler.

Kirler: Silah ateşlendiğinde, mermi çekirdeği namlu yivlerinde sürtünerek ilerlerken üzerinde yağ, pas ve is gibi kirler birikir ve namludan çıkarken bu biriken kirler hedefe bulaşır. Bu kirler, giriş deliğinin çevresine bulaşarak koyu gri-siyah bir iz (silinti halkası) oluştururlar. Bu iz, genellikle ilk atışlarda daha belirgindir.

Metaller: Genellikle kapsüldeki elementlerden kaynaklanırlar. Kurşun (Pb), Baryum (Ba), Antimon (Sb) gibi atış sırasında buharlaşan bu elementler, namlu ucundan buhar şeklinde çıkarlar. Bu metal buharları, yaklaşık 2 metre mesafeye kadar ulaşabilirler ancak bu durum birçok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterir. Metaller de barut parçacıkları gibi otomatik silahlarda boş kovan atma kısmından çıkarak atışı yapan kişinin eline ve çevreye bulaşırlar. Ayrıca mermi çekirdeği namlu etkileşimi sırasında nikel, bakır, gibi metaller de namlu ucundan çıkarlar (Üner, H.B., 1993). Kapsüllerde en yaygın olarak bulunan kurşun, baryum ve antimonun işlevleri şöyledir:

Lead styphnate: başlatıcı, *Barium nitrate*: oksijen sağlayıcı, *Antimony sulfide*: yakıt.

Esas olarak kurşun inhalasyonunu önlemek amacıyla kapsüllerinde kurşun bulunmayan mermiler üretilmektedir. Dynamit Nobel AG, içeriğinde Tetrazine, diazole, zinc peroxide/titanium powder, nitrocellulose ball powder bulunan Sintox adı verilen nontoxic kapsülü geliştirdi. Fiocchi, kurşunlu bileşikler yerine diazole kullanırken, CCI, kurşunlu bileşikler yerine diazole, manganese (iv) oxide ve aluminum kullanmaktadır.

Atış Mesafeleri

Ateşli silah yaralanmalarında atış mesafesi tayininde; giriş deliğinin incelenmesi yoluyla, bu delik üzerinde ve yara içinde ya da giysili bölgede ise bu bölgeyi kaplayan giysi üzerinde ateşli silah atış artıklarının bulunup bulunmadığının, bulunuyorsa bunların hangi artıklar olup dağılımlarının nasıl olduğunun tespiti çok önemlidir.

Bitişik atış: Ateşli silah namlusunun hedefle temas halinde olduğu atış türüdür (Şekil 17). Bunlar da kendi aralarında dört bölümde incelenirler:

a Sıkı bitişik atış
b Gevşek bitişik atış
c Açılı bitişik atış
d Tamamlanmamış bitişik atış

Şekil 17
Bez hedef üzerinde bitişik atışa ait giriş deliği çevresi bulguları.



Giysinin yapısına göre farklılık oluşmakla beraber, bitişik atış giysili bölgede ise, parçalı kenarlı, kendini meydana getiren mermi çekirdeğinin çapının birkaç katı büyüklüğünde ve yaygın olarak artı benzeri (haçvari, yıldızvari) bir giriş deliği oluşur.

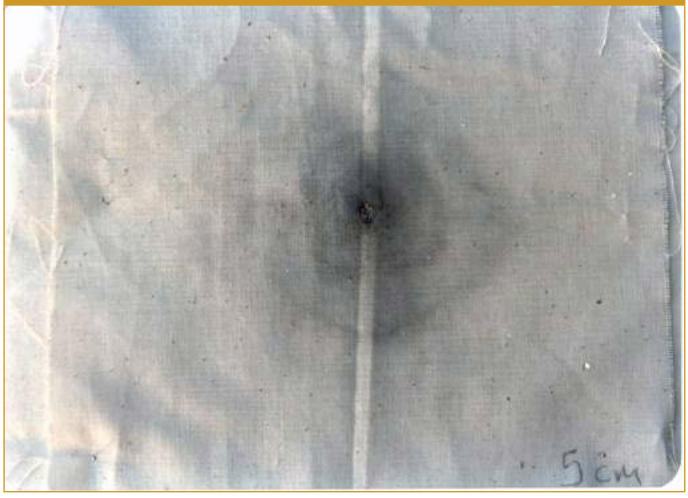
Bitişiğe yakın atış: Bu tür atışlar bitişik atış dışında ama barut parçacıklarının henüz ayrılıp cilt üzerinde kalamayacağı kadar yakın mesafelerden (2-3 cm mesafeye kadar) yapılan atışlardır (Şekil 18).

Şekil 18
Bez hedef üzerinde bitişiğe yakın atışa ait giriş deliği çevresi bulguları.



Yakın atış: Bitişiğe yakın atış mesafesinden başlayıp, barut artıklarının hedef üzerinde kümeleşme gösterebildikleri mesafelere kadar yapılan atışlardır. Kısa namlulu silahlarda 40 cm'ye, uzun namlulu silahlarda 100 cm'ye kadar mesafelerde yapılan atışlar yakın atış olarak kabul edilirler (Şekil 19).

Şekil 19
Bez hedef üzerinde yakın atışa ait giriş deliği çevresi bulguları.



Uzak (yakın atış dışı) atış: Yakın atış mesafesi dışından, giriş deliğinin çevresinde sadece vurma halkası ve silinti halkasının (giysilerde sadece silinti halkasının) görülebildiği mesafeden yapılan atıştır. Şekil 20'de bez hedef üzerine yapılan bir uzak atışta giriş deliği görülmektedir.

Ateşli silah atış artıklarının hedef üzerinde kalabilmelerini etkileyen faktörler şunlardır; atış mesafesi, barutun yanma hızı, namlu uzunluğu, barutun tipi, barutun kütlesi, silahın çapı, kapsülün tipi, büyüklüğü, hedefin yapısı, namlu-hedef açısı, ortamın

Şekil 20
Bez hedef üzerinde uzak atışa ait giriş deliği çevresi bulguları.



fiziksel durumu (rüzgâr, yağmur vb.), silahın tipi, namlu ile hedef arasında bulunan cisimlerdir (Üner&Çakır, 2007).

Ateşli silah atış artıklarının el üzerinde kalabilmelerini etkileyen faktörler şunlardır; kapsülün yapısı, silahın tipi, barutun yapısı, atışın yapıldığı el, ortamın durumu, atış sonrası faaliyetler, elin çıplak olup olmaması durumudur (Üner&Çakır,2007).

Otomatik tabancalarda, ateşleme sırasında kovanın yanı sıra fazla miktarda atış artığı da ortaya çıkar ve atıcı elinde bu artıklar kalır. Ancak, genellikle toplu tabancalarda bu durum pek görülmez. Boş kovan atma bölümü bulunmayan av tüfeği çeşitlerinde ise atan kişinin elinde artık kalmaz, otomatik olanları hariç av tüfeklerinin genelinde bu durum geçerlidir. Büyük çaplı silahlarla yapılan atışlarda daha fazla atış artığı oluştuğundan atışı yapan kişinin elinde daha fazla artık birikebilir. Ancak, bir insan namlu ucundan kavrayarak intihar ettiğinde, kalıntılar beklenenin aksine atış yapan elde değil, namluyu tutan kişinin elinde bulunabilir. Ayrıca, yakın atış söz konusu olduğunda eğer mağdur elini namluya doğru uzatmış ise mağdurun elinde de atış artıklarına rastlanabilir. Atış sırasında diğer elini atış yaptığı elin desteklemesi için bağlı bulunduran kişinin, tek elinde ya da her iki elinde de atış kalıntıları bulunabilir.

Kapsülün yapısını oluşturan içerikler mermiden mermiye farklılık gösterebilmektedir. Bu durum da atış yapan elde biriken artıkların içeriksel ve miktarsal olarak farklılık göstermesine neden olabilmektedir. Barutun fiziksel ve kimyasal yapısı, nemlilik derecesi, miktarı, atış sonucu oluşan artıkların miktarını ve bileşimini etkiler. Atış yapıldıktan sonra, ellerin ceplere sokulması, ovuşturulması, yıkanması, tıbbi amaçlarla temizlenmesi veya müdahale edilmesi durumlarında el üzerindeki atış artıkları çok azalabilir, hatta yok olabilir. Hangi elle atış yapıldığının bilinmesi önemlidir. Örneğin, sol elle atış yapılması sırasında, boş kovan fırlatma bölümü sağda olan bir tabanca kullanılıyorsa, el üzerinde az atış artığı kalacaktır. Açık alanda yapılan atışlar eğer ortamda şiddetli rüzgâr, yağmur varsa, bu durum atış artıklarının atış yapan el üzerindeki dağılımını ve miktarını değiştirecektir. Bir diğer konu ise, atış yapılırken elin çıplak olup olmadığıdır. Çünkü atış yaparken eldiven giyilmiş ise, ele bulaşması beklenen atış artıkları eldiven üzerine bulaşacak ve eldivenin çıkarılmasıyla el üzerinde atış artıklarına rastlanmayacaktır.

Atış yapan elin tetkikinde dikkat edilmesi gereken hususlar:

Atış sırasında atış yapan el üzerinde kalan atık artıklarının tespiti yukarıda detaylarıyla bahsedilen durumlara göre değişebileceği veya yok olabileceği için, atış yaptığından şüphelenilen ya da yapan kişinin olay yerine varan ilk kolluk ekibi tarafından ellerinin derhal muhafaza altına alması gereklidir. Bu muhafaza, atış olgularına özgü hazırlanmış torbalar içine eller konularak gerçekleştirilebileceği gibi, eller kâğıt torbalara sokularak da yapılabilir. Bu koruma sağlandıktan sonra mümkün olan en hızlı sürede svap alınmalıdır. Olay anından uzun süreler geçtikten sonra alınan svapların güvenilirliği yüksek değildir. Bu nedenle, olayın ilk saatlerinde alınan svaplar çok kıymetlidir. Ölen kişilerde atış sonrası artıkların bozunabileceği fiziksel aktiviteler olamayacağından, bedenin nakledilmesi sırasında eller korumaya alınmalı, ayrıca ölen kişi açık havada, rüzgâr veya yağmurlu bir ortamda ise ellerin muhafazası uygun şekilde hızla sağlanmalıdır. Bu durumlarda da mümkün olan en kısa sürede svap alınması kritiktir. Kişi eğer yaralıysa, sağlık ekibi tarafından yapılan tıbbi müdahaleler sırasında ellerinin tutulmuş olabileceği, çeşitli kimyasallarla silinmiş olabileceği ve artıkların miktarının değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Giysi Tetkikinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Giyside mevcut ateşli silahla oluşmuş deliklerin özellikleri, üzerlerinde bulunan atış artıkları olayın oluş şeklinin aydınlatılmasında çok büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle olay yerinde mağdurun üzerindeki giysinin çıkarılmasından incelenecek laboratuvara gönderilişine, laboratuvarda incelenmesine kadar olan sürecin çok düzgün bir şekilde işlemesi gerekmektedir. Mağdurun üzerindeki giysiler çıkarılmadan önce mutlaka fotoğrafı çekilmeli, gerekli notlar alınmalıdır. Çıkartma sırasında, giysiler çıkarılış sırasına göre kaydedilmelidir. Çıkartmanın ancak kesilerek yapılabildiği durumda ise bu işlem ateşli silahla oluşmuş deliklerin uzağındaki bölgelerden yapılmalıdır. Çıkarılan giysiler ıslak, kanlı iseler bunların birbirlerine değmeyecek şekilde, oda sıcaklığında kuruması sağlanmalıdır. Kuruyan giysiler, delikler üzerinden olmamak ve katmanlar arasına temiz beyaz kağıtlar konulmak suretiyle katlanmalı ve bez torbalarla gerekli paketleme prosedürlerine uyularak incelenecek laboratuvara gönderilmelidir. Islak vaziyette naylon torbalara konulup, adli emanette bekletilen giysiler kokuşmakta, çürüyüp kurtlanmaktadır. İnceleme yapılacak laboratuvar çok temiz olmalı ve incelemeden sonra temizlenmeli böylelikle bir sonraki çalışma sırasında oluşabilecek kontaminasyona engel olunmalıdır. Birden fazla yöntem uygulanacak ise uygulama sırasına mutlaka riayet edilmelidir.

ASAA'nı toplama araçları: Parafin kalıbı, Svap (steril pamuklu plastik çubuk), Tıbbi plaster, Çözeltiye daldırma, Çift taraflı yapışkan bant, Polivinil alkol, Vakum cihazları (çift hava süzgeçli sistemler), Filtre kâğıdı, Yapışkan şeffaf tabaka, Selülozhidratlı plastik şeklindedir.

Ateşli Silah Atış Artıklarını Analiz Yöntemleri

Başlıca analiz yöntemleri şunlardır:

1. **Dermal Nitrat Testi** (İlk yöntemlerden biridir, spesifik değildir)
2. **Modifiye Griess Testi** (Özellikle giysilerde, Nitrit tespitinde kullanılan bir kemografikal yöntemdir)
3. **Sodyum Rodizonat Testi** (Giysilerde atış artıkları arasında bulunan ağır metallerin tespitinde kullanılan bir testtir)
4. **Nötron Aktivasyon Analizi** (NAA)
5. **Enerji Dağılımlı X-Işını Analizörlü Taramalı Elektron Mikroskobu** (Ağır metallerin tespitinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir)
6. **Alevsiz Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrisi** (Özellikle cilt üzerindeki ağır metallerin tespitinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir)
7. **İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometri** (ICP-MS; hız ve çoklu element analizleri sağlar)

1. Dermal Nitrat Testi

Spesifik olmayan, eski bir yöntemdir (Üner & Çakır, 2007) Eritilmiş parafin inceleme için kullanılacak elin üzerine parafin dökülür, sonrasında gazlı bezle sarmalanıp kurumaya bırakılır. Kuruduktan sonra özenle çıkarılır ve elin formunu alacak şekilde bir kalıp elde edilir. Kalıbın temas ettiği ciltte minik kara lekeler varsa, bu noktalara "Lunge Solüsyonu" damlatılır böylece eğer cilt üzerinde nitrit veya nitrat var ise bu solüsyon sayesinde lekeler mavi renge dönüşür. Distile suya (20 ml) sülfürik asit (80-100 ml) eklenmesi ve içerisine difenilaminin (0.5 g) eritilerek karıştırılması sonucu elde edilen Lunge Solüsyonu, nitratın yaygın şekilde çevreden (gübre vb.) bulaşabilmesi nedeniyle spesifik değildir. Kıyafetlerde bulunan ateşli silah yaralanması sonucu oluşmuş delikler ve çevreleri porselen kap içerisine alınarak distile su ile yıkanıp Lunge Solüsyonu ile muamele edilerek renk değişimleri izlenebilir. Ancak yukarda bahsedilen nedenler ve ayrıca kumaş boyasının da reaksiyona girebilmesi nedenleri ile hassas ve spesifik bir yöntem değildir.

2. Modifiye Griess Testi

Kemografik yöntemler arasında nitrit tespitinde temel olarak Griess Ayıracı kullanılır (Üner, H.B., 1991). Bu ayıraç bugüne kadar çeşitli değişikliklere uğramıştır. Günümüzde kullanılanlardan biri aşağıda anlatılmıştır. Bu testte kullanılan ayıraçların hazırlanışı:

Hidroliz ayıracı: Etanolde (100 ml) potasyum hidroksit (8 g) eritilir.

Modifiye Griess Ayıracı: Fosforik asite (3 ml) distile su (97 ml) ilave edilir ve karışıma sulfanilamid (1 g) ile etilendiamin dihidroklorür (0.7 g) eklenir.

Hidroliz reaktifi, üzerine atış yapılmış olan giysinin mermi deliği bulunan kısmına püskürtülür. Giriş deliği üstte kalacak şekilde giysi bir ütü masasının üzerine yerleştirilir. Modifiye Griess Ayıracı bir filtre kağıdı üzerine püskürtülür ve kâğıt giriş deliği ortalayacak şekilde giysi üzerine konulur, tamamen kuruyana kadar ütülenir. Eğer atış yakından yapılmışsa, kuruyan filtre kâğıdı üzerinde barut artıklarının olduğu kısma denk gelecek bölgelerde pembe/mor benekler görünür hale gelir. Bu test sadece nitritlerin reaksiyona girmesi nedeniyle oldukça spesifiktir. Delik etrafında kümeleşmiş olarak görülen benekler yakın atışın göstergesi olarak değerlendirilir.

3. Sodyum Rodizonat Testi

Kurşun, baryum gibi atış artıkları arasında yer alan ağır metallerin tespit edilmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Çerkezoğlu, A., 1995; Dillon J.H., 1990; Üner vd., 1997).

Bu testte kullanılan ayıraçların hazırlanışı;

Doymuş Sodyum Rodizonat çözeltisi: Bir cam kap içine bir miktar

sodyum rodizonat konur. Üzerine distile su ilave ederek karıştırılır. Koyu bir çay rengini alıp, dibinde çok az çökelti kalınca doymuş çözelti olduğu anlaşılır.

Tampon çözelti: Sodyum bitartarat (1.9 g) ve tartarik asit (1.5 g) distile suda (100 ml) eritilir. Nihai çözeltinin pH'sı 2.8'dir.

Seyreltik asetik asit: Asetik asit (15 ml), distile su (85 ml) içerisine eklenir.

Seyreltik hidroklorik asit: Hidroklorik asit (5 ml) distile su (95 ml) içerisine eklenir.

Sodyum Rodizonat Testinin Ütü ile Uygulanması

Üzerine atış yapılmış olan giyside bulunan mermi giriş deliği üst kısımda kalacak şekilde ütü masasına konulup, bir filtre kâğıdı giriş deliği merkezlenmek üzere konur ve üzerine seyreltik asetik asit püskürtülür, üzeri filtre kağıtları ile kapatılıp kuruyana kadar ütülenir. Atış yeteri kadar yakından yapılmışsa var olan metal artıkları filtre kağıdına geçer. Buna **Bashinski Transferi** denir. Bu kâğıt üzerine Doymuş Sodyum Rodizonat çözeltisi püskürtülür. Sarı fon üzerinde koyu kırmızı, kahverengi noktalar halinde metaller (kurşun, baryum) belirir (Şekil 21-22). Tampon çözeltinin püskürtülmesiyle sarı fon kaybolur renkler daha belirginleşir. Eğer sadece kurşunun varlığı aranıyorsa son olarak seyreltik hidroklorik asit püskürtülür. Bütün renkler kaybolur eğer kurşun varsa mavi mor renk kalır. Bu renk bazen hemen kaybolabilir

Şekil 21
Sodyum Rodizonat Testi ile elde edilen, deri giysi üzerine yapılmış bitişik atışa ait atış artıkları



Sodyum Rodizonat Testi ütü yerine Presleme Yöntemi ile de uygulanabilir. Filtre kağıdına %15'lik asetik asit püskürtüldükten sonra bu delik ihtiva eden kumaşla birlikte prese konur. 0.10 MPa'lık bir basınç altında 20 dakika bekletilir ve doymuş Sodyum Rodizonat çözeltisi püskürtülüp diğer çözeltiler de püskürtülerek teste devam edilir. Filtre kâğıdı yerine selülozhidratlı plastik (jelatin) kullanılabilir. Yine seyreltik asetik asitle ıslatılır ve delik ihtiva eden kumaşla birlikte prese konur. 0.15 MPa'lık bir basınç altında 20 dakika bekletilir. Presten çıkartılan jelatin 15 dakika kadar %25'lik sodyum sülfit banyosunda bekletilir. Sonra su ile hidrojen sülfür kokusu gidene kadar yıkanır ve 80^{0}C'de kurutulur. Özellikle kurşun tespitine yöneliktir. Bununla birlikte diğer metaller de tespit edilir. Kurşun kahverengi, nikel gri, bakır yeşil olarak görülür. Potasyum

Şekil 22
Sodyum Rodizonat Testi ile elde edilen, bez hedef üzerine yapılmış uzak atışa aitgiriş deliği çevresindeki silinti halkası tarzında atış artıkları



bikromat banyosunda ise kurşun ve baryum sarı renk verirler. Endüstride çeşitli kullanım yerleri olan, kozmetikte yüz maskesinde kullanılan polivinil alkol (PVAL)'de filtre kâğıdı yerine kullanılabilir.

Kullanım yerine göre farklı şekilde hazırlanan PVAL'ın buradaki çözeltisi şöyle hazırlanır. 400 g MW 4-88 PVAL 800 ml distile su içine konulup 90^0 C'ye kadar ısıtılır sonra 50-60^0 C'ye kadar soğutulur. Üzerine 1070 ml etanol ve 60 g %15'lik gliserin ilave edilir. Bu çözeltiden 100 ml alınır, plastik, düz tabanlı, 1x10x10 cm boyutlu bir kaba boşaltılır ve 2 gün beklenir. Yaklaşık 0.5 cm kalınlığında bir tabaka oluşur. Filtre kağıdında olduğu gibi üzerine seyreltik asetik asit püskürtülür ve delik ihtiva eden kumaşla beraber prese konur. 0.37 MPa'lık bir basınç 30 dakika süreyle uygulanır. Presten alınan bu tabaka üzerine Sodyum Rodizonat çözeltisi püskürtülerek teste devam edilir. Koyu kırmızı renklenme pozitif sonuç olarak değerlendirilir. PVAL yerine aynı işlemler yapılmak üzere hazır, şeffaf yapışkan tabakalar (örneğin ticari olarak Filmolux S) kullanılabilir. Presde bekleme süresi 10 dakikadır. PVAL giysideki atış artığı çalışmalarında kullanılabildiği gibi farklı şekillerde hazırlanarak cilt üzerinde ve metal levha gibi gözeneksiz yüzeylerde atış artığı aranmasında kullanılabilir.

Cilt Üzerinde Polivinil Alkol (PVAL) ile Sodyum Rodizonat Testi Uygulaması

100 g MW 26-28 PVAL, 800 ml distile su içinde 90^0 C'ye kadar ısıtılır sonra 50-60^0 C'ye kadar soğutulur, üzerine 400 ml etanol konularak hazırlanan PVAL çözeltisi yumuşak bir fırça ile el üzerine sürülür. Bu işlem birkaç kere yapılıp üzerine gazlı bez konulur yine PVAL sürülür. Kuruması için beklenir, kurutmayı hızlandırmak için saç kurutma makinası kullanılabilir. Tıpkı parafin kalıbında olduğu gibi el üzerinden alınan PVAL kalıbına önce %2'lik tartarik asit, 3 dakika sonra da sodyum rodizonat çözeltisi püskürtülür. Koyu kırmızı renk pozitif olarak değerlendirilir. Cildin en ince kıvrımlarına kadar etki ettiği için PVAL çok kullanışlıdır.

Emici Olmayan (Cam, Araba Kaportası) Yüzeylerde PVAL ile Sodyum Rodizonat Testi Uygulaması

100 g MW 4-88 PVAL, 500 ml distile su içinde 90^0 C'ye kadar ısıtılır sonra 50-60^0 C'ye kadar soğutulur, üzerine 665 ml etanol ve

3 g gliserin ilave edilerek hazırlanan PVAL çözeltisi, üzerine ateş edilen levha üzerine püskürtülür. Cilt üzerinde olduğu gibi gazlı bez uygulaması yapılır. Oda sıcaklığında 1 saat bekletmek kuruma için yeterlidir. Kuruyan PVAL'lı gazlı bez itina ile alınır. Yukarıdaki gibi reaktif uygulaması yapılır. Ayrıca, kapsül bileşiminde kurşun bulunmayan Sintox mermilerle yapılan atışlarda giysi üzerindeki atış artıklarını (çinko ve titanyum) saptamak için Zincon Ayıracı kullanılır.

Bu ayıracı hazırlamak için önce 8 g amonyum nitrat 1 litre distile suda eritilir, %25'lik amonyum hidroksit ilave edilerek pH'sı 9'a getirilir. Bu tampon çözeltinin 1 litresi içinde 0.13 g zincon eritilir (zincon = 2-carboxy-2'-hydroxsy-5'-sulfoformazylbenzene). Selüloz hidratlı plastik bu Zincon Ayıracında 15 dakika bekletilir. Sonra delik ihtiva eden kumaşla beraber prese konur. 0.15 MPa'lık bir basınç 20 dakika süreyle uygulanır ve çıkarıldıktan sonra saç kurutma makinası ile kurutulur. Mavi renklenme pozitif sonuç verir. Bakır da bu ayıraçla mavi renk verir. Giysinin bakırdan yapılmış fermuar, düğme gibi yerlerine yakın bölgelerde çalışılırken bu hususa dikkat edilmelidir. Zincon Ayıracı yerine Chlorindazone D S Ayıracı da kullanılabilir. Bu ayıraç ayrıca bakır ve çinkoya da hassastır. Giysi üzerinde mevcut ateşli silahla husule getirilmiş deliğin gömlekli mermi çekirdeği ile mi, gömleksiz mermi çekirdeği ile mi meydana getirildiği, gömlekli ise gömleğinin yapısının ne olduğu sorusuna cevap verebilmek için ise Dithiooxamide (Rubeanic asit) testi uygulanır. Bu amaçla giysi, giriş deliği üstte olacak şekilde ütü masasına konur. Bir filtre kağıdına %10'luk amonyum hidroksit püskürtülerek bu kâğıt delik merkezlenerek giysi üzerine konur. Üzeri filtre kağıtları ile örtülerek ütülenir. Filtre kâğıdı kuruduktan sonra giysi üzerinden alınıp üstüne Dithiooxamide'in %95'lik etanoldeki %0.1'lik çözeltisi püskürtülür. Kurşun için sarı, bakır için yeşil-siyah, nikel için ise mavi-pembe renk oluşur. Ayrıca bu ayıraç kobalt ile kahverengi renk oluşturur.

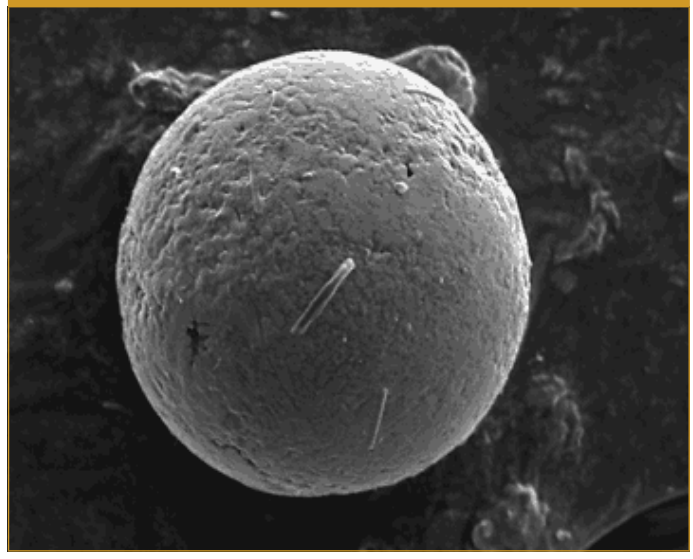
4. Nötron Aktivasyon Analizi (NAA)

Baryum ve antimon tayini için hassas bir yöntemdir (Heard B.J, 2008). Materyal nükleer reaktörde nötron bombardımanına tabi tutulur. Bu işlem sonucunda nötral durumdaki Ba^{138} radyoaktif Ba^{139}, nötral durumdaki Sb^{121} de radyoaktif Sb^{122} haline gelir. Radyoaktif Ba^{139} ve Sb^{122}, gama ışınları yayarlar. Bu gama ışınlarının enerjileri ve radyoaktif maddenin yarılanma ömrü maddeyi tanımlar. Birim zamandaki puls sayısı da element miktarının bir ölçüsüdür.

5. Enerji Dağılımlı X-Işını Analizörlü Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM /EDX)

Görüntü elde etmek için ışık yerine elektronun kullanıldığı bu mikroskop ile ateşli silah atış artıklarının aranması son yıllarda çok yaygınlaşmıştır (Andrasko & Maehly, 1977). İncelenecek atış artıkları, materyal (özellikle cilt) üzerinden çift taraflı yapışkan bantlı stublarla toplanır. Bantlar 12 mm çapındadır. Toplama işleminden sonra bantlar karbonla kaplanarak analize hazır hale getirilir. Bu yöndeki çalışmalar için başka türlü atış artığı toplama yöntemleri de vardır. Bunlardan bir tanesi özellikle cep içi, çanta içi gibi yerlerden toplamada yararlı olan vakumlama yöntemidir. Bu yöntemde biri 10 -20 µm diğeri 0.8 µm çapında iki süzgeci olan 25 mm çaplı silindir şeklinde bir alet kullanılır. Bu alet artığın elde edileceği yüzeye temas ettirilip vakum uygulanır. Aletin tipine göre 10 veya 20 µm'dan küçük, 0.8 µm'dan büyük çapta partiküller toplanır ve bunlar çift taraflı yapışkan bantlara aktarılarak normal inceleme yöntemine geçilir. İnceleme sırasında genellikle, hızlandırıcı voltaj 20 – 30 kV, çalışma mesafesi 20 - 40 mm arasında olmakta, geri saçılmış elektron görüntüleri tercih edilmektedir. Atış artıkları karakteristik olarak küresel şekilli ve 5 µm çapındadır. Andrasko ve ark. atış artıklarının çoğunun 1- 5 µm çapında olduğunu, 30 µm'ye kadar olan çaplarda atış artıklarına da rastlandığını bildirmişlerdir. Basu ve ark. ise atış artıklarının çaplarının 0.1- 5 µm arasında değiştiğini 55 µm ulaşan çaplarda olanlarının da görüldüğünü söylemişlerdir. Sintox mermilerle çalışan Wenz ve ark. atış artığı partiküllerinin 75 µm çapında olduğunu görmüşlerdir. Bhattacharya, atış artıklarını çaplarının 0.1- 100 µm arasında olabileceğini ve şekillerinin % 70 oranında küresel olduğunu söylemiştir (Şekil 23).

Şekil 23
SEM/EDX ile elde edilmiş tipik bir atış artığı görüntüsü



Bu yönde yapılan birçok çalışma sonucunda, atış artıklarının çalışılan mermilere göre farklılıklar gösterdiği; PbBaSb, BaSb, PbBa, BaCaSi, PbSnBa, TiZn, Hg gibi elementler içerdiği görülmüştür.

6. Alevsiz Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrisi (AAAS)

Atış artıkları arasında bulunan çoğunluğu kapsülden kaynaklanan Pb, Ba, Sb gibi ağır metallerin aranmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Herad, B.J., 2013). % 5 veya 10'luk nitrik asitle ıslatılmış pamuk svapla şüphelinin eli silinir. Hangi elin kullanıldığı düşünülüyorsa diğer elin içinden başlanarak sırayla o elin dışı, ateş eden elin içi ve dışı svaplanır. Bunlar bir de boş svapla birlikte analiz için hazırlanır. Svaplar çubuklarından ayrılıp bir tüpe konur ve üzerine 3 ml kadar % 5'lik nitrik asit eklenir. Elementlerin çökmesi sağlandıktan sonra süzülüp temiz bir tüpe aktarılır. Bu tüp standartları ihtiva eden tüp ile birlikte cihazın raflarına dizilir ve analiz başlatılır. Alevsiz atomik absorpsiyon spektrofotometrisinin çalışma prensibi basit olarak şöyledir: Aranan elemente ait lambadan grafit fırında gaz haline getirilen numune üzerine ışın gönderilir. Buradan geçen ışınların ne kadarının absorplandığı bir detektör vasıtasıyla saptanır. Konsantrasyonu bilinen standartlardan elde edilen absorpsiyon-konsantrasyon eğrisi yardımıyla miktar tayini yapılır. DiMaio pozitif sonuç olarak kabul edilmenin alt sınırı

olarak antimon için 35 ng, baryum için 150 ng, kurşun için 800 ng değerlerini esas almıştır. Ancak daha öncede bahsedildiği üzere mermi yapılarındaki farklılıklar başta olmak üzere birçok faktörün etkisi daima göz önünde bulundurulmalıdır. Bu cihaz ile çalışma yapmak üzere atış artıkları toplamak için genellikle tıbbi plaster kullanılır. Ancak bu yukarıdaki kadar verimli sonuçlar vermez. Bununla beraber kolay elde edilir ve pratik olması nedeniyle olay yeri inceleme ekipleri tarafından tercih edilmekte olup, uygulamada çok sık karşılaşılmaktadır. Yaklaşık olarak 5x6 cm boyutlarında kesilen plasterler cilde yapıştırılıp kaldırılmak suretiyle, tıpkı pamuk svapda olduğu gibi bir sıra takip ederek atış artıkları toplanır. Bunlar bir kap içinde, üzerine % 10'luk nitrik asit konularak 5-6 saat bazen de 12 saate varan sürelerde (zor çözünen antimonu da elde edebilmek için) bekletilir. Isıtılması da mümkün olmakla beraber bu durumda plaster yapışkanının erimesi sonucu kirlilik olacağından çoğunlukla tercih edilmemektedir. Bu elde etme yöntemleri diğer yüzeyler de uygulanabilmekle beraber en fazla el üzerinde atış artıkları aranmasında kullanılmaktadır. Bu tür çalışmalarda atış artığı toplamada kullanılan diğer bir yöntem çözeltiye daldırmadır. % 5'lik nitrik asit çözeltisinin bulunduğu plastik torbalara şüpheli el sokularak atış artıkları elde edilir.

Histokimyasal Yöntemler

Ateşli silahların neden olduğu yaralanmalarda giriş deliği bölgesinde yapılan histolojik incelemelerde deride ve alt dokudaki değişimler ile burada atış artıklarının gözlenmesi önemli ipuçları sağlamaktadır. Fakat, bu gözlemlerin kimyasal yollarla doğrulanması oldukça önemlidir. Bu amaçla, atış yeteri yakınlıktan yapılmış ise, söz konusu dokularda bulunabilecek olan atış artıklarından baryum, kurşun ve kalsiyum ile reaksiyona giren organik bir boya olan Alizarin Red S (ARS) kullanılır (Tuğcu, 2001). Kurşunun varlığında koyu mor, baryumla kırmızı, kalsiyum ile kırmızı-turuncu renk verir. Bu çalışma, elde edilen bulguları matematiksel olarak dönüştüren bilgisayar destekli görüntü analizi yöntemi ile birlikte de kullanılmaktadır. Özellikle bitişik ve 2.5 cm mesafeye kadar olan atışlarda histolojik kesitlerde ARS çok etkili olarak boyama yapabilmektedir.

7. İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometrisi (ICP-MS)

ICP-MS sistemi örnek içerisinde eş zamanlı olarak bir ya da daha fazla elementin, kalitatif, yarı-kantitatif ve/veya kantitatif olarak tespit edilmesinde başarıyla kullanılan bir analitik tekniktir. ICP-MS'in önemli avantajlarından biri, kütle spektrometrik belirleme ile optik belirlemeye göre daha düşük gözlenebilme sınırları sağlamasıdır. ICP-MS yönteminin, hız ve eş zamanlı çoklu element analizleri gibi diğer benzer analitik tekniklere göre avantajları vardır (Koons, 1998; Stulova vd., 2004).

Av Tüfeklerinde Saçma Dağılımına Göre Atış Mesafesi Tayini

Av tüfekleri ile yapılan atışlarda, ateşli silahlarda atış mesafesi tayini yöntemlerine ilave olarak bu yöntemlerin işe yarayamayacağı mesafelerde bile atış mesafesi tespiti yapılabilmesine olanak vardır. Bu olanak, av tüfeklerinde kullanılan mermilerin yapılarından kaynaklanmaktadır. Bu mermilerde kullanılan saçmalar atıştan sonra namluyu küme halinde terk ederler. Namludan çıktıktan sonra bir süre toplu olarak ilerledikten sonra bir koni benzeri yapı meydana getirecek şekilde mesafe kat etikçe birbirlerinden ayrılır ve sonunda dağılırlar. Toplu olarak gidiş mesafeleri ile dağılım dereceleri çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterirler (Çelikel, A., 2008; Yücel, 1997).

Saçmaların dağılımını etkileyen faktörler:

Av tüfekleri ile yapılan atışlarda saçmaların, atış mesafesinin artması ile birlikte göstermiş oldukları dağılımı etkileyen faktörler aşağıda gösterilmiştir. Saçma çapı, Namlu uzunluğu, Şok derecesi, Tapa yapısı, Saçma yapısı. Standart bir av tüfeğinin namlusu kesilerek kısaltılmakta, dipçiği de kesilip kabzaya benzer bir hale getirilmektedir. Bu tür silahlarla yapılan atışlarda saçmalar namlunun kısaltılması ile orantılı olarak çok daha kısa mesafelerde (örneğin 25-50 cm mesafede) dağılmaya başlamakta ve dağılım dereceleri de artmaktadır (Şekil 24).

Şekil 24
5 m mesafeden 2 nolu saçmalarla 55 cm uzunluğunda, tam şoklu namluya sahip bir av tüfeği ile yapılan atışta bez hedef üzerinde saçma taneleri geçişiyle oluşmuş delikler



Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Çelikel, A. (2008). *Av Tüfeği Namlu Uzunluğunun Saçma Dağılımına Etkisi ve Atış Mesafesinin Belirlenmesinde Önemi.* [Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi].

Andrasko J, Maehly A.C. (1977). Detection of Gunshot Residues on Hands by Scanning Electron Microscopy. *Journal of Forensic Sciences.;22*(2): 279-287. [Crossref]

Berg S.O. (1986). The Forensic Ballistic Labaratory. Eds.: Tedeschi CG, Eckert WC, Tedeschi LC.: *Forensic Medicine.* W.B. Saunders Philadelphia: 526-569.

Çakır İ. (1997). *Pompalı Av Tüfeği ile Yapılan Atışlarda Saçmaların Dağılımına Göre Atış Mesafesi Tayini.* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniver-

sitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Çerkezoğlu A. (1995). Sodyum Rodizonat Testi: *Giysilerdeki Atış Artıklarından Atış Mesafesi Tayini*. Uzmanlık Tezi. Adli Tıp Kurumu. İstanbul.

Di Maio V.J.M. (1999). Gunshot Wounds, Practical Aspects of Firearms, *Ballistics and Forensic Tecniques*. CRC Press. LCL [Crossref]

Dillon J.H. (1990). The Sodium Rhodizonate Test: A Chemically Specific Chromophoric Test For Lead in Gunshot Residues. *AFTE Journal*, 22:251-256.

Dillon JH. (1990*)*. The Modified Griess Test: A Chemically Specific Chromophoric Test For Nitrite Compounds in Gunshot Residues. *AFTE Journal*, 22:243-251.

Heard B.J. (2008). *Handbook of firearms and ballistics*: examining and interpreting forensic evidence, John Wiley&Sons [Crossref]

Heard B.J. (2013). *Forensic ballistics in court,*. Wiley-Blackwell.

Koons R.D. (1998) Analysis of gunshot primer residue collection swabs by ICP-MS, *J. Forensic Sci.43*(4):748-754. [Crossref]

Menzies R.C., Scroggie RJ, Labowitz DI. (1981). *Characteristics of Silenced Firearms and Their and Wounding Effects Journal of Forensic Sciences. 26*(2):239-262. [Crossref]

Romolo F.S., Margot P. (2001). Identification of Gunshot Residue, A Critical Review. *Forensic Science Internetional.;119*(2001):195-211. [Crossref]

Sellier, K, G, Kneubuehl, B, P, (1994). *Wound Ballistics and the Scientific Background*. Elsevier. [Crossref]

Soysal Y, (2004). *Ateşli silahlarda susturucu kullanımının atış artıklarına etkileri*, [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Stulova K., Vaculovic T., Kanicky V. (2013). *Analysis of gunshot residues by LA-ICP-MS*, MendelNet.

Özdemir, T.. (2019) *MKEK yapımı 9x19 mm parabellum fişekleri kullanılarak yapılan atışlarda el üzerinde kalan atış artıklarının İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometri (ICP-MS) ile tespiti.* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 606819).

Tuğcu H. (2001). *Görüntü Analizi Yöntemiyle Ateşli Silah Atış Artıklarının Tespiti*. [Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 107892).

Üner H.B. (1993). Ateşli silah atış artıkları. *Adli Tıp Dergisi. 9*, 83-89.

Üner H.B. (1991). *Elbiseden Atış Mesafesi Tayininde Etkili Bir Yöntem Geliştirilmiş Griess* Yöntemi *Ayracı*. [Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Üner H.B., (1993). Atasoy S. Geliştirilmiş Griess Testi ile Atış Uzaklığı Tayini. *Adli Tıp Dergisi,9*:97-104.

Üner H.B., Çerkezoğlu, A., Şam, B. (1997). Sodyum Rodizonat Testi: Atış Artıklarındaki Ağır Metaller için Spesifik Bir Test. Adli Tıp Bülteni, 2(2):52-55.

Uner HB, Gokdogan MR, Cakan H. (2003). Some samples of weapons and instruments used as weapon in criminal offenses in Turkey. *Forensic Science International, 132* (2) 113-116. [Crossref]

Uner HB, Gurpinar SS, Cakir I. (2001) Mole gun-an unusual firearm, a case note. *Forensic Science International, 118* (1) 83-85. [Crossref]

Üner H.B., Çakır İ. *Adli Balistik*. (2007). s.2-5, 36-42, 87-88, 106-109. Arıkan Basımevi, İstanbul.

Warlow T., (2005). *Firearms, The Law, and Forensic Ballistics*, CRC Press. [Crossref]

Yilmaz R, Birincioglu I, Uner HB, Günce E. (2007). Pen guns in Turkey. *J Forensic Sci. 52* (1) 116-8. [Crossref]

Yilmaz R., Birincioglu I., Cakir I., Uner H.B., Acikgoz D., Seckin C. (2007). Mole guns in Turkey in 2003-2005. *Journal of Forensic Sciences, 52* (1) 114-115. [Crossref]

Yücel F. (1997) Çeşitli *Av Tüfeği ve Fişekleri ile Yapılan Atışlarda Hedefte Görülen Namlu Ürün Artıklarına Göre Atış Mesafesinin Belirlenmesi*. [Uzmanlık Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

BÖLÜM 9
ADLİ ANTROPOLOJİ

Derya ATAMTÜRK DUYAR
Ayşegül ŞAHİN

DOI: 10.5152/0609

Adli Antropoloji

Forensic Anthropology

BÖLÜM HAKKINDA

Adli antropoloji genellikle adli olayları aydınlatmak amacıyla insan kalıntılarını inceleyerek kimlik tespitini yapan bir alan olarak bilinmektedir. Ancak adli antropologlar sadece kimlik tespiti yaparak değil aynı zamanda iskelet üzerinde varyasyonları, patolojik ve travmatik izleri analizi ederek ölüm zamanı, ölüm nedeni ve yaşam biçimini belirlenmeye yönelik tespitlerde de bulunurlar. Ayrıca sadece iskeletleşmiş kalıntıları değil aynı zamanda vücut izlerinden de kimlik tespiti yaparak adli olayların çözülmesine yardımcı olurlar. Günümüzde adli antropoloji daha çok toplu ölümlerin gerçekleştiği deprem ve savaş gibi olaylar sonrası çürümüş ve bütünlüğü bozulmuş insan kalıntılarının kimliklendirilmesi konusunda katkı sağlamasıyla tanınır hale gelmiştir. Adli antropologlar analizlerini biyolojik antropoloji alanında geliştirilmiş metodolojiyi izleyerek yaparlar. Ancak bu alandan farklı olarak popülasyon bazında değil birey/ler bazında yanıt araması ve güncel verilerden geliştirilen yöntemleri dikkate almasıyla ayrılırlar. Bu çalışmada, adli antropoloji alanında nasıl bir çalışma yolu izlendiği anlatılmıştır. Ele geçen kalıntıların insana ait olup olmadığının belirlenmesinde ve insana aitse kaç bireye ait olduğunun saptanmasında hangi yöntemlerin kullandığından bahsedilmiştir. Aynı zamanda birey(ler)in ölüm zamanı ve ölüm nedenin belirlenmesinde (travma ve/ya patolojik) ve biyolojik profilin (cinsiyet, yaş, vücut ağırlığı ve boy tahmini) saptanmasında başvurulan teknik ve yöntemler kaydedilen son gelişmeler ışığında değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Adli antropoloji, kimliklendirme, biyolojik profilin belirlenmesi

ABOUT the CHAPTER

Forensic anthropology is generally known as a field that makes identification by examining human remains in order to solve forensic cases. However, forensic anthropologists do not only make identification. They can also determine the time of death, cause of death and lifestyle by analyzing variations, pathological and traumatic traces on the skeleton. They also help solve forensic cases by identifying not only skeletal remains but also body traces. Today, forensic anthropology has become known for its contribution to the identification of decomposed and damaged human remains after events such as earthquakes and wars where mass deaths occurred. Forensic anthropologists conduct their analyzes following methodology developed in the field of biological anthropology. However, they differ from this field in that they seek answers on an individual/individuals basis rather than on a population basis and take into account methods developed from current data. In this study, the way of working in the field of forensic anthropology is explained. It was mentioned what methods were used to determine whether the unearthed remains belonged to humans or not, and if so, to determine how many individuals they belonged to. At the same time, the techniques and methods used in determining the time of death and cause of death of the individual(s) (traumatic and/or pathological) and the biological profile (gender, age, body weight and height estimation) were evaluated in the light of the latest developments.

Keywords: Forensic anthropology, identification, determination of biological profile

Giriş

Antropoloji, kültürel ve biyolojik çeşitliliğe yoğunlaşarak geçmişte ve günümüzde yaşayan insana ait izleri takip ederek --demografik, patolojik ve toplumsal ve kültürel özellikler gibi-- yaşam biçimine dair bilgileri toplamayı amaçlar. İnsanın, zaman ve mekan içerisinde biyolojik, sosyal ve dil açısından çeşitliliğini inceleyen antropoloji genellikle iki büyük bilim dalına ayrılır. Bunlar biyolojik antropoloji ve sosyal (kültürel) antropolojidir. Sosyal antropoloji daha çok kültürel çeşitliği açıklamak için kültürel karakterlere odaklanırken, biyolojik antropoloji insanın biyolojik evrimini ve çeşitlenişini açıklamak için biyolojik karakterlerine odaklanır. Bu bakış açısıyla biyolojik antropologlar primatoloji, paleodemografi, paleopatoloji, dental antropoloji, moleküler antropoloji, spor antropolojisi ve ergonomi gibi birçok alana yoğunlaşmıştır. Biyolojik antropoloji içerisinde adli olayların çözümü için insan materyalleriyle ilgilen alanı adli antropolojidir.

Adli antropoloji, klasik anlayışa göre, iskeletleşmiş insan kalıntılarının morfolojik açıdan incelenerek kimlik tespitinin yapıldığı alan olarak bilinmektedir. Ancak günümüzde

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Derya Atamtürk Duyar[1]

Ayşegül Şahin[2]

[1] İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü, Paleoantropoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
[2] Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Politikası Ana Bilim Dalı, Eskişehir, Türkiye
E-posta: deryaatamturk@gmail.com
aysegulsahin@anadolu.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Atamtürk Duyar, D., Şahin, A. (2024). Adli antropoloji. F. Aşıcıoğlu (Ed). Adli bilimler içinde (s. 109-117). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

gelişen yeni bakış açılarıyla birlikte, alanın, yumuşak doku ve insana ait izlerin incelenmesini de içine alacak şekilde genişletilmesinin gerekliliği ortaya koyulmuştur (Atamtürk, 2003:2004; Ubelaker, 2008). Bu durumda adli antropoloji, adli olayların aydınlatılması için insan morfolojisinin normal ve normal olmayan özelliklerine odaklanarak iskeletten, fiziksel karakterlerden ve arta kalan izlerden yararlanarak kimlik tespiti yapmayı, iskelet ve çevresinde bulunan diğer kalıntıları da değerlendirmeye alarak yaşam biçimini, ölüm nedenini ve biçimini belirlemeyi hedefleyen alan olarak tanımlanabilir.

"Adli Antropoloji" teriminin başında yer alan "adli" kelimesi, yalnızca adli makamlar tarafından gönderilmiş olan iskelet materyallerinin biyolojik profilini belirleyerek kimlik tespitinin yapıldığı düşünülmemelidir. Çok sayıda bireyin öldüğü, kimlik tespitinin yapılmasını zorlaştıracak halde cesetlerin yandığı, parçalandığı ya da karışmış halde ele geçtiği deprem, tsunami gibi doğal afetlerde, kara, hava ve deniz taşıtlarının kazalarında, terör saldırıları ve savaş sonucu meydana gelen katliamlarda da adli antropologlar kilit rol alırlar. Örneğin Kosova'da insan kalıntılarının keşfi ve kimliklerinin tespitinde adli antropologlar önemli bir rol almışlardır (Rainioa ve ark., 2001; Djuric, 2004). Benzer biçimde Dünya Ticaret Merkezi'nde olduğu gibi büyük bir patlama sonucunda parçalanan, yanan ve karışan insan kalıntılarının analizinde adli antropologlara başvurulmuştur (Budimlija ve ark. 2003). Son zamanlarda çocuk pornosu kurbanlarının kimlik tespitinde veya reşit olmayan bireylere ait video gözetim kameralarından yaş belirlemesinde de adli antropologlar vazgeçilmez elemanlar halini almışlardır (Catteneo ve ark., 2012)

Adli antropolojik çalışmalarda araştırmacılar esas olarak, biyolojik antropologlar tarafından geliştirilmiş olan yöntem ve teknikleri uygularlar. Tıpkı biyolojik antropologlar gibi, iskelet üzerinde iz bırakan hastalıkları ve travmaları belirleyip, yorumlayarak kültürel ve biyolojik etkenlerle ilişkilendirirler; insan varyasyonlarını göz önüne alarak birey/ler hakkında bilgi edinmeye çalışırlar; biyolojik profili belirleyen tahminler yaparlar. Biyolojik antropoloji ve adli bilimlerin bakış açısını bir arada harmanlayan adli antropologlar elde edilen bilginin değerlendirilmesinde kimi zaman geleneksel biyolojik antropolojik bakıştan bir miktar uzaklaşırlar. Biyolojik antropologlar daha çok geniş örneklemler üzerinde çalışarak eski insan topluluklarının yaşam biçimlerini, davranışlarını ve sağlık profillerini tanımlayacak bilgilere ulaşmayı hedeflerler. Adli antropologlar genellikle biyolojik antropolojinin genelleyici bakışını birey/lere indirgeyerek, kimlik tespit etmeye yönelmek durumundadır.

Biyolojik antropologlar genellikle "eski" insan iskeletleri üzerinde uygulanacak yöntemleri geliştirmeye ağırlık verirken, adli antropologlar "günümüz" verilerine ihtiyaç duyarlar. Ancak, özellikle biyolojik profili belirlemede kullanılan teknik ve hesaplamalar günümüz toplumlarına henüz uyarlanmadığından eski iskelet serilerinden elde edilmiş veri ve kriterlere başvurmak çoğu zaman bir zorunluluktur. Adli antropologların inceledikleri materyallerin tarihi (eskiliği) de genelde biyolojik antropologların inceleme materyallerinden farklıdır. Biyolojik antropologlar primatların ilk ortaya çıktığı Senozoik dönemin başından günümüze kadar geçen zaman aralığında insan veya insanın atası olabilecek canlılarla ilgilenirler. Adli antropologlar için ise eskiliği 100 yılı geçen kalıntılar adli bir olgu olmaktan ziyade tarihi ya da arkeolojik olgudur (Sauer & Lackey, 2000).

Adli antropoloji alanında hem yumuşak dokusu korunmuş hem de iskeletleşmiş insan kalıntılarından ve ölümün gerçekleştiği çevresel kalıntılardan bilgilerin toplanıp, değerlendirmesinde çeşitli protokoller" takip edilir. Bunlar içesinde Snow (1982)'un önerdiği protokol en çok dikkate alınanlardan biridir. Snow protokolüne göre şu sorulara cevap aranmaktadır:

1. Ele geçen kalıntılar insana mı aittir?
2. Ele geçen kalıntılar kaç bireye aittir?
3. Ne zaman ölmüştür?
4. Ölüm yaşı nedir?
5. Ölen kişinin cinsiyeti nedir?
6. Ölen kişinin "ırkı" nedir?
7. Ölen kişinin boy uzunluğu, ağırlığı, fiziksel yapısı nasıldır?
8. İskelette önemli bir anatomik anomali var mıdır? Belirgin bir hastalık, yaralanma var mıdır?
9. Neden ölmüştür? (kurşun yarası, travma, hastalık gibi)
10. Nasıl ölmüştür? (doğal, kaza, cinayet, intihar gibi).

Her ne kadar yukarıda verilen Snow protokolü klasik bir başvuru kaynağı olsa da eksikliklerinin olduğu da belirtilmelidir. Örneğin antropologlar iskelet analizleriyle elde edilebilen kültürel deformasyonlar, beslenme alışkanlıkları ve sosyoekonomik durumuna dair bilgilerle birey/lerin kimliği konusunda ipuçları yakalayabilirler. Yukarıdaki maddelere, kalıntıların adli açıdan önemli olup olmadığı sorusu da eklenebilir; çünkü genellikle 100 yıl ve daha eski olan kalıntıların adli açıdan önemi bulunmamaktadır. Snow protokolüne eklenmesi gereken maddelerin yanı sıra çıkarılması gereken bir madde bulunmaktadır. Protokolün altıncı maddesini oluşturan "Ölen insanın ırkı nedir?" sorusu çıkarılmalıdır. Bilindiği üzere "ırk" anlayışı tipolojik bakışın bir ürünü olup insan gruplarını belli ideal tipler üzerinden kategorize etme yaklaşımıdır. Ancak biyolojik ve morfolojik varyasyonlar "ırk" şeklinde ifade edilen gruplar arasında keskin ayrımların olmadığını, farklılıkların süreklilik gösterdiğini ortaya koymuştur. Süreklilik gösteren bir özellik üzerinden gruplara ayırma işlemi keyfi olup, araştırıcıdan araştırıcıya farklılık gösterir.

İnsana Ait Materyallerin Keşfedilmesi ve Kaldırılması

Gömülen ya da bir alana bırakılan kemiklerin keşfinde diğer alanlarda uzmanlaşmış kişilerle birlikte çalışan adli antropologlar, iskelet kalıntılarının toplanmasında kilit rol oynarlar. İskeletlerin dikkatli ve sistematik bir şekilde toplanması, kemik kaybının daha az olacağı ve kemik üzerindeki mevcut delillerin sağlıklı bir şekilde analiz edileceği anlamına gelir. Örneğin yeniyetme birine ait bir dişin bile kaybedilmeden ele geçmesi, yaş tespiti için son derece önemli olabilmektedir.

Adli olay olma niteliğine sahip insan iskelet kalıntıları arazide çeşitli yollarla keşfedilmektedir. Bazen inşaat işçileri, avcılar, mevsimlik işçiler ve spor yapan insanlar gibi uzman olmayan kişiler tarafından tesadüfen fark edilmekte, adli olay mahallî adli mercilere haber verilmektedir. Kimi zamanda bir çukura gömülü ya da uçak kazası ve terör saldırısı gibi olaylar sonucunda alanda parçalanmış, dağılmış vaziyette ele geçebilmektedir. Farklı dönemlere ait arkeolojik alanların taraması ve çeşitli mezar biçimlerindeki iskeletmiş bireylerin çıkarılması, toplaması ve rapor edilme konusunda tecrübeye sahip antropologlar, adli mercilere

yansımış insana ait materyallerin keşfedilmesi ve kaldırılmasında da önemli bir rol oynarlar.

Kemik kalıntılar arazide dağınık olarak ele geçtiğinde antropologlar öncelikle buluntuların çizimini yapıp, fotoğrafını çekerler. Kaybı en aza indirmek için buluntuların envanterini çıkarırlar (Cattaneo, 2007). Kalıntılar gömülü ise antropolojik kazı tekniklerini kullanırlar (Sevim & Duyar, 1992; Stanford ve ark., 2013). Bundan sonra alandan toplanan kalıntıların laboratuvar ortamında daha detaylı incelenme süreci başlar. Laboratuvar analizlerinde, öncelikle her bir kemiğin varlığı ve durumu belirlenip, envanteri çıkarılır. Sonrasında biyolojik profilin belirlenmenin yanı sıra varyasyonlar, travmalar ve patolojik izlerin olup olmadığı incelenir. Böylece neyle, nasıl öldürüldüğü konusunda bilgi edinmenin yanı sıra kimlik tespitinin yapılabilmesi için kanıtlara ulaşılmaya çalışılır.

İnsana Ait Olup Olmadığının Belirlenmesi

Yumuşak doku korunmuşsa buluntunun insana mı yoksa hayvana mı ait olduğunu ayırmak kolaydır. Ancak yumuşak doku tamamen çürümüş, parçalanmış, yanmış ve kuru kemik haline gelmişse insan ile hayvan kemiklerini ayırmak çoğu zaman uzmanlık gerektirir. İnsan iskeletinin anatomisiyle ilgili detaylı bilgiye sahip olan antropologlar kemiklerin morfolojisine bakarak insana ya da hayvana ait olduğunu kolaylıkla belirleyebilirler. Ancak çok fazla parçalanmış ya da ufalanmış kemikleri ayırmakta güçlük çekebilirler. Böyle durumlarda antropologlar, protein analizleri ve kemiğin mikroskobik yapısının izlenmesine dayalı çeşitli spesifik testler uygulayarak (Sauer & Lackey, 2000; Mulhern & Ubelaker, 2001), insan-hayvan iskeletinin ayrımını yapmaktadırlar.

Kaç Bireye Ait Olduğunun Belirlenmesi

Ele geçen iskelet kalıntılarının insana ait olduğu tespit edildikten sonra, kalıntıların kaç bireye ait olduğu sorusuna cevap aranır. Bütünlüğü korunmuş iskeletlerde birey sayısını belirlemek görece daha kolay işlem olsa da, çok sayıda bireyin öldüğü uçak ya da hızlı tren kazası gibi olaylar sonucunda yanmış, ezilmiş, parçalanmış ve karışmış kalıntıların kaç bireye ait olduğunun belirlenmesi daha fazla uzmanlık ister. Bu tür durumlarda mevcut olan vücut parçaları öncelikle bebek, çocuk ve erişkin şeklinde yaş gruplarına, ardından cinsiyet gruplarına göre ayrılmaktadır. Vücut kısımlarının cinsiyet ve yaş gruplarına göre sıralanmasının ardından boyut ve morfolojik özelliklerinden yola çıkılarak birey sayıları belirlenmektedir.

Ölüm Zamanının Tahmini

İskelet kalıntılarında postmortem zamanı (ölümden sonra geçen süre) belirlemek- güçtür. Yine de antropologlar cesedin iskelet haline geldiği iklim, toprağın bileşimi, mevsimsel değişimler, mikroçevre gibi birçok faktörü bir arada değerlendirerek ölüm zamanını netleştirmeye çalışırlar. İskelet haline gelmiş bireylerin ölüm zamanının belirlenmesinde en çok tercih edilen yol C14 analizleridir. Bu teknikte, farklı yerlerden alınan kemik dokulardan elde edilen nicel radyo karbon değerleri, bireyin yaşı ve diğer faktörlerle birlikte değerlendirilir. Ölüm zamanının belirlenmesinde hem yumuşak doku varken hem de kuru kemik halindeyken uygulanabilen Vass yaklaşımına da sıklıkla başvurulmaktadır (Vass ve ark., 1992). Bu teknikte ceset iskelet halinde ise cesedin çürüdüğü toprak çökeltideki anyon ve katyonların konsantrasyonlarındaki değişim, yumuşak doku mevcutsa dokunun çürümesiyle ilgili olan uçucu yağ asitlerindeki konsantrasyon değişimi ölçülerek ölüm zamanı tahmin edilebilmektedir.

Biyolojik Profilin Oluşturulması

İnsanın kimliğinin saptanmasında, bir bireyi diğerlerinden ayıran temel özelliklerin belirlenmesi önemlidir. Öncül amaçları kimlik tespiti yapmak olan adli antropologlar iskelet kalıntılarında ya da izlerinde "biyolojik profil" adıyla da ifade edilen birey belirleyicilerini analiz ederler. Belli başlı birey belirleyicileri cinsiyet, yaş, ten rengi, boy uzunluğu ve vücut ağırlığıdır. Ayrıca osteoloji ve paleopatoloji alanında uzmanlaşan antropologlar insan kalıntılarında iz bırakan hastalık ve lezyonlardan, stres belirteçlerinden, ölçülemeyen (non-metrik) özelliklerden veya anatomik anomalilerden de yararlanarak bireyin biyolojik profilini belirlemeye çalışırlar.

Cinsiyet Tespiti

Yumuşak dokusu korunmuş vücut parçalarında veya iskelet haline gelmiş insan kalıntılarında kimlik tespiti yapılması gerektiğinde öncelikle cinsiyetin doğru tayin edilmesi gerekir. Çünkü kimliğin diğer önemli bileşenlerinin (boy uzunluğu, vücut ağırlığı vs.) tespiti büyük ölçüde cinsiyetin doğru tespitine bağlıdır (WEA, 1980; Byers, 2002). Ayrıca cinsiyetin bilinmesi, eski insan topluluklarında cinsiyetlere özgü ölümlülük, beslenme ve hastalanma oranlarının anlaşılmasına yardımcı olur. Aynı zamanda bir toplumdaki—statü farklılıklarının ve annenin toplumsal rolünün anlaşılması gibi—cinsiyete dayalı rollerdeki kültürel etkileri ortaya çıkarmak açısından da önemlidir. Adli olaylarda cinsiyet tayinine ise, cinsel istismar sonucu veya organ nakli gibi nedenlerle cinayete kurban gitmiş çocukların yanı sıra savaş ve doğal afet gibi nedenlerle meydana gelen toplu ölümlerde kimliklerin ayırt edilmesine yardım ettiği için başvurulmaktadır (Atamtürk, 2016).

Antropologlar cinsiyet tespiti yaparken iskelette cinsiyete dayalı farklılıkları sistematik olarak tanımlayan çalışmaları temel alırlar. Ancak bunu, cinsiyet belirleyici kriterlerin bireyler ve popülasyonlar arasında varyasyon gösterdiği bilinciyle gerçekleştirirler. Hangi popülasyona ait olursa olsun genellikle erkek iskeleti daha iri ve kaba yapılı iken, kadın iskeleti daha ince yapılı ve ufak olma eğilimindedir. Ancak bir toplumda iri-kaba yapılı boyutlara sahip erkekler olduğu gibi narin-ufak yapılı erkekler de olabilmektedir. Ya da bir popülasyonda tüm bireyler erkeksi ya da kadınsı iskelet özellikleri gösterebilmektedir. Dolayısıyla popülasyonun genel iskelet yapısının bilinmesi, bireyin cinsiyetinin doğru tahmin edilmesi için elzemdir.

Erişkinlik öncesi bireylerde cinsiyet tayini yapılırken özellikle uzun kemikler, mandibula, foramen magnum ve oksipital kondiller ve pelvis olmak üzere çeşitli anatomik bölgelere odaklanılır. Ancak bu bölgelerdeki cinsiyete dayalı farklılıklar ergenliğe kadar belirgin değildir. Bu nedenle antropologlar yetişkinliğe ulaşmamış bireylerde cinsiyet tayini yapmaları gerektiğinde makroskobik ve morfometrik teknikleri DNA sonuçlarıyla bir arada değerlendirerek cinsiyet tayinini daha güvenilir hale getirirler.

Erişkin bireylerin iskeletlerde cinsiyet tayininde ilk olarak -tüme yakın olarak ele geçerse- %90-100 oranında doğru sınıflamaya imkân veren morfolojik tekniklere başvurulur. Ancak her zaman iskeletin tümü ele geçmemekte veya üzerinde yumuşak doku

olduğunda kemikler direkt olarak gözlenememektedir. Buradan hareketle son zamanlarda moleküler yöntemlerle ve vücudun çeşitli kısımlarından alınan metrik ölçülere dayalı olarak cinsiyet tayini yapma eğilimi ivme kazanmıştır. Bu da günümüz antropologlarına ele geçen en küçük vücut kalıntısından bile cinsiyet tayini yapmasının yollarını açmıştır.

İnsan iskeletinde cinsiyet belirlemede en güvenilir vücut bölümü pelvis kemiğidir. Bunun nedeni kadın ve erkek pelvisinin farklı işlevler için uyarlanmasıdır. Evrim sürecinde erkeklerin pelvisi sadece bipedal harekete adapte olurken kadın pelvisi bipedal lokomosyona ek olarak daha büyük beyinli bebekleri doğurma yönünde de evrim geçirmiştir. Pelvisten cinsiyet belirlerken ise en fazla pubis kemiğine odaklanılır. Çünkü bu kemik iskelet sisteminde cinsiyet farklılıklarını en iyi yansıtan anatomik yapıları barındırır. Bunlar ventral ark, subpubik açı ve subpubik çukurluk bölgelerdir. Ventral ark, pubis kemiğinin anterior yüzeyinde kemik bir sırtın pubis ramus inferior'ün kenarlarıyla birleşmesiyle oluşur. Bu arkın gelişimi genellikle kadınlarda görülür, erkeklerde görülmez. Subpubik açı, pelvisin ön tarafında pubis ramus inferior'ün arasında yer alan açılı görüntüdür. Subpubik açı kadınlarda daha geniş ve U şeklinde iken, erkeklerde 90 dereceden daha az bir açı yapar ve V şeklindedir. Subpubik çukurluk ise pubis ramus inferior'ün medial kenarında yer alır. Subpubik çukurluk kadınlarda bir sırt oluştururken erkeklerde böyle bir oluşum gözlenmez (Phenice, 1969). Ayrıca pelvisten cinsiyet tayini yapılırken pubisin yanı sıra simfizis pubis, auricular yüzey, preauricular sulcus, büyük siyatik çentik, ilium kanadı, acetabulum, pelvisin genel görünümü, pelvis inlet, pelvis majör, pelvis minör, crista iliaca, foramen obturatum'daki cinsiyet ayırıcı karakterler de değerlendirilir.

Yetişkinlerde cinsiyet tespiti için kafa iskeletinin morfolojik özelliklerine de bakılır (Meindl & Lovejoy, 1985; WEA, 1980; Buikstra & Ubelaker, 1994; Williams & Rogers, 2006). Bunun için özellikle alt çene, alın, orbit çukurları, elmacık kemikleri, damak ve kafa kaidesi değerlendirilir. Bu bölgeler odağında cinsiyet ayırıcı özelliklere bakılacak olursa, erkek kafatası ve yüzü daha iridir; kas tutunma izlerinden dolayı kafatası daha pürtüklü yapıya sahiptir. Erkeklerde torus supraorbitalis, linea temporalis ve nukhal çizgi gibi morfolojik karakterler daha belirgindir. Temporal kemiğin mastoid çıkıntısı da yine erkeklerde daha iri bir yapıya sahiptir. Crista supramastoidea, erkeklerde arcus zygomaticus oluşturacak kadar belirgin iken kadınlarda daha az çıkıntı oluşturur. Frontal kemik ise kadınlarda daha yüksek ve yuvarlaktır. Bununla birlikte kaş kemeri erkeklerde daha belirgin ve çıkıntılı iken kadınlarda daha az çıkıntılı bir yapıdadır. Glabella erkeklerde daha büyük ve belirgindir. Orbitaller ise kadınlarda daha ovalimsi bir şekil gösterirken, erkeklerde köşeli bir yapıya sahiptir. Erkeklerde oksipital kondiller daha büyük, foramen magnum'un ön-arka çapı erkeklerde daha uzundur. Zigomatik kemik erkeklerde daha iri ve keskin hatlara sahiptir; kadınlarda daha yuvarlak hatlar gösterir. Palatin kemik erkeklerde daha büyük ve geniştir; kavis erkeklerde U biçiminde, kadınlarda parabol şeklindedir. Erkeklerde gonial açı daha dardır. Mandibulada simfizyal bölge erkeklerde U biçiminde, kadınlarda V şeklinde birleşmektedir (WEA, 1980; Buikstra & Ubelaker, 1994; Williams & Rogers, 2006).

İnsan iskeletinde pelvis veya kafa/yüz kemiklerinin yanı sıra diğer vücut kısımları da cinsiyet ayırıcı özelliğe sahiptir. Bu anlamda en fazla önem taşıyan vücut bölümleri uzun kemiklerdir. Uzun kemiklerin tümü erkeklerde kadınlara oranla daha uzun, geniş ve iri olup kas tutunma izleri daha belirgindir. Ayrıca, cinsiyet ayrımında uzun kemiklerin genel görüntülerinin yanı sıra kaburga ve vertebraların kendine has morfolojik özelliklerine de bakılır.

Cinsiyet tayininde morfolojik yaklaşımlar kadar başarılı olmasa da morfometrik yaklaşımlara da başvurulur (Buikstra & Ubelaker, 1994; Byers, 2002). Morfometrik yaklaşımların uygulanması daha kolay ve pratiktir. Morfometrik yöntem "oransal yaklaşım" ve "diskriminant analizi" olarak tanımlayabileceğimiz iki farklı yaklaşımı barındırsa da, diskriminant fonksiyonuyla cinsiyet saptamaya yönelik çalışmalara doğru bir eğilim olduğu söylenebilir. Diskriminat fonksiyonu sonucunda elde edilen doğrusal eşitlik şu şekildedir: Y = ax+b. Burada Y bağımlı değişkeni (cinsiyet), a bağımsız değişken değiştiğinde bağımlı değişkendeki değişim miktarını, x bağımsız değişkeni, b doğrunun Y ekseni kestiği değeri (başlangıç noktası) ifade eder. Ayrım noktası, grup içi ve gruplar arasında Y değerini (bağımlı değişkeni) maksimize eden değerdir. Bu ayrım değerine göre cinsiyeti bilinmeyen bireyin kadın ya da erkek olduğuna karar verilir. Çoğu zaman bu değerden yüksek olan erkek, düşük olan kadındır (Atamtürk, 2016).

Cinsiyet tayininde boyut ve şekil temelinde gerçekleştirilen tekniklerin yanı sıra biyokimyasal tekniklerden de (DNA analizi) yararlanılmaktadır. Bu analizde öncelikle DNA elde edilecek kemik veya diş kontaminasyon riskine karşı temizlenmekte, DNA zincirinin belli bir büyüklükte olması için PCR tekniği kullanılarak daha çok DNA dizisinin kopyası elde edilmektedir. PCR ürünlerinin reaksiyonunun başarılı olup olmadığının ve PCR ürünlerinin istenilen boyutta olup olmadığının belirlenmesinde endüksiyon yoluyla elektrik toplayan elektroforez tekniğine başvurulmaktadır. Amplifikasyon başarılı ise PCR ürünleri olan DNA, analiz için hazır anlamına gelmektedir. Bundan sonra DNA'nın kısa ardışık tekrarlayan dizilerine (mikrosatelitler, STR) ve amelogenin genine (diş minesinde bulunan bu protein aynı zamanda X ve Y kromozomunda da vardır) odaklanılarak cinsiyet tespiti yapılmaktadır.

Cinsiyet tayininde kullanılan yöntemler genel olarak değerlendirildiğinde mümkünse cinsiyet tayini yapılırken morfolojik tekniğe başvurulmasına daha sıcak bakılmaktadır. Çünkü daha güvenilir ve daha maliyeti düşüktür. Ancak iskelette cinsiyet ayırt edici kemiklerden yoksunsa ya da yeniyetme bir bireye aitse DNA analizlerine başvurmak gerekmektedir. Moleküler teknikler pahalı ve zaman alıcıdır. Ayrıca kemikten her zaman degrade olmayan DNA bulmak güçtür. Bu nedenle, antropologlar moleküler yöntemlerle cinsiyet belirlemek gerektiğinde, morfolojik gözlemlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiği yönünde hemfikirlerdir.

Yaş Tayini

Yeni doğandan erişkinlik aşamasına kadar—kulak kemikçikleri dışında—tüm vücut kemikleri büyüme ve gelişmeye bağlı olarak değişimler gösterir. Büyüme sürecinin tamamlandığı erişkinlik dönemiyle birlikte, yaşın ilerlemesine bağlı olarak dejeneratif değişiklikler, aşınmalar ve yıpranmalar meydana gelmeye başlar. Bu nedenle yaş tayini bebek ve çocuklarda, gençlerde ve erişkinlerde farklı kriterlerden yararlanılarak yapılır. Bu nedenle yaş tayini yapılırken ilk aşamada bireylerin erişkinlik öncesi (fetüs, bebek, çocuk, adölesan) ve erişkin (genç erişkin, orta erişkin ve yaşlı) şeklinde iki gruba ayrılması gerekir. Yaş grubu belirlendikten

sonra iskeletin tüm parçaları mevcutsa hangi metotların kullanılacağına karar verilmelidir. Ancak iskelet kısımları tam değilse, mümkün olan hangi parçaların yaş tayini yapmak için elverişli olduğu tespit edilmelidir.

Yaş tespitine yönelik olarak geliştirilen metotlar içerdikleri varyasyonlar nedeniyle kesin yaşı belirtmez. Yani uygulanacak hiçbir teknik bireyin yaşını sözgelimi "12 yaş" şeklinde kesin bir şekilde vermez, daha ziyade "9-14 yaşlarında" şeklinde geniş bir yaş aralığına işaret eder. Fetal, bebeklik ve çocukluk döneminde yaş daha az hatayla tahmin edilebilmektedir. Öte yandan yetişkinlerde yaş tayini—özellikle yaş 50'nin üzerine çıktığında—pek çok etkene bağlı olarak karmaşıklaştığından, daha fazla hatayla tahmin edilebilir ki hata oranı genellikle 5-10 yaş arasında değişmektedir. Bu nedenle antropologlar yaş tayini yaparken genellikle 7 farklı yaş grubunu dikkate alırlar (Buikstra & Ubelaker, 1997). Bunlar: (1) Fetüs (doğum öncesi), (2) Bebek (0-2 yaş), (3) Çocuk (3-11 yaş), (4) Ergen (12-19 yaş), (5) Genç erişkin (20-34 yıl), (6) Orta erişkin (35-49 yaş) ve (7) Yaşlı (50 yıldan yaşlı).

Erişkinlik Öncesi Bireylerde Yaş Tayini: Ergenlik aşamasına gelmemiş bireylerin yaş tayini, diş ve kemik gelişimi dikkate alınarak yapılır. Bu yolla elde edilen "biyolojik yaş" değeri görece güvenilir bir şekilde "kronolojik yaşa" çevrilir. Doğumdan ergenliğe kadar uzanan zaman aralığında yaş tahmini yapılmasına olanak sağlayan çalışmalar irdelendiğinde, bireyler arasında görece daha az varyasyon gösteren ve gelişim aşamaları genelde düzenli olan üç fizyolojik karakter ön plana çıkar: (1) Kemiklerin ossifikasyon (kemikleşme) merkezlerinin gelişimi, (2) dişin gelişimi ve sürmesi ve (3) uzun kemiklerin uzunluğu.

Büyümekte olan bireylerde primer ve sekonder kemiklerin ossifikasyon süreci önemli yaş göstergelerinden birisidir. Bu kriterle yaş tayini yapılırken kranium ve post-kraniuma ait pek çok vücut kısmı değerlendirilse de yaşla yüksek korelasyon gösteren ve görece tanınması daha kolay olan uzun kemikler daha çok tercih edilmektedir. Primer kemikleşme merkezlerinden yaş tayini yapılırken genellikle uzun kemiklerden direkt ölçü alınmaktadır. Daha sonra bu ölçülerden yararlanarak çeşitli araştırmacıların önermiş olduğu regresyon eşitlikleri uygulanmaktadır (Olivier, 1969; Kòsa, 1989). Ayrıca metrik ölçüler yerine kemikleşme merkezlerinin gelişimine odaklanmış çalışmalara da başvurulmaktadır (Scheur & Black, 2000). Sekonder kemikleşme merkezlerinden yaş tayininde ise uzun kemiklerin epifiz-diafiz kaynaşması ile başlayan süreçten, büyüme plaklarından hiçbir iz kalmayan sürece kadarki zaman aralığını sistematik olarak tanımlayan çalışmalar ışığında gerçekleştirilmiş "yaş tayini şemaları" tercih edilmektedir (Ubelaker, 1989; Scheuer & Black, 2000).

Dişlerden yaş tayininde genellikle dişlerin oluşması ve sürmesine bakılır. Diş sürmesinden yaş tayini daha çok Schour ve Massler tarafından tanımlanmış, Ubelaker (1989) tarafından Kuzey Amerika yerlilerine ve diğer siyahi gruplara uyumlu hale getirecek şekilde yeniden revize edilmiş olan şemadan yararlanılarak yapılmaktadır. Bu şemada 22 dişin oluşma ve sürme aşaması tanımlanmaktadır. Dişin gelişim aşamalarına odaklanarak yaş tayini yapılırken ise iki çalışmanın sonuçlarına sıklıkla başvurulmaktadır. Bu çalışmalardan ilki hem daimi hem de süt dişlerin oluşumunu ele alan Moorrees ve arkadaşlarına (1963) diğeri de sadece daimi dişleri inceleyen Demirjian ve arkadaşlarına (1976) aittir. Dişin gelişim aşamalarını ilk kez sistematik olarak inceleyen Moorrees ve arkadaşları mandibular süt ve daimi kanin, birinci molar ve ikinci molar dişlerin oluşması ve kök rezorpsiyonunu radyografik olarak değerlendirmişlerdir. Süt kanin ve molar dişlerin gelişimi ve kök rezorbsiyonu ile daimi kanin ve molar dişlerin gelişim aşamalarına dayalı yaşı ay ve yıl olarak hesaplayan şablon oluşturmuştur. Dişlerin gelişiminden yaş tayininde sıklıkla başvurulan Demirjian ve arkadaşlarının (1976) çalışmasında ise mandibulanın sol çene yarısındaki 7 daimi dişin gelişimi izlenmiş, dişlerin ilk kalsifikasyonunun başlamasından kökün apeksinin kapanmasına kadarki gelişimi 8 aşamada (A-H) değerlendirilmiştir.

Erişkinlik öncesi bireyler üzerinde uygulanan diğer metot uzun kemiklerin uzunluğundan yaş tayinidir. Bu kriterle yaş tayinine yönelik çalışmalar ya yaşayan bireylerin radyolojik ölçümleri ya da ölmüş bireylerin kemiklerinin direkt ölçümleri üzerinde gerçekleştirmiştir. Uzun kemiklerin uzunluğunu radyografik olarak ölçüp kemik gelişimini ele alan Maresh (1970)'in çalışması en çok referans alanıdır. Longitudinal olarak yürütülen çalışmada 10-12 yaşına kadar sadece diafiz uzunluğundan, bundan sonraki dönemde ise epifizyal uçlar arasındaki mesafe ölçülmüştür. Bu ölçülerden yola çıkılarak da yaş belirlemeye yönelik bir skala oluşturmuştur.

Erişkin Bireylerde Yaş Tayini: Erişkin bireylerde yaş tayini genellikle dejenerasyonlar, diş ve kemiğin şeklinin değişmesi ve eklem yerlerinin yıpranması gibi ilerleyen yaşla birlikte meydana gelen yıpranma ve aşınmalar dikkate alınarak yapılmaktadır. Günümüzde en çok başvurulan belli başlı metotlar şu şekilde sıralanabilir: (1) Simfizis pubis, (2) aurikular yüzey, (3) kostalar, (4) kafatası suturlarının kapanması, (5) mikroskobik analizler, (6) kemiklerin kortikal tabakasının yenilenmesi, (7) dişlerin mikroskobik analizi, (8) süngersi kemiğin erimesi (radyolojik teknik).

Simfizis pubis: Yetişkinlerde yaş tayininde en önemli yaş belirleyicilerden birisi iki koksa kemiğinin birleştiği eklem yüzeyinde (pubisin simfizyal yüzeyi) meydana gelen değişikliklerdir (Todd, 1920; McKern & Stewart, 1957; Brooks & Suchey, 1990). Yaşın ilerlenmesiyle birlikte simfizis pubisin yüzeyinde osteolojik değişiklikler meydana gelir. Genç insanlarda bu yüzey engebeli (pürtüklü, sırtlar belirgin ve derin izli) bir görüntüye sahiptir. Yüzeydeki horizontal (yatay) sırtlar belirgin olarak görülür. Orta yaşlarda yüzeyin keskin özellikleri azalır ve kenarlarda dudaksı yapılar oluşmaya başlar. Yaş daha da ilerlediğinde yüzey düzleşmesi ve sınırların düzensizliği gibi dejenaratif değişikler meydana gelir. İleri yaşlarda eklem yüzeyi tamamen bozulur.

Aurikular eklem yüzeyi: Antropolojik analizlerde yetişkinlerde yaş tayininde kullanılan vücut kısımlarından birisi de aurikular eklem yüzeyidir. Burada bahsedilen aurikular yüzey, sacro-iliac eklemde ilium tarafındaki subkondral eklem alanıdır. Bu eklem yüzeyi apeks (aurikular yüzeyin kavisli kısmına posteriordan bakıldığında görülen kısım), superior yarı yüz (apeks kısmının üstünde yer alan bölge), inferior yarı yüz (apeks kısmının altında kalan bölge) ve retroaurikular alan (aurikular yüzey ile spina iliaca inferior posterior arasında yer alan bölge) şeklinde 4 bölgeye ayrılmaktadır. Bu dört bölgedeki değişimler ise çeşitli araştırmacıların önermiş olduğu fazlar dikkate alınarak değerlendirilmektedir (Lovejoy ve ark., 1985; Osborne ve ark., 2004).

Kostalar: Kostalardan yaş tayini, kostanın sternumla eklem yapan

yüzeyinde yaşla birlikte meydana gelen dejenaratif değişiklikler temelinde geliştirilmiştir. Kaburganın sternum ucunda yaşla birlikte meydana gelen değişimler ilk kez Kerley (1970) tarafından tespit edilmiştir. Daha sonra Loth dördüncü kosta-kondral eklemdeki değişimleri fazlara ayırarak tanımlanmış, ardından İşcan, Loth ve Wright bu metodu daha sistematik hale getirmişlerdir (İşcan ve ark., 1984a,b). Kadavralar üzerinde yapılan çalışmalarda dördüncü kaburgalar incelenmiş ve eklem yüzeyinde oluşan değişikler dikkate alınarak 9 fazlık bir şema tanımlamıştır.

Kafatası suturlarının kapanması: Sutural yaşlandırma yetişkinlerde yaş tayininde kullanılan en eski metottur. Suturlar, kafatasında mevcut olan 22 adet kemiğin kaynaşması sırasında oluşan eklem kısımları ya da çizgilerdir. Bu suturlar erişkin olmayan bireylerde açıkça görülebilir. Erişkinlik aşamasına gelindiğinde kademeli olarak silinmeye başlar, yaşlı bireylerde ise tamamen kaybolur. Kemiklerin kaynaşması endokranial (kafatasının içinde) yüzeyde başlar, daha sonra ektokranial yüzeye yayılır. Kafatasında suturların yaşla birlikte kapanışı ilk olarak Todd ve Lyon tarafından sistematik olarak tanımlanmıştır (Todd & Lyon 1924). Daha sonra hem endokranial yüzeyde hem de ektokranial yüzeyde (Acsádi & Nemeskéri 1970; McKern & Stewart, 1957; Meindl & Lovejoy, 1985) makroskobik analizler yaparak sutural yaş tayini yapan çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Kemiklerin kortikal tabakasının yenilenmesi (mikroanaliz): Özellikle parçalanmış ve eksik iskeletlerde mikroskobik analiz başvurulan yaş tayini tekniklerinden birisidir. Bu teknikte kemiklerin histolojik yapısı bir mikroskop altında incelenmekte, osteon sayısı, çapı ve çevresi başta olmak üzere kemik lamellerin yüzdesi, Havers kanallarının boyutu ve diğer kanalların yapıları niceliksel olarak incelenerek yaş tayini yapılmaktadır. Bu yöntemle yaş tayininde en fazla Kerley (1965) yaklaşımına başvurulmaktadır. Bu yöntemde femur, tibia ve fibula kemiklerinin gövde ortasında korteksin üçte birlik dış kısmında 2.06 mm^2'lik kesitte osteon formasyonuyla ilişkili 4 yapı dikkate alınmaktadır. Bunlar osteonların sayısı, osteon parçalarının sayısı, Havers'i olmayan kanalların sayısı ve osteonları çevreleyen kemik lamellerin yüzdesidir. Daha sonra bu dört yapıyı dahil eden regresyon eşitliklerinden de yaş tayini yapılmaktadır (Kerley & Ubelaker, 1978).

Dişlerin mikroskobik analizi: Yaş tayininde kullanılan diğer bir metot da dişlerin mikroskobik analizidir. Bu yolla yaş tayini yapılırken, mikroskop altında görülen diş kökünün kesiti ve dişin yarı şeffaflığı başta olmak üzere, pulpa odasındaki sekonder dentin depozitleri ve sement miktarı gibi diğer parametreler de değerlendirilmektedir (Prince & Ubelaker, 2002; Soomer ve ark., 2003). Bu metotta yaş tayinini ilk olarak Gustafson (1950) tarafından geliştirilmiştir. Ancak bu metodu revize etmiş olan Lamendin'nin yaklaşımı daha çok benimsenmiştir (Lamendin ve ark., 1992). Lamendin yaklaşımında tek köklü dişlerinde diş aşınması, periodontozis, sekonder dentin yapımı, sementin birikmesi, kök rezorbsiyonu ve kökün yarı-şeffaflığı çok değişkenli analizlerle değerlendirilmektedir.

Kemiğin süngerimsi dokusu: Kemiklerde yaşla birlikte görülen osteopeni (süngersi kemiğin erimesi) izlenebilecek değişim süreçleri gösterir. Araştırıcılar kemiğin süngersi dokusunda yaşla birlikte meydana gelen azalışı radyolojik teknikler temelinde tanımlayan çalışmalar yapmışlardır (Schranz, 1959; Szilvássy & Kritscher 1990). Bu teknikle yaş tayininde en sistematik tanımlamalar başta femur ve humerus olmak üzere uzun kemikler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Boy Uzunluğunun Tahmini

Boy uzunluğu, büyüme, beslenme ve hastalık gibi genetik ve çevresel faktörlere duyarlılığın bir göstergesidir. Ayrıca bireyin fizyonomik görüntüsünü yansıtmak gibi bir özelliğe de sahiptir. Dolayısıyla boy uzunluğu, biyolojik profilin ve (adli) kimliğin önemli bir yansıtıcısıdır. Bu nedenle antropologlar iskelet kalıntılarından aldıkları metrik ölçüler temelinde boy uzunluğunu tahmin etmek isterler.

Biyolojik antropoloji alanında yumuşak dokusu mevcut bireylerde, kadavralarda, yaşayanlarda ve tamamen iskelet haline gelmiş materyallerde başarılı bir şekilde boy tahmini yapılabilmektedir. Bu, "anatomik metot" ve "matematiksel metot" şeklinde ifade edebileceğimiz iki farklı yaklaşım benimsenerek yapılmaktadırlar.

Anatomik metot tüm ya da tüme yakın iskelet parçaları ele geçirildiğinde başvurulan metottur. Matematiksel metoda göre daha az hata verir. Bu nedenlerle biyolojik antropoloji uygulamalarında en gözde boy uzunluğu tahmin metodu olarak görülür. Anatomik metot ilk kez 1894 yılında Dwight tarafından önerilmiştir. Dwight, tüm bir iskeleti eklem yerlerinden birleştirilerek ölçmüş, spina eğriliği için de bir düzeltme faktörü ekleyerek boy tahmini yapmıştır. Bu metotla ilgili en önemli çalışma ise 1956 yılında Georges Fully tarafından gerçekleştirilmiştir. Dwight'ın önerilerinden habersiz olarak geliştirilmiştir olan Fully yaklaşımı, Dwight'ın yaklaşımının daha basitleştirilmiş bir versiyonu olarak da yorumlanabilir. Bu yaklaşım, iskelet boyunun ölçülmesi ve yaşarken ki boy uzunluğunun tahmin edilmesi şeklinde iki aşamada uygulanır. Öncelikle ele geçen iskelet parçaları anatomik pozisyondaki durumlarına getirilir, daha sonra kıkırdak ve eklem yerleri macun kullanılarak birleştirilir. Böylece bütünlüğü sağlanan iskeletin boyu ölçülür. Daha sonra kemik dışı bileşenler için de bir faktör (katsayı) eklenerek kişinin yaşarken ki boy uzunluğu tahmin edilir.

*Matematiksel metotl*a boy tahminine, anatomik metot uygulanamadığı durumlarda başvurulmaktadır. Bu metot kendi içerisinde "regresyon eşitlikleri" ve "oransal yaklaşım" olarak ifade edilen iki farklı yaklaşımı barındırmaktadır. Oransal yaklaşımda vücut kısımları boy uzunluğuna oranlamakta, elde edilen değerden (çarpan) yola çıkılarak da boy tahmin edilmektedir (Feldesman & Fountain 1996). Regresyon eşitlikleri temelinde boy uzunluğunun tahmininde ise pek çok araştırmacının boy uzunluğu ile yüksek korelasyon gösteren vücut kısımlarından alınan antropometrik ölçülerden geliştirmiş oldukları regresyon formülleri veya tablolar dikkate alınmaktadır (Trotter & Gleser, 1952:1958; Sağır, 2000; Duyar ve ark., 2006; Atamtürk, 2003; Atamtürk & Duyar, 2008). Yapılan çalışmalar (Sjøvold, 2000; Pelin & Duyar, 2003) regresyon eşitlikleriyle yapılan boy tahminlerinin (özellikle de uzun kemiklerden geliştirilen eşitliklerin) oransal yaklaşımla hesaplanan boy uzunluğu değerlerine göre daha güvenilir sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Vücut Ağırlığının Tahmini

Antropolojik çalışmalar açısından vücut ağırlığının bilinmesi üç açıdan önemlidir. Bunlardan ilki, vücut ağırlığının farklı ekolojik

ortamlara adaptasyonun bir göstergesi olması; ikincisi, insanlar arasındaki boyut ve şekil farklılığını ortaya koyan temel değişkenlerden birisi olması; üçüncüsü ise kişinin beden tipolojisinin, beslenme ve sağlık durumunun anlaşılmasında önemli bir değişken olmasıdır (Atamtürk, 2016). Birey ve/veya toplumun yaşadığı çevre, beslenme alışkanlığı ve sağlık durumuna dair pek çok konu hakkında önemli bilgiler veren vücut ağırlığı, biyolojik antropoloji çalışmalarında temel kriterler arasında yer alır.

Vücut ağırlığı genellikle iki farklı yaklaşım benimsenerek tahmin edilmektedir. Bunlardan birincisi genellikle yumuşak dokusu kaybolmuş materyallerde uygulanan kemik ağırlıklarından yola çıkılmaktadır. Diğerinde ise, vücudun çeşitli kısımlarından alınan antropometrik ölçüler temelinde gerçekleştirilen morfometrik yaklaşımdır.

Kemik ağırlığından vücut ağırlığı tahmin edilirken her bir kemiğin ağırlığı direkt olarak ölçülmektedir. Ardından elde edilen değerler ile regresyon eşitlikleri üretilerek vücut ağırlığı tahmin edilmektedir (Trotter, 1954; Mazess, 1971). Kemikleri tartarak vücut ağırlığı belirlemeyi amaçlayan en kapsamlı çalışmalardan birisi Baker & Newman (1957)'a aittir. Sözü edilen çalışmalarda Kore Savaşı'nda ölen bireylerin kafatası, femur, tibia, fibula, humerus, radius, ulna, klavicula ve pelvis kemikleri kuru kemik halinde tartılmıştır. Bu kemiklerin toplam ağırlığından önce toplam kuru iskelet ağırlığı, sonrada vücut ağırlığı tahmin edilmiştir.

Vücut ağırlığının morfometrik yaklaşımla tahmini yapılırken oransal yöntemler ve/ya regresyon eşitliklerinden yararlanılmaktadır. *Oransal yaklaşımda* genellikle boy uzunluğundan yola çıkılarak ağırlık tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Bu yaklaşımdaki temel düşünce, vücut ağırlığı ile boy uzunluğu arasında bir korelasyonun mevcut olmasıdır. Bunun için kimi zaman toplumlara özgü boy uzunluğu değerlerinden yararlanılmaktadır. Kimi zaman da boyu bilinmeyen bireylerde boy uzunluğunun tahmini için üretilen formüllerden yararlanılarak önce boy uzunluğu hesaplanmakta, daha sonra vücut ağırlığı/boy uzunluğu oranlarından yola çıkılarak vücut ağırlığı tahmin edilmektedir (Wolpoff, 1973; Aiello & Dean, 1991). Vücut ağırlığının tahmininde yararlanılan *regresyon eşitlikleri* ise vücudun çeşitli kısımlarından alınan uzunluk, genişlik ve çevre ölçülerinden yola çıkılarak oluşturulmaktadır (Baecke ve ark., 1982; Ruff, 1994; Porter, 1999; Atamtürk 2007). Araştırmacılar vücut kütlesiyle yakın ilişki içinde olan bir veya birden fazla antropometrik ölçüden elde edilen verilerden yola çıkılarak oluşturulan regresyon analiziyle vücut ağırlığının hesaplanmasını daha güvenilir bulmaktadırlar (McHenry, 1992; Porter, 1999; Atamtürk 2007).

Travma ve Hastalıkların Analizi

Biyolojik antropologlar uzun yıllar kemiğe yansıyan hastalıklar ve travmaların belirlenmesi ve tanımlanması adına çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar ışığında adli antropologlar adli mercilere dört farklı bakış açısıyla yardımcı olurlar: Birincisi, bu izlerden bireyin biyolojik profili belirlenir. İkincisi, bireyin ölüm şekli ve nedeni belirlenebilir. Üçüncüsü, bireyin pozitif kimliğinin saptanmasına yardımcı olacak bulgulara ulaşılabilir. Diğer bir önemi ise, hastalık ve travma izlerinin bireyin yaşam biçimine dair bilgiler vermesidir. Sözü edilen analizler yapılarak da başlıca şu sorulara cevap bulma konusunda yeni bilgi ve/ya bulgulara ulaşılabilir: Kalıntılar kasıtlı olarak mı gömüldü? Araziye mi bırakıldı? Kemik üzerindeki izler doğal nedenlerle mi oluştu? Ya da bıçak, testere, silahla mı oldu? İskelet üzerindeki izler eski mi, adli bir olay olacak kadar yeni mi? Birey yaşarken ağır yük taşıyan işlerde mi çalıştı? İncelenen kalıntılarda tespit edilen hastalıklar, aranan bireyin hastalıklarıyla uyuşuyor mu?

Fasiyal Rekonstrüksiyon ve Süperimpozisyon

Bireyin morfolojik ve morfometrik özelliklerinden yola çıkarak yüz yapısının yeniden oluşturulmasıdır. Adli olaylarda genellikle terör olayları, banka soygunları ve çocuk pornosu gibi durumlarda bireylerin hafızasını canlandırmak için uygulanan kuru kemiğin üzerine yumuşak dokuların yerleştirilmesi, fasiyal rekonstrüksiyon ve süperimpozisyon şeklinde ifade edilen iki farklı teknikten yararlanılarak yapılır.

Doğrudan pozitif kimliklendirme yapılmasına imkan sağlamasa da bunun oluşturulmasına yardımcı olan fasiyal rekonstrüksiyon, kuru kemik haline gelmiş yüzün üç boyutlu olarak yeniden oluşturularak ölümden önceki halinin tahmin edilmesi tekniğidir (Stanford ve ark., 2013). Kalıbı alınmış kafatasına kas, deri ve yağ tabakaları eklenerek yaşamdaki görüntüsünü vermek için kil veya benzeri maddeler kullanılır. Rengi ve şekli bilinmese de göz ve kulak bu döküm üzerinde yerleştirilir. Fasiyal rekonstrüksiyon tekniğinde yüzün çeşitli noktalarında yumuşak dokunun kalınlığının tahmin edilmesi ciddi deneyim gerektirir. Ayrıca bu yöntemi uygulayan kişinin sanatsal bir bakış açısı olması gerekir

Yüzdeki belirgin noktaları ve hatları karşılaştırmak için süperimpozisyon (fotoğrafik çakıştırma) tekniği ise bilgisayar ortamında gerçekleştirilir. Bireyin ölümden önceki fotoğrafı veya video görüntüsü ile ele geçen kafatası bilgisayar ortamında karşılaştırılır. Bunun için geliştirilmiş olan yüz karakterleri ve endislerden yararlanılır. Böylece iki kişinin benzerliği doğrulanmak istenir. Öte yandan, iki boyutlu görüntülerde yüzün ifadesiyle ilgili ciddi hatalar yaşanabilmektedir. Bu nedenle tekniğin başarısı araştırıcının tecrübesiyle ilişkilidir. Araştırıcı fotoğraf ile kafatasının tutarlılığını belirledikten sonra kimliğin kesin ona ait olup olmadığını tespit etmek için varyasyon bilgisine başvurmak durumunda kalacaktır.

Pozitif Kimliklendirme

Pozitif kimliklendirme, bir bireyin spesifik bir karakterinin ele geçen kalıntılarda tespit edilmesiyle yapılır. Bu anlamda bireyin hayatta iken tutulmuş olan diş kayıtları (röntgen görüntüleri, dolgular, restorasyonlar) en kullanışlı materyallerdir. Ayrıca pozitif kimlik tespitinde kartvizit, yüzük gibi ele geçen kişisel eşyalar, fotoğraflar, dövme, hastalık ve travma izleri, parmak izleri ve moleküler yöntemler gibi bireye özgü değerlendirebilecek pek çok değişkenden yararlanılır.

Adli antropologlar fotoğraflardan, röntgenden ve diğer kanıtlardan iskelet ve diş morfolojini yorumlayıp, olasılık yelpazesini daraltarak pozitif kimliklendirme çalışmalarına doğrudan katılırlar. Ayrıca diş kayıtları ya da tıbbi kayıtları tutulmayan ülkelerde geleneksel antropolojik yöntemler pozitif kimlik tespitinde ön plana çıkmaktadır. Bunun için birincil olarak cinsiyet, yaş, boy ve ağırlık tespit edilerek, biyolojik profil inşa edilmeye çalışılır. Ayrıca iskelette önemli bir anatomik anomalinin varlığı, belirgin bir hastalığın veya travma izinin gözlenmesi, yüzün yeniden canlandırılması

gibi bireye özgü tespitler gündeme gelir. Bireylerin antemortem radyografilerinin ele geçen kemik parçalarıyla karşılaştırması da önemlidir. Bu tür karşılaştırmalar pozitif kimliklendirmeye katkı sağlayabilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Acsádi, G., Nemeskéri, J. (1970). *History of Human Lifespan and Mortality*. Akademiai Kiado.

Aiello, L.C. (1992). Allometry and the analysis of size and shape in human evolution. *Journal of Human Evolution, 22* (2): 127-147. [Crossref]

Atamturk, D. (2007). *Yetişkin Kadın ve Erkeklerde Vücut Ağırlığının Tahmini Üzerine Adli Antropolojik Bir Araştırma*. [Yayınlanmamış Doktora Tezi], Hacettepe Üniversitesi.

Atamtürk, D. (2003). *Ayak ve Ayakkabı Ölçülerinden Boy Uzunluğu ve Vücut Ağırlığının Tahmini Üzerine Adli Antropolojik Bir Araştırma*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi], Hacettepe Üniversitesi.

Atamtürk, D. (2004). Ayakkabı boyutlarından boy uzunluğu ve vücut ağırlığının tahmin edilmesi. *Adli Bilimler Dergisi, 3*(2), 15-22.

Atamtürk, D. (2016). *Adli Antropoloji:* İnsan İskeletinden Kimlik Tespiti. İstanbul Tıp Kitabevi.

Atamtürk, D., Duyar, I. (2008). Age-related factors in the relationship between foot measurements and living stature and body weight. *Journal of Forensic Sciences, 53*(6), 1296-1300. [Crossref]

Baecke, J.A.H., Burema, J., Deurenberg, P. (1982). Body fatness, relative weight and frame size in young adults. *British Journal of Nutrition, 48*(1), 1-6. [Crossref]

Baker, P.T., Newman, R.W. (1957). The use of bone weight for human identification. American *Journal of Physical Anthropology, 15*, 601-618. [Crossref]

Brooks, S., Suchey, J.M. (1990). Skeletal age estimation based on the os pubis: a comparison of the Acsádi- Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution, 5*(3), 227-238. [Crossref]

Budimlija, Z., Mechthild, K., Zelson- Mundorff,.A., Wiersema, J., Bartelink, E., MacKinnon, G., Nazzaruollo, B., Estacio, S., Hennessey, M., Shaler, R. (2003). World Trade Center Human Identification Project: experiences with individual body identification cases. *Croatian Medical Journal, 44* (3), 259-262.

Buikstra, J.E., Ubelaker, D.H. (1994). .Standarts: For Data Collection from Human Skeletal Remains. *Arkansas Archeological Survey Research* Series No.44.

Byers, S.N. (2002). *Introduction to Forensic Anthropology:* A Textbook. Allyn & Bacon Company.

Cattaneo, C. (2007). Forensic anthropology: developments of a classical discipline in the new millennium. *Forensic Science International, 165*,(2-3) 185-193. [Crossref]

Cattaneoa, C., Ritz-Timmeb, S., Gabrielb, P., Gibellia, D., Giudicia, E., Poppaa, P., Nohrdenb, D., Assmannb, S., Schmittb, R., Grandia, M. (2009). The difficult issue of age assessment on pedo-pornographic material. *Forensic Science International, 183* (1-3):e21-e24. [Crossref]

Demirjian, A., Goldstein, H., Tanner, J.M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology, 45*, 211-227.

Djuric, M.P. (2004). Anthropological data in individualization of skeletal remains from a forensic context in Kosovo - A case history. *Journal of Forensic Sciences, 49*(3), 464-468. [Crossref]

Duyar, İ., Pelin, C. Zağyapan, R. (2006). A new method of stature estimation for forensic anthropological application. *Anthropological Science, 114* (1):23-27. [Crossref]

Feldesman, M.R., Fountain, R.L. (1996). "Race" specificity and the femur/stature ratio. American *Journal of Physical Anthropology, 100*(1):207-224. [Crossref]

Gustafson, G. (1950). Age determinations on teeth. *Journal of the American Dental Association, 41* (1):45-54. [Crossref]

İşcan, M.Y., Loth ,S.R., Wright, R.K. (1984a). Age estimation from the rib by phase analysis: white males. *Journal of Forensic Sciences, 29*(4), 1094-1104. [Crossref]

İşcan, M.Y., Loth, S.R., Wright, R.K. (1984b). Age estimation from the rib by phase analysis: white females. *Journal of Forensic Sciences, 30*(3), 853-863. [Crossref]

Kerley, E. R. (1970). Estimation of skeletal age: after about age 30. In. Personal Identification in Mass Disasters. (Ed. Stewart TD.) Washington, DC: Smithsonian Institution, 57-70.

Kerley, E.R. (1965). The microscopic determination of age in human bone. *American Journal of Physical Anthropology, 23*, 49-164. [Crossref]

Kósa, F. (1989). Age Estimation from the fetal skeleton. In. Age Marker In The Human Skeleton. (Ed. İşcan MY.) Charles C Thomas Publisher, Springfield, 21-54.

Lamendin, H., Baccino, E., Humbert, J.F., Tavernier, J.C., Nossintchouck, R.M., Zerilli, A. (1992). A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *Journal of Forensic Sciences, 37*(5): 1373-1379. [Crossref]

Lovejoy. C.O., Meindl, R.S., Pryzbeck, T.R., Mensforth, R.P. (1985). Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: A new method for the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology, 68*, 15-28. [Crossref]

Maresh, M.M. (1970). Measurements from roentgenograms, heart size, long bone lengths, bone, muscle, and fat widths, skeletal maturation. In. Human Growth and Development. (Ed. RW McCammon) *Springfield Charles C Thomas*, 155-200.

Mazess, R.B. (1971). Estimation of bone and skeletal weight by direct photon from absorptiometry. *Investigative Radiology, 6*(1): 52-60. [Crossref]

McHenry, H.M. (1992) Body size and proportions in early hominids. *American Journal of Physical Anthropology, 87,* 407-431. [Crossref]

Meindl, R.S., Lovejoy, C.O. (1985). Ectocranial suture closure: A revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. *American Journal of Physical Anthropology, 68*, 57-66. [Crossref]

Moorrees-Coenrad, F.A., Elizabeth, A. Fanning-Edward E., Hunt, J. (1963). Formation and resorpton of three decidious teeth in children. *American Journal of Physical Anthropology, 21*, 205-213. [Crossref]

Mulhern, D.M., Ubelaker, D.H. (2001). Differences in osteon banding between human and nonhuman bone. *Journal of Forensic Sciences, 46*(2), 220-222. [Crossref]

Olivier, G. (1969). *Practical Anthropology* (Translated by MacConail MA). Springfield: Charles C Thomas.

Osborne, D.L., Simmons, T.L., Nawrocki, S.P. (2004). Reconsidering the auricular surface as an indicator of age of death. *Journal of Forensic Sciences, 49*(5):1-7. [Crossref]

Pelin, C., Duyar, İ. (2003). Estimating stature from tibia lenght: A test of methods. *Jounal of Forensic Sciences, 48*(4), 708-712. [Crossref]

Phenice, T.W. (1969). A newly developed visual method of sexing the os pubis. *American Journal of Physical Anthropology, 30*, 297-302. [Crossref]

Porter, A.M.W. (1999). The prediction of physique from the skeleton. *International Journal of Osteoarchaeology, 9,* 102-115. [Crossref]

Prince, D.A., Ubelaker, D.H. (2002). Application of Lamendin's adult dental aging technique to a diverse skeletal sample. *Journal of Forensic Sciences, 47*(1), 107-116. [Crossref]

Rainioa, J., Hedmana, M., Karkolab, K., Lalua, K., Peltolac, P., Rantaa,

H., Sajantilaa, A., Söderholma, N., Penttiläa, A. (2001). Forensic osteological investigations in Kosovo. *Forensic Science International, 121*(3), 166-173. [Crossref]

Ruff, C.B. (1994). Morphological adaptation to climate in modern and fossil hominids. *Yearbook of Physical Anthropology*, 65-107. [Crossref]

Sağır, M. (2000). *Uzun kemik radyografilerinden boy formülünün hesaplanması*. TÜBİTAK, Proje No: SBAG- 1910.

Sauer, N.J., Lackey, W.L.. (2000) Anthropology: skeletal analysis. In: Encyclopedia of Forensic Sciences. (Ed. Siegel J, Knupfer G, Sauko P), London: Elsevier Inc. Academic Press, London 261–70.

Scheuer, L., Black, S. (2000). *Developmental Juvenile Osteology*. Academic Press. [Crossref]

Schranz, D. (1959). Age Determination from the internal structure of the humerus. *American Journal of Physical Anthropology, 17*, 273-277. [Crossref]

Sevim, A, Duyar, İ. (1992). Kazılarda insan iskeletlerinin açığa çıkartılması sırasında uygulanacak işlemler. *Türk Arkeoloji Dergisi, 30*, 123-134.

Sjøvold, T. (2000). Stature estimation from the skeleton. In. *Encyclopedia of Forensic Sciences.* (Ed. Siegel J, Saukko P, Knupfer G.) Academic Press, 276-284. [Crossref]

Snow, C.C. (1982). Forensic Anthropology. *Annual Review of Anthropology, 11*, 97-131. [Crossref]

Soomer, H., Ranta, H., Lincoln, M.J., Penttilä, A., Leibur, E. (2003). Reliability and validity of eight dental age estimation methods for adults. *Journal of Forensic Sciences, 48*(1), 1-4. [Crossref]

Stanford, C., Allen, J.S., Antón, S.C. (2013). Biological Anthropology: The Natural History of Humankind. *Pearson Education* Inc., 502-528.

Szilvássy, J., Kritscher, H. (1990), Estimation of chronological age in man based on the spongy structure of long bones. *Anthropologischer Anzeiger, 48*(3), 289-298. [Crossref]

Todd, T.W. (1920). Age changes in the pubic bone I. The male white-pubis. *American Journal of Physical Anthropology, 3*, 285-334. [Crossref]

Todd, T.W., Lyon, D.W. (1924). Endocranial suture closure. Its progress and age relationship part 1. Adult males of white stock. *American Journal of Physical Anthropology, 7*, 325-384. [Crossref]

Trotter, M,, Gleser, G. (1958). A re-evaluation of estimation of stature taken during life and long bone after death. *American Journal of Physical Anthropology, 16*, 79-123. [Crossref]

Trotter, M. (1954). A preliminary study of estimation of weight of the skeleton. *American Journal of Physical Anthropology, 12*, 537-551. [Crossref]

Trotter, M., Gleser, G. (1952). Estimation of stature from long bones of American whites and Negroes. *American Journal of Physical Anthropology, 10*, 463-514. [Crossref]

Ubelaker, D.H. (1989). The Estimation of age at death from ımmature human bone. In. *Age Markers in The Human Skeleton*. (Ed. İşcan MY.) Charles C Thomas Publisher, 55-70.

Ubelaker, D.H. (2008). Forensic Anthropology: Methodology and diversity of applications. In. *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. (Ed. Katzenberg MA, Saunders SR.) John Wiley & Sons, Inc., 41-70. [Crossref]

Vass, A.A., Bass, W.M., Wolt, J.D., Foss, J.E., Ammons, J.T. (1992). Time since death determinations of human cadavers using soil solution. *Journal of Forensic Sciences, 37*(5), 1236-1253. [Crossref]

WEA: Workshop of Europian Anthropology (1980). *Journal of Human Evolution*, 517-549.

Williams, B.A., Roger, T.L. (2006). Evaluating the accuracy and precision of crania morphological traits for sex determination. *Journal of Forensic Sciences, 51*(4), 729-735. [Crossref]

Wolpoff, M. (1973). Posterior tooth size, body size, and diet in South African gracile australopithecines. *American Journal of Physical Anthropology, 39*, 375-393. [Crossref]

BÖLÜM 10
ADLİ PSİKİYATRİ

Oğuz KARAMUSTAFALIOĞLU

DOI: 10.5152/0610

Adli Psikiyatri

Forensic Psychiatry

BÖLÜM HAKKINDA

Adli Psikiyatri Psikiyatrinin alt dalı olup suç bilimi ile ilişkilidir. Suç işleyen kişinin psikiyatrik durumu ile işlediği suç arasında ilişkiyi hukuk dilinde anlaşılır şekilde açıklar. Bu yazıda adli psikiyatri ile ilgili kavramlar gözden geçirilmiş , suç işleyen kişinin ceza ehliyetini etkileyen durumlarda uygulanacak süreç ele alınmış ve adli psikiyatrinin geleceği ile ilgili konular ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Adli psikiyatri, ceza ehliyeti, gelecek

ABOUT the CHAPTER

Forensic Psychiatry is a sub-division of Psychiatry and is related to criminal science. It clearly explains the relationship between the psychiatric state of the person committing a crime and the crime he committed, in legal language. In this article, concepts related to forensic psychiatry are reviewed, the process to be applied in cases affecting the criminal liability of the person committing a crime is discussed, and issues related to the future of forensic psychiatry are discussed.

Keywords: Forensic psychiatry, criminal liability, future

Giriş

Adli psikiyatri genel psikiyatrinin alt bilim dalıdır ve suç bilimi ile ilişkilidir. Kanunlar ve psikiyatri arasında bağlantı kurar. Geniş bir yelpaze içerisinde hukuki konularda psikiyatrik konsültasyon ile uzman görüşü ile bilirkişilik ve saldırgan ve mağdurların klinik olarak ele alınmalarını içerir. Adli psikiyatri uygulamaları psikiyatri eğitimi içerisinde program olarak yer almakla birlikte uygulamalı eğitim maalesef ülkemizde büyük oranda mevcut değildir. Bazı ülkelerde adli psikiyatrist olmak sertifikasyon gerektirirken (üst ihtisas veya program tamamlama) ülkemizde psikiyatri uzmanı olan her bireye adli bilirkişilik görevi verilebilmektedir.

Adli psikiyatri genel olarak medeni hukuk ve ceza hukukuna ait durumlar ile ilgilenmektedir. Medeni hukukla ilgili olarak başlıca bireyin fiili karar verme yetisinin incelenmesi , vesayet ve yasal danışmanlık , evlilik (evlenebilme , sonlandırma veya iptal) ve koruma amaçlı özgürlüğün kısıtlanması bölümlerini ele alır. Ceza hukuku olarak başlıca bireyin ceza sorumluluğunun saptanması , suç işlemiş psikiyatrik hastaların zorunlu tedavileri, hastane süreçleri ve daha sonra izlenmeleri , hekimlerin mesleki uygulama hataları, bireylere karşı işlenen suçlar ve mağdurun durumu ile ilgili bölümleri ele alır.

Psikiyatride tanı koyma genel olarak ya International Classification of Diseases (ICD) ya da Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM) tanı ölçütlerine göre koyulur. Bu tanı ölçütleri kılavuzlarından sadece DSM-5 adli psikiyatriyi de dikkate alarak hazırlanmıştır. ICD 10 ve öncülleri ve DSM-5 'in öncülleri adli psikiyatri konusunu dikkate alarak hazırlanmamıştır (Amerikan Psikiyatri Birliği, Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El kitabı, Beşinci Baskı -DSM-5,2013)

Bilirkişilik

Konusunda bilgi ve tecrübe sahibi olan , meslekten men cezası bulunmayan veya kamu hizmetlerinden kısıtlı olmayan kişiler bilirkişi olarak görevlendirebilirler. Soruşturma aşamasında cumhuriyet savcısı yargılama aşamasında ise hakim bilirkişi atayabilirler. Birey ancak yargılama makamı tarafından görevlendirilince bilirkişi sıfatı kazanır. Bilirkişiye görev bireysel olarak verilmiştir, başkasına devredemez. Bunun haricinde davalı veya davacılardan bir tanesi konu hakkında uzman olan bireylerden ya da kurumlardan mütalaa alabilir. Oluşturulan bilimsel görüşlere yargılama makamı itibar etmeyebilir. (Soysal H 2014)

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Oğuz Karamustafalıoğlu

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: oguz@karamustafalioglu.com

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Karamustafalıoğlu, O. (2024). Adli psikiyatri. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 119-124). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

Bilirkişi konusunda eksiklik veya yetersizlik olduğunu düşünüyorsa , konu ile bir vesile bağlantısı varsa kendini görevlendiren makamdan başka bir bilirkişi atanmasını isteyebilir. Bilirkişi usule uygun şekilde davet edildiğinde davete uymazsa zorla götürülebilir. Geçerli gerekçe göstermeden bilirkişilikten kaçınmak ceza yaptırıma yol açar .Bilirkişi dava dosyasını inceleyebilir , ihtiyaç duyduğunda sanığa soru sorabilir ve tanık dinleyebilir. Görevi tamamlandığında mevcut yıla göre belirlenmiş tarifeden ücreti ödenir

Adli Psikiyatrik Değerlendirme

Mahkeme tarafından gönderilmiş bireyler için öncelikle psikiyatrik değerlendirme yapılır. Bu değerlendirmenin diğer değerlendirmelerden farkı değerlendirilecek birey hekim seçme hakkına sahip değildir. Tıbbi yardım ve tedavi amaçlı değildir. Değerlendirmenin ardından ilk görüşmede karar verilip verilemediğine bakılır. Gözlem kararı varsa izin istemeden yatırılabilir . Bu süreçte tıbbi gereklilikler gözden kaçırılmamalı ve etik ilkelere uygun davranılmalıdır.(Meyer D , Gutheil TG , 2018)

Raporlama

Tıbbi değerlendirme sonucunda oluşan görüşün esas sonucudur. Raporda hangi yazı ile nereden istendiği ve sorulan sorular belirtilir . Değerlendirilen kişinin net fotoğrafı ve açık kimlik bilgileri raporda yer alır. Muayene tarihleri (yer ve saatleri ile) , gerek görüldü ise konsültasyonlar ve sonuçları , yapılmış olan tüm tetkikler ve gerekiyorsa dava dosyası özeti bildirilir. Tanı mutlaka bildirilmelidir ve konulan tanı ile sorulan soru ile değerlendirme için sorulan sorularla ilgili yanıtlara nasıl ulaşıldığı raporda mutlaka yer almalıdır. (Gündoğmuş ÜN 2016)

Hak ehliyeti : Bireyin medeni haklarından yararlanma ehliyetidir

Fiili Ehliyet: Kişinin kurumlar ve bireylerle olan ilişkisinde sınır, hak, yetki ve sorumluluklarını tanımlar 18 yaşını doldurarak yetişkin olmak , ayırt etme gücüne sahip olmak ve kısıtlı olmamak fiili ehliyetin kullanılması için gerekli şartlardır.

Fiili ehliyeti olan birey akla uygun bir şekilde davranabilir. Kişi yaş küçüklüğü , akıl hastalığı veya akıl zayıflığı gibi sebeplerle akla uygun biçimde davranma yeteneğinden yoksunsa ayırt etme gücü yoktur ve fiili ehliyetini kullanamaz . mahkemeler noterler, evlendirme dairesi , tapu dairesi gibi kurumlar mal alışverişi ,mal bağışlama ve hibe , evlenme ve benzeri durumlarda fiili ehliyet raporu isteyebilir.

Fiili Ehliyetin Değerlendirilmesi

Kişi yaptırmak için başvurduğu eylemin sebebinin , sonuçlarının ; kendisine ve çevresine nasıl yansıyacağının farkında mıdır ? Bilişsel işlevleri ne durumdadır? Bulunduğu ortamda telkin veya baskı altında mıdır ? Serbest iradesi ile hareket etmekte midir?

Bireyin zaman , mekan ve kişiye yönelimi tam ve yerinde olmalıdır. Günlük olaylar ve günlük bedelleri takip etmekte midir ? Niçin bu işlemi yaptırmak için başvurduğunu açıklayabilmekte midir? İlk muayenede kesin karara varılmadığında tekrar psikiyatrik değerlendirme, psikometrik değerlendirme ve beyinle ilgili inceleme tetkikleri istenebilir. İşitme, görme ve hareket güçlükleri kişinin olayları anlama , kavrama ve sebep-sonuç ilişkisi içerisinde bağımsız karar verme yetkinliğini olumsuz etkileyebilir.(Frierson RL 2015)

Vesayet

Akıl hastalığı veya zayıflığı sebebiyle kısıtlama ancak resmi sağlık kurulu kararıyle alınabilir Vasiler vesayet altındaki kişiden sorumludur. Evlenme ,mal alma ,dava açma ,borçlanma ve benzeri durumlarda vasisinin izni gerekir. Vasi ise geliri kullanırken her harcamanın hesabını kayıt eder ve hakime her yıl hesap verir.

Türk Medeni Kanunun 405. Maddesine göre : Akıl hastalığı veya akıl zayıflığı sebebiyle işlerini göremeyen , korunması ve bakımı için kendisine sürekli yardım gereken , başkalarının güvenliğini tehlikeye sokan her yetişkin kısıtlanır (Akıntürk T, Ateş-Karaman, D 2016)

Ruhsal hastalıklardan süreklilik kazanmış şizofreni , şizo-affektif bozukluk , hezeyanlı bozukluk gibi tablolar demans ,bilişsel rahatsızlığa yol açan organik mental bozukluklar , bazı durumlarda bipolar bozukluk(içgörüsüz , tedaviye dirençli veya uyumsuz , işlevi bağımsızlığını sürdüremeyecek kadar bozulmuş) ve belirli düzeyde zeka gerilikleri bu madde içerisinde değerlendirilebilir(Alpkan LR.2012)

Bedensel hastalık sebebiyle kişinin sürekli ve gözetimi gerekiyorsa ve kendisinin istemi varsa TMK 408 maddesi uyarınca vesayet altına alınabilir (körlük , sağırlık veya hareket kısıtlanması ve benzeri durumlarda)

TMK 406. Maddesine göre ergin bir kişi alkol ve/veya madde bağımlısı ise bundan dolayı , kötü yaşam tarzıyle mal varlığını kötü yönetiyor ve bu sebeple kendisini ve ailesini yoksulluğa düşürme tehlikesine yol açıyor ve bu yüzden devamlı korunmaya ve bakıma muhtaç ise başkalarının güvenliğini tehdit ediyorsa kısıtlanır . Bilirkişinin esas görevi bağımlı olup olunmadığını bildirmektir.

Yasal Danışmanlık

TMK nın 429.Maddesine göre : Bazı durumlarda hastaların kısıtlanmaması için yeterli sebep olmamakla birlikte fiili ehliyetinin kısıtlanması gerekir . (Akıntürk T, Ateş-Karaman, D 2016)

Hafif zeka geriliği veya sınır zeka , hafif bilişsel bozukluklar , sık nükseden bipolar bozukluk ve bazı kişilik bozukluklarında yasal danışmanlık önerilebilir

Vasiyetname Düzenleme

TMK 531. Maddeye göre vasiyetname düzenlemek için başvuran her yaştaki yetişkin için fiili ehliyetinin olup olmadığının tespiti gerekmektedir

Evlilik

Türk Medeni Kanuna göre 17 yaşından küçükler evlenemez . Hakim olağanüstü durumlar ve pek önemli sebeple bir sebeple 16 yaşını dolduranlara izin verebilir. Hakim bu durumlarda kişisel gelişimin evliliğe uygun olup olmadığının saptanmasını isteyebilir.

Türk Medeni Kanunu 133.Maddeye göre : Kısıtlı kişilerin (akıl hastaları) evlenmelerinde tıbbi sakınca bulunmadığı sağlık kurulu raporuyle anlaşılmadıkça evlenemezler

65 yaş üstü durumlarda, başvuru sürecinde hal ve hareketlerde görülen tuhaf tutum ve davranışlarda , kişinin bireysel talebinde psikiyatrik değerlendirme evlilik dairesi tarafından istenebilir

Evlilik İptali veya Geçersizliği. Evliliğin iptali geçersiz olma anlamında butlan olarak nitelendirilebilir. Ayırt etme gücünden sürekli olarak yoksun olunma durumudur. Kanunda eşlerden birinin evlenmenin yapıldığı sırada ayırt etme gücünden sürekli olarak yoksun bulunması durumunda mutlak butlan söz konusudur. Bireyin evlilik anındaki fiili ehliyeti değerlendirilir. Eşlerden birinde evlenmeye engel olacak derecede akıl hastalığı bulunması yine kanuna göre mutlak butlanı gerektirir. Burada evlenmeye engel akıl hastalığı kast edilmektedir. (Özden SY. 2007)

Ayırt etme gücünden geçici olarak yoksun bulunan eş evlenmenin iptalini medeni kanuna göre dava edebilir (kısmi butlan). Sarhoşluk , zehirlenmeler ve kafa karışıklığı yapan tıbbi durumlar bu kapsamda değerlendirilebilecek klinik durumlar olarak tanımlanabilir. İptal davası açma süresi iptal sebebinin öğrenilmesinden itibaren altı ay olup nikah tarihinden itibaren beş yıldır.

Türk Medeni Kanunun 165. Maddesine göre : Eşlerden birisi akıl hastalığına yakalanır ve bu hastalık ortak yaşamın sürdürülmesini diğer eş için çekilmez duruma getirirse ve iyileşme olanağının bulunmadığı resmi sağlık kurulu raporu ile saptanırsa , o eş her zaman boşanma davası açabilir. Bu hastalıklar genelde gerçeğin değerlendirme yetisinin bulunduğu psikotik bozukluklardır. Psikotik olmayan fakat hayatı çekilmez kılan ağır obsesif kompulsif bozukluk gibi durumlarda da hayatı çekilmez kıldığı kararı verilebilir.

Ceza Sorumluluğunun Saptanması

Ceza sorumluğunun incelenerek değerlendirilmesi adli psikiyatrinin ana konularındandır. Suçun kasıt ve kusur derecesi ile işlenen suçun ağırlığı ana belirleyicidir. Cezanın amacı suçluyu korkutmak , terbiye etmek ve pişmanlık duymasını sağlamaktır.

Ceza sorumluluğu bireyin suç işleme esnasında hangi eylemi ne amaçla yaptığı ile ilgilidir . Bu durum yaptıklarının sonuçlarını birey tarafından nasıl değerlendirildiğini ortaya koyar. Bireyin bir suçtan sorumlu tutulabilmesi için ve ceza alması için isnat yeteneği olmalıdır. Bireyin kendi hareketlerinin anlamını kavraması yapmayı isteme yetkinliğinde olmasıdır. Bireylerde isnat yeteneği azalabilir veya bulunmayabilir. Bireyin 18 yaşına geldiğinde hangi eylemlerin doğru ve uygulanabilir olduğunu öğrenmiş olması ve doğru tercihlerde bulunması beklenir. İsnat yeteneğini olumsuz etkileyen iki ana unsur yaş küçüklüğü ve akıl sağlığıdır. (Çay. M.2010)

Bireyin eylemi sebebiyle sorumlu olması ve cezalandırılabilmesi için 12 yaşından büyük olması ve eylemin anlamını ve içeriğini kavrama ve sonuçlarını önceden belirleme yeteneğine sahip olması gerekir. Erişkinlerde akıl hastalığı ve akıl zayıflığı bulunması ceza sorumluğunu etkiler. (Alpkan LR .2018)

Çocuklarda Ceza Sorumluluğu

Türk Ceza Kanununun 31.maddesinin 1 fıkrasına göre :12 yaşını bitirmemiş çocuk herhangi bir suç işlediği takdirde; suç ne olursa olsun , nasıl işlemiş olursa olsun , bu çocuğa ceza verilemez tanımı mevcuttur. Bu çocuklara içinde bulundukları şartlar göz önüne alınarak çocuklara özgü güvenlik tedbirleri uygulanabilir. Koruyucu ve destekleyici tedbirler önce kendi aile ortamında korunmasını sağlamaya yöneliktir. Fakat kendi aile ortamı uygun değilse daha sağlıklı ortam tercih edilebilir.

Türk Ceza Kanunun 31.maddesinin 2. fıkrasına göre 12-15 yaş arasındaki çocuk suç anında işlediği suçun hukuki sonuçlarını yeterince algılayabiliyorsa indirimli ceza uygulanır . Algılamıyorsa ceza verilmez. Türk Ceza Kanunun 31 Maddesinin 3. fıkrasına göre :15 yaşını bitirmiş ancak 18 yaşını bitirmemiş bir çocuk herhangi bir suç işlerse indirimli ceza uygulanır şeklindedir.

Bu durumlarda yaş , zeka, cinsiyet ,sosyal durum ,yaşla ilişkili bedensel gelişme ,suçun çeşidi , işleniş şekli ve içinde bulunduğu koşullar değerlendirilmelidir. Kendini savunması , suç öncesi , suç esnasında ve suç sonrasında tutum ve davranışları da dikkate alınır

Erişkinlerde Ceza Sorumluluğu

Türk Ceza Kanunun 32 maddesinin 1. Fıkrası : Akıl hastalığı sebebiyle işlediği fiilin hukuki anlam ve sonuçlarını algılayamayan veya bu fiille ilgili olarak davranışlarını yönlendirme yeteneği önemli ölçüde azalmış kişiye ceza verilmez. Ancak bu kişiler hakkında güvenlik tedbirine hükmolunur. Aynı kanunun 32. Maddesinin 2 .fıkrasında ise: Birinci fıkrada yazılı derecede olmamakla birlikte işlediği fiille ilgili olarak davranışlarını yönlendirme yeteneği azalmış olan kişiye, ağırlaştırılmış müebbet hapis cezası yerine yirmi beş yıl, müebbet hapis cezası yerine yirmi yıl hapis cezası verilir. Diğer hallerde verilecek ceza, altıda birden fazla olmamak üzere indirilebilir. Mahkûm olunan ceza, süresi aynı olmak koşuluyla, kısmen veya tamamen, akıl hastalarına özgü güvenlik tedbiri olarak da uygulanabilir ibaresi mevcuttur.

(İçel K, Ünver, Y 2012)

Suçun bir akıl hastalığı ya da akıl zayıflığı etkisinde işlenip işlenmediği suç esnasında ceza sorumluluğunun bulunup bulunmadığının tespiti gerekmektedir. Bireyin belirli süre gözlem altına alınması ve kapsamlı gözlemle incelenerek karara varılması uygun olacaktır.

Adli Gözlem

Bireyin yargı kararıyla yataklı bir ünitede yasanın tanıdığı süre içerisinde alıkonularak incelenmesi işlemine adli gözlem adı verilir. Hakim , savcı ,sanık ,sanık yakınları veya sanığın avukatı gözlem isteminde bulunabilir. Etik ilkeler ve yasalar çerçevesinde gözlemi sürdürmek gerekir. Birey mahkemenin CMK 74. Maddesi uyarınca gözlem kararı ile yatırılabilir. Bu maddeye göre gözlem süresi bir kez için en çok üç haftadır. Gözlem yapan kurum mahkemeden ek süre isteyebilir. Mahkeme tarafından ek süre istemi kabul edilirse üç hafta daha süre uzar. Uzatmalarla birlikte süre en fazla 3 ay olabilir.

Adli psikiyatrist hem hasta olması olası kişinin haklarını hem de toplumun çıkarlarını korumakla yükümlüdür. En önemli etik kural psikiyatristin kendini hakim yerine koymayıp bilirkişi tanımı içinde kalmasıdır. Suçun niteliği ve nasıl işlendiği bilirkişiyi yargılamaya yöneltmemelidir.

Psikiyatrik gözlem olağan psikiyatrik muayeneden farklıdır. Gözlem bir ekip halinde sürdürülür. Ekipte psikiyatrist , psikolog ,sosyal çalışmacı ,hemşireler , güvenlik personeli ve diğer tüm ünitede çalışanlar yer alır. İrade faktörünün bireyde herhangi bir akıl hastalığı sebebi ile etkilenip etkilenmediği ve etkilendi ise ne ölçüde etkilendiğinin belirlenmesi gerekir.

Kişilerin kendisi koruma gayreti içerisinde ekibi yanıltma çabalarına karşı dikkatli olunmalıdır. Akıl hastası olmayan bir kişi cezadan kurtulmak için bilinçli ve iradi bir şekilde hastalık taklidi yapmaya çalışabilir. Gerçekte hasta olan bir kişi ise hastalığını gizlemeye çalışabilir. Deneyimsizlik veya dikkatsizlik durumunda psikiyatrist yanılgıya düşürülebilir. (Alpkan LR 2011-2012-2013)

Bireyin belirli bir tarihte işlemiş olduğu belirli suça karşı ceza sorumluluğu tayin edilebilir. Birden fazla suç söz konusu olduğunda her biri için ayrı değerlendirme yapılır. Bireyin daha önce ceza sorumluluğu benzer veya farklı suçlara karşı tayin edilmiş olabilir. Geçmiş değerlendirme bağlayıcı değildir ve sorulan suça karşı ceza sorumluluğunun değerlendirilmesinde dikkate alınabilir. Bireyin geçmiş öyküsünde bulunan ayaktan veya yatarak geçmiş psikiyatri tedavileri , askerlik değerlendirmeleri veya diğer psikiyatri ile bağlantılı rapor ve belgeler dikkate alınır fakat güncel değerlendirme için belirleyici değildir.

Dava dosyasının bireyin adli psikiyatrik değerlendirmesi için gözlemi esnasında değerlendirilmesi gerekir. CMK 73. Maddesi bilirkişiye dava dosyasını inceleme yetkisini vermiştir. (Özgenç İ (2010) Bireyin gözleminde mutlaka dava dosyası da bulunmalıdır. Dava dosyası incelenerek kişinin suçtan itibaren verdiği ifadeler dikkate alınır. Gözlem esnasındaki ifadeleri ile benzerlik farklılıklarına bilhassa dikkat edilmelidir. Suç öncesinde, suç esnasında ve sonrasında bireyin nasıl davrandığı ve suçu nasıl işlediği dikkatle incelenir. Suç için planlama yapıp yapmadığı, kanıtları gizleme veya ortadan kaldırma çabasının olup olmadığı, nasıl ele geçtiği veya teslim olduğu , ilk ifadesiyle tutarlı olup olmadığı belirlenir. Bireyin yanı sıra tanık ifadeleri de dikkatle incelenmelidir.

Ceza Sorumluluğunun Tam Olması

Bireyin suçun işlenişi esnasında olayları tam açıklık ile kavrayıp sağlıklı sonuçlara varabilmesi yeteneğine sahip olması durumunda bireyin bu suça karşı ceza sorumluluğunun tam olduğu kararına varılır. Suç işlenişi esnasında kişinin neyi niçin yaptığını ve sonuçlarının ne olacağını bilerek eyleme dönüştürmesi durumunda ceza sorumluluğu tamdır. (Dinçmen, 1984)

Ceza sorumluluğu tam olduğuna karar verilen bireyde ceza sorumluluğunu etkilemeyen psikiyatrik bozukluklar saptanabilir. Suç esnasında bile bu bozuklukların varlığı ceza sorumluluğunu etkilemez . Alkol ve madde ile ilişkili bozukluklar , anksiyete bozuklukları ,somatik semptom ve ilişkili bozukluklar , yeme bozuklukları , kişilik bozuklukları , dürtü kontrol bozuklukları ceza sorumluluğunu etkilemeyen bozukluklardan olabilir. (Alpkan LR .2018)

Ceza sorumluluğunu etkileyen psikiyatrik bozukluklarla ilgili semptomlar gözlem esnasında görülebilir. Bireyin gerçeği değerlendirme yeteneğinin bozulduğu varsanısı , hezeyanı olabilir veya içgörü sorunu saptanabilir. Herhangi biri veya birden fazlası suçun işlendiği esnada bulunmuyorsa veya tamamen sonradan çıktı ise ceza sorumluluğu tam olarak değerlendirilir. (Clark C ,Natarajan M.2011) Suç tarihi öncesinde ceza sorumluluğunu etkileyecek gerçeği değerlendirme yetisini bozan bir psikiyatrik bozukluk geçirilmiş olabilir. Daha sonra kişide tam düzelme oldu ise ve suç esnasında tam düzelme durumunda ise ceza sorumluluğu tam olarak değerlendirilir. İki uçlu duygudurum bozukluğunun bilhassa psikotik özellikli mani veya depresyon atağı olmak üzere atak dönemleri , yineleyen psikotik özellikli majör depresyon , nörokognitif bozukluklar , dönemsel psikozlar gibi durumlar suçtan önce mevcut ise ve suç esnasında tama yakın düzelmiş ise ceza sorumluluğu tam olarak değerlendirilir . Camcıoğlu TH. (2010) (Bazı durumlarda bu bozukluklar suç öncesinde ve sonrasında görülüp suç esnasında mevcut değilse ceza sorumluluğu yine tam olarak değerlendirilir

Azaltılmış Ceza Sorumluluğu

Türk Ceza Kanunun 32. Maddesinin 2. Fıkrasına göre : Bir bireyin davranışlarını yönlendirme yeteneği azalmış ise bireye azaltılmış ceza uygulanır ibaresi mevcuttur. Olayları tam ayırt edemez , anlama yeteneği azalmıştır ve eylemin sonuçlarını tam olarak kavrayamaz.

İki uçlu duygudurum bozukluğunun kısmi düzelme durumlarında , epilepsi veya diğer bedensel sebepli ortaya çıkan psikiyatrik bozukluklarda , kleptomani ve piromani gibi dürtü kontrol bozukluklarında ve bilhassa belli düzeyde zeka geriliklerinde suç ve işleniş biçimiyle bağlantılı olarak azaltılmış ceza sorumluluğu değerlendirilmesi yapılabilir. (Ouanbeck CD, Stone DC, Mc Dermott BE, et al.2004)

Ceza Sorumluluğunun Bulunması

Hezeyan , varsanı veya içgörü yitimi ile kendini gösteren gerçeği değerlendirme yetisinin bozulduğu durumlarda ve belirli ölçüde zeka geriliğinin varlığında ceza sorumluluğunun bulunmadığı kararına varılır. Suç işlendiğinde psikiyatrik bozukluğun etkisi mevcuttur. (Özdemir F 1992). Ceza verilmez tedavi yaptırımı uygulanır. TCK 32 maddesinin 1 fıkrasına göre : Akıl hastalığı sebebiyle işlediği fiilin hukuki anlam ve sonuçlarını algılayamayan veya bu fiille ilgili olarak davranışlarını yönlendirme yeteneği önemli derecede azalmış olan kimseye ceza verilemez şeklindedir.

Kanunda psikiyatrik bozukluklar tarif edilmemektedir. Şizofrenik bozukluk , hezeyanlı bozukluk , şizoaffektif bozukluk , şizofreniform bozukluk , kısa tepkisel psikoz veya dönemsel psikozlar , diğer psikozlar, iki uçlu duygudurum bozukluğunun atak dönemleri belirli durumlarda , psikotik özellikli majör depresyon , ağır zeka gerilikleri , belirli durumlarda epilepsi gibi durumlarda ceza sorumluluğu tamamen ortadan kalkabilir. (Öncü F, Sercan M, Ger C ve ark. 2007) Birey suç esnasında psikiyatrik bozukluk etkisi altında iken sonra tamamen düzelmiş olabilir. Suçtan sonraki gözlem döneminde aktif psikopatolojisi görülmeyebilir. Suç esnasında gerçeği değerlendirme yetisinin bozulduğu saptandı ise ceza sorumluluğu bulunmaz. Ceza sorumluluğunu etkileyen bir psikiyatrik tabloda iken suç esnasında alkol veya madde etkisi altında olduğu saptanırsa ceza ehliyeti tam olarak değerlendirilir.

Geçici Sebepler

Türk Ceza Kanununun 34. Maddesinin 1. Fıkrasına göre: Geçici sebepler, ya da irade dışı alınan alkol ve uyuşturucu madde etkisiyle işlediği fiilin hukuki anlam ve sonuçlarını algılayamayan veya bu fiille ilgili olarak davranışlarını yönlendirme yeteneği önemli derecede azalmış olan kişiye ceza verilemez

Enfeksiyon hastalıklarına bağlı yüksek ateş , hipoglisemi veya üre yükselmesine bağlı konfüzyonlar, epileptik nöbet ve kişinin

haberi olmadan veya zorla başkaları tarafından içirilen alkol veya maddenin sebep olduğu istemeyerek sarhoşluk geçici sebeplerden olarak değerlendirilebilir. Ancak suç anında iradi olarak alkol almış olmak cezayı hafifletmez. TCK'nın 34. Maddesinin 2. Fıkrası şu şekildedir: İradi olarak alınan alkol veya uyuşturucu madde etkisinde suç işleyen kişi hakkında 1. Fıkra hükmü uygulanmaz.

Koruma ve Tedavi

Suç işleyen ve ceza sorumluluğu bulunmayan hastaya ceza verilmez, ancak tehlikeliliği geçene kadar mecburi olarak tedavi edilmesi gerekir. Akıl hastalarına özgü güvenlik tedbiri, koruma ve tedavi amacına yöneliktir (Öncü F 2012). Akıl hastalarının muhafaza tedavisi için özel güvenlik tedbirleri alınmış hastaneler gerekmektedir. Ülkemizde yeni açılan şehir hastanelerinin çok azında yüksek güvenlikli bölümler oluşturulmuş olmasına rağmen sayı çok yetersizdir .Suç işlemiş ve ceza sorumluluğu bulunmayan bireyler büyük oranda daha önce kurulmuş bulunan ruh ve sinir hastalıkları hastanelerinin içinde yer alan adli servislerde muhafaza ve tedavi edilmektedir. Fakat asla ihtiyaca hitap etmemektedir.Eski ceza yasasında, güvenlik tedbirinin süresi akıl hastalığının iyileşmesine bağlı iken mevcut ceza yasasında , suç işleyen hasta hakkında hükmolunan güvenlik tedbiri süresi, akıl hastasının toplum açısından tehlikeliliğinin ortadan kalkmasına veya önemli ölçüde azalmasına bağlıdır.

TCK 57. maddesinin 1. Fıkrasına göre : Fiili işlediği sırada akıl hastası olan kişi hakkında, koruma ve tedavi amaçlı olarak güvenlik tedbirine hükmedilir. Hakkında güvenlik tedbirine hükmedilen akıl hastaları, yüksek güvenlikli sağlık kurumlarında koruma ve tedavi altına alınırlar.

Akıl hastası hakkında uygulanan güvenlik tedbirinin, sona erdirilmesine yine hükmü veren mahkemece karar verilmelidir. Ancak mahkeme, akıl hastasının yerleştirildiği kurumun sağlık kurulu raporu üzerine bu kararı verebilecektir. Sağlık kurulu raporu mahkeme açısından bağlayıcı değildir. Başka bir kurumdan yeni bir değerlendirme isteyebilir.

TCK 57. Maddesinin 2. Fıkrasına göre: Hakkında güvenlik tedbirine hükmedilmiş olan akıl hastası, yerleştirildiği kurumun sağlık kurulunca düzenlenen raporda toplum açısından tehlikeliliğinin ortadan kalktığının veya önemli ölçüde azaldığının belirtilmesi üzerine mahkeme ve hakim kararıyla serbest bırakılabilir.

Akıl hastasının "tıbbi kontrol ve takibi" yapılmak suretiyle, yani denetimli olarak serbest bırakılması halinde, bu "tıbbi kontrol ve takip", raporda gösterilen süre ve aralıklarla yapılmalıdır. Bu konu, Cumhuriyet Savcılığınca takip edilir. Bu kişilerin, teknik donanımı ve yetkili uzmanı olan sağlık kuruluşuna gönderilmesi ile sağlanır

TCK 57.Maddesi 3. Fıkrasına göre: Sağlık kurulu raporunda, akıl hastalığının ve işlenen fiilin niteliğine göre, güvenlik bakımından kişinin tıbbi kontrol ve takibinin gerekip gerekmediği, gerekiyor ise, bunun süre ve aralıkları belirtilir.

TCK 57.Maddesinin 4.fıkrasına göre: Tıbbi kontrol ve takip, raporda gösterilen süre ve aralıklarla, Cumhuriyet savcılığınca bu kişilerin teknik donanımı ve yetkili uzmanı olan sağlık kuruluşuna gönderilmeleri ile sağlanır."

Serbest bırakılan akıl hastasının toplum açısından tehlikeliliğinin artması halinde, hükmü veren mahkeme tarafından hakkında "yeniden koruma ve tedavi amaçlı olarak güvenlik tedbirine" karar verilir. Ancak, bu karar akıl hastasının tıbbi kontrol ve takibinin yapıldığı "teknik donanımı ve yetkili uzmanı olan sağlık kuruluşunca" hazırlanan sağlık kurulu raporuna istinaden verilebilir.

TCK 57.Maddesinin 5. Fıkrasına göre Tıbbi kontrol ve takipte, kişinin akıl hastalığı itibariyle toplum açısından tehlikeliliğinin arttığı anlaşıldığında, hazırlanan rapora dayanılarak, yeniden koruma ve tedavi amaçlı olarak güvenlik tedbirine hükmedilir. Bu durumda, bir ve devamı fıkralarda belirlenen işlemler tekrarlanır.

Sonuç

Adli Psikiyatri suç ve psikiyatrik bozukluklar arasında ilişki kuran psikiyatrinin alt birimidir. İdeal olan her psikiyatri eğitimi alan asistanın mutlaka bir adli psikiyatri birimi olan eğitim kurumunda üç aydan az olmamak kaydıyle rotasyon yapıp bu konuda bilgi deneyimlerini arttırmasıdır. Ülkemizde sayıları çok artmış olan Toplum Ruh Sağlığı Merkezleri bireylerin takiplerinde önemli bir görev üstlenebilir ve adli psikiyatri hizmetlerine entegre edilebilir. Sağlık kurulu raporlarını ise yataklı kurumlarda oluşmuş sağlık kurullarından almaya devam edebilirler. Adli Psikofarmakoloji son yıllarda önem kazanan ve yayınlanan çalışmaları giderek arttığı bir alandır. Adli Psikiyatri hastalarında daha yüksek doz , daha uzun süre ve daha fazla sayıda psikotropun bir arada kullanılması (polifarmasi) çok sık rastlanılan durumdur ve bu konuda deneyimli olmak bu hastaların tedavileri ve dolayısıyle suç işleme tekrarının başarıyle önüne geçmekte önemlidir .Adli psikiyatri eğitimi sadece psikiyatristler temelinde değil ekipte yer alan tüm çalışanlar için mutlak gerekliliktir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Akıntürk T, Ateş-Karaman, D. (2016). *Medeni Hukuk* 22. Baskı, Beta Basım

Alpkan LR (2011-2012-2013) Ceza Sorumluluğu içerisinde Psikiyatri ve Etik-Hukuk. *Türk Tıp Etiği ve Tıp Hukuku Araştırmaları Yıllığı,* Vol.4-5-6, 87-94

Alpkan LR .(2018) .Adli Psikiyatri .*Temel ve Klinik Psikiyatri* .Güneş Tıp Kitabevi

Alpkan LR.(2012) *Medeni Hukukla İlgili Adli Psikiyatrik Kavramlar Psikiyatri Gündemi.2*(2) 14-17

Amerikan Psikiyatri Birliği, Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El kitabı, Beşinci Baskı (DSM-5),(2013) *Tanı Ölçütleri Başvuru El Kitabından çev.* Köroğlu E, Hekimler Yayın Birliği

Camcıoğlu TH. (2010) *Bipolar bozukluğu olan olgularda suç işlemeyi etkileyen etmenler* .Uzmanlık Tezi, Bakırköy Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi

Clark C ,Natarajan M.(2011) *Psychosis and Offending* .Practical Forensic Psychiatry. Hodder and Stoughton Ltd

Çay. M.(2010) *Anne Babaya Yönelik Homosidal Davranışları Olan Adli Psikiyatri Olgularında Suç İşlemeyi Etkileyen Etmenler*. Uzmanlık Tezi, Bakırköy Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi

Dinçmen K.(1984) *Adli Psikiyatri.* Fatih Gençlik Vakfı Matbaası İşletmesi.

Frierson RL (2015) DSM-5 and Psychiatric Evaluations of Individuals in the Criminal Justice System .DSM 5 and the Law. Oxford University Press.

Gündoğmuş ÜN (2016).Adli Rapor Düzenlenmesi .*Adli Nöropsikiyatri*. Nobel Tıp Kitabevi

İçel K, Ünver, Y(2012) *Adli Tıp ve Ceza Hukuku*" Seçkin Yayıncılık

Meyer D , Gutheil TG.(2018) The Expert Witness .*Textbook of Forensic Psychiatry .American Psychiatric Association Publishing* [Crossref]

Ouanbeck CD, Stone DC, Mc Dermott BE, et al.(2004) Clinical and legal correlates of inmates with bipolar discorder at time of criminal arrest. *Journal of Clinical Psychiatry, 65* ,198-203 [Crossref]

Öncü F (2012) *"Psikiyatrik bozukluğu olan suçluların zorunlu klinik tedavi sonrası hastalık ve suçluluk seyirleri* . Uzmanlık Tezi, Bakırköy Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi

Öncü F, Sercan M, Ger C ve ark(2007) "Sosyoekonomik etkenlerin ve sosyodemografik özelliklerin psikotik olguların suç işlemesinde etkisi. *Türk Psikiyatri Dergisi, 18*:1, 4-12

Özdemir F(1992).*Adli Psikiyatri açısından Homosidal Davranışlar*. Uzmanlık Tezi, Bakırköy Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi İstanbul,1992

Özden SY.(2007) *Adli Psikiyatri*. Mavi İletişim Yayıncılık 2007

Özgenç İ (2010)*Türk Ceza Hukuku Genel Hükümler* 5. Baskı, Seçkin Yayıncılık.

Soysal H (2014) *Adli Psikiyatri El Kitabı* 2. Baskı .Özgür Yayınları .

BÖLÜM 11
ADLİ GENETİK

Emel Hülya YÜKSELOĞLU
Fatma ÇAVUŞ YONAR
Ömer KARATAŞ

DOI: 10.5152/0611

Adli Genetik

Forensic Genetics

BÖLÜM HAKKINDA

Multidisipliner bir bilim dalı olan Adli Bilimler açısından Adli Genetik önemli bir saç ayağıdır. Adli Genetik, moleküler biyoloji tekniklerini kullanarak, olay yerinden toplanan çeşitli biyolojik delillerin kime ait olduğunun belirlenmesinde genetik kanıtlarla olay, şüpheli ve mağdur arasında bağlantı kurarak suçun aydınlatılmasına yardımcı olur. Adli Genetik kapsamında olay yerinden biyolojik delillerin toplanması, DNA veya RNA teknolojisi, olay yerinde genetik materyal kaynakları, biyolojik delillerden genetik materyal elde etme yöntemleri, biyolojik delillerin identifikasyonu ve orijin tespiti, geçmişten günümüze kadar kullanılan polimorfik sistemler ve popülasyon genetiğinin temel prensipleri, kimliklendirme, akrabalık ilişkilerinin belirlenmesi, nesep tayini, kriminal olayların çözümünde DNA bankalarının önemi ve kullanımı gibi konularda farkındalık kazandırılması amaçlanır. Suç işleme trendlerinin giderek geliştiği günümüzde, biyolojik örneklerin kriminal analizlerinde teknik olanaklar ve ekipman ne kadar gelişmiş olursa olsun esas belirleyici faktörlerden birinin de bilgi birikimi, deneyim ve kalifiye personel olduğu unutulmamalıdır. Bölümümüz kapsamında adli genetik terminolojisinden, biyolojik bir delilin kimliklendirilmesinde hangi proseslerin takip edileceğinden ve bu proseslerin detaylarından bahsedilerek adli genetiğin dünü, bugünü ve yarını üzerinde durulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Adli genetik, moleküler biyoloji, genetik materyal, insan dışı DNA, standardizasyon

ABOUT the CHAPTER

Forensic Genetics is an important pillar of Forensic Sciences, which is a multidisciplinary science. Forensic Genetics, using molecular biology techniques, helps to clarify the crime by establishing a link between genetic evidence and the event, suspect and victim in determining who the various biological evidence collected from the crime scene belongs to. Within the scope of Forensic Genetics, it is aimed to raise awareness on issues such as collection of biological evidence from the crime scene, DNA or RNA technology, sources of genetic material at the crime scene, methods of obtaining genetic material from biological evidence, identification and origin determination of biological evidence, polymorphic systems used from past to present and basic principles of population genetics, identification, determination of kinship relationships, determination of lineage, the importance and use of DNA banks in solving criminal cases. In today's world where crime trends are gradually evolving, it should not be forgotten that one of the main determining factors in the criminal analysis of biological samples is knowledge, experience and qualified personnel, no matter how advanced the technical facilities and equipment are. In this section of our book, we focus on the past, present and future of forensic genetics by talking about forensic genetics terminology, which processes to follow in the identification of biological evidence and the details of these processes.

Keywords: Forensic genetics, molecular biology, genetic material, non-human DNA, standardization

Giriş

Genotiplerin kolayca tanımlanabilir fenotipleri olan genetik biyobelirteçlerin kullanımı, adli genetiğin merkez bakış açılarından biridir (Li, 2018). Bu biyobelirteçlerden özellikle yüksek polimorfik özellik gösterenler adli genetik alanında sıklıkla tercih edilmektedir. Genetik bilimindeki ilerlemelerle birlikte bu biyobelirteçlerin kullanımı da sürekli gelişmiştir. Günümüze değin, genetik biyobelirteçlerin gelişimi; morfolojik, sitolojik, biyokimyasal ve moleküler biyobelirteçlerin kullanımı olmak üzere dört ana başlık altında karakterize olmuştur.

Bireylerin kimliklendirilmesinde kullanılan ilk rutin çalışmalar kan grupları olan ABO sistemi ve Rhesus gibi klasik biyobelirteçler temelliydi (Morling, 2004; Geserick & Wirth, 2012). Daha sonraları değişken sayılı ardışık tekrar bölgelerinin (Variable number tandem repeat, VNTR) DNA tiplemesi, restriksiyon parça uzunluk polimorfizmi tekniği kullanılarak yapılmıştır. Günümüzde, adli genetik kimliklendirmede birçok laboratuvar

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Emel Hülya Yükseloğlu
Fatma Çavuş Yonar
Ömer Karataş

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: emelhulyayukseloglu@gmail.com
fatma.cavus@iuc.edu.tr
omer.karatas@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Yükseloğlu, E. H., Çavuş Yonar, F., Karataş, Ö. (2024). Adli genetik. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 126-140). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) tabanlı yöntemler kullanarak DNA'da bulunan kısa ardışık tekrar bölgelerini (Short Tandem Repeat, STR) incelemektedir. STR DNA bölgelerinin kalıtımı klasik Mendel yasalarına göre gerçekleşmekte ve analizler geleneksel genetik yöntemlerle yapılmaktadır. İncelenen genetik biyobelirteçlerin dağılımı esas alınarak, soy bağı tespitinde dahil etme ya da dışlama olacak şekilde delil ağırlığı hesaplanmakta, olay yerinden elde edilen bir biyolojik delilin mukayese edilebileceği şüpheli olması durumunda o popülasyona ait olma ihtimali belirlenmektedir.

Bireylerden ve faili meçhul vakalardaki biyolojik materyallerden elde edilen DNA profilleri ile oluşturulan DNA veri bankaları ülkeler arasında her geçen gün yaygınlaşmaktadır (Wallace, Jackson, Gruber, & Thibedeau, 2014; Morling, 2004). Kişi profillemesinde ortak biyobelirteçlerin veri tabanlarına dahil edilmesi sayesinde ülkeler arası suçla mücadele kapsamında DNA profilleri karşılıklı olarak değerlendirilebilmektedir.

Adli Genetiğin Temel Terminolojisi

Alel: Belirli bir genetik lokustaki genin alternatif formları ya da DNA'nın bir bölümü (Şekil 1).

Alel Düşmesi: Belirli bir lokusta alelin algılanmaması, heterozigot bir lokusta iki alelden sadece birinin görülmesi.

Bç: Baz çifti–DNA'nın çift sarmalında yer alan birbirini tamamlayıcı nükleotidler (Adeninin timin ile, guanin sitozinle eşleşmesi).

CODIS lokusları: Adli analizlerde kullanım için FBI tarafından tanımlanan STR belirtecinden oluşan set.

Çoğaltılabilir Fragman Uzunluk Polimorfizmleri (AMP-FLP'ler): Allellerin ardışık çekirdek tekrarlarının sayısında farklılık gösterdiği polimorfik bölgeler. Bu aleller genellikle 500-1000 baz çifti uzunluktadırlar. D1S80 lokusu AMP-FLP örneğidir.

Değişken Sayılı Ardışık Tekrar (VNTR): Allellerin ardışık düzenlenmiş çekirdek tekrarlarının sayısında farklılık gösterdiği DNA'nın polimorfik bölgesi. Genellikle uzunlukları 500 baz çifti ile 20 kilo baz arasında değişkenlik gösterir ve mini uydular olarak da bilinirler.

Dominant Alel: Heterozigot genotipte kendini gösteren baskın alel (Şekil 1).

Diploit: Hücrede iki set kromozomun bulunması, ilgili genomun iki kopyasını içermesi.

Fenotip: Organizmanın genetik özellikler ve çevresel faktörler sonucu aldığı fiziksel form.

Gen: DNA'nın protein ya da RNA molekülü kodlayan işlevsel kısmı.

Gen Frekansı: Bir genin bir popülasyonda görece frekansı (oranı).

Genom: Hücrede veya organizmada DNA'nın tüm haploit bütünlüğü. Tüm insan genomu yaklaşık olarak 3.2 milyar baz çifti içermektedir.

Genotip: Her bir hücredeki belirli alel setleri. Herhangi bir lokustaki iki alel genotipi tanımlar. Eğer sadece 2 alel varsa (ör. A ve B alelleri) 3 olası genotip (AA, AB, BB) mevcuttur (Şekil 1).

Gonazom: X ve Y cinsiyet kromozomlarını ifade eden kromozomlar.

Haploit: Hücrede kromozomların tek set bulunması, ilgili genomun tek kopyasını içermesi. Yumurta hücreleri ve spermatozoa gibi hücreler haploit genom taşırlar. Y kromozomu ve mitokondriyal DNA da haploittir.

Hardy–Weinberg Kanunu (HW Kanunu): İdeal bir popülasyonda alel frekanslarının jenerasyonlar arası sabit kalacağını belirten ilke.

Heterozigot: Herhangi belirli bir lokusta farklı allellerin bulunması (Şekil 1).

Homozigot: Herhangi belirli bir lokusta tıpatıp aynı allellerin bulunması (Şekil 1).

İdentifikasyon: DNA profillemesi, kimliklendirme.

Kısa Ardışık Tekrarlar (STR'ler): Allellerin ardışık düzenlenmiş farklı tekrar sayılarından oluşan DNA'nın polimorfik bölgesi. Genellikle, 100-400 baz çifti uzunluktadırlar ve mikro uydular olarak da bilinirler.

Kromozom: Düzenli bir yapı oluşturmak için proteinlerle ilişkilendirilen çift sarmallı DNA molekülü. Ökaryotlarda hücre çekirdeğinde bulunurlar ve hücre bölünmesi esnasında (oldukça yoğun olduklarında) ışık mikroskobu ile gözlemlenebilirler.

Lokus: Bir genin veya DNA bölgesinin kromozom üzerindeki fiziksel pozisyonu (Şekil 1).

Lokusların Adlandırılması: Lokusların adlandırılması genellikle tekrar sayılarına göre olmaktadır. Uluslararası Adli Genetik Topluluğu (International Society for Forensic Genetics, ISFG) tarafından tavsiye edilip halen işlevsel durumdaki *D#-S#* sistemi ile yeni keşfedilen STR'lar adlandırılmaktadır. Bu sistematik yöntemde ilk olarak DNA'yı temsilen D harfi daha sonraki rakam adlandırdığımız lokusun kaçıncı kromozom üzerinde yer aldığını, üçüncü basamaktaki S harfi DNA dizisinde tek (single) olduğunu ifade ederken son rakam ise kimlik numarası gibi kromozomdaki diğer STR'lerden ayırmak için verilmektedir. Örnek verecek olursak Y kromozomunun bir zincirinde bulunmakta olan 391'inci kısmın isimlendirmesi DYS391 şeklinde yapılmaktadır. İnsanda tiroid peroksidaz gen kodlamasını yapan (Human Thyroid Peroxidase) dizi için bu işlevi yapan enzimin ismi TPOX şeklinde kısaltılarak kullanılmaktadır. Bir STR lokusu ardışık olarak tekrarlayan kaç parçaya sahipse o sayıyla anılır. TH01 STR lokusu dörder bazlık tekrar ünitelerinden oluşur. 9 tekrar ünitesi olan TH01 alel 9 olarak adlandırılır. Ancak 10 adet tekrar içeren alelde 7. tekrar ünitesinde bir adet baz eksiktir. Bu yüzden 9.3 olarak isimlendirilmiştir. İfade edilişi şu şekildedir;

Mutasyon: Popülasyonun %1'inden azında nadir görülen DNA dizisindeki genetik değişiklik. En sık karşılaşılan formu tek baz değişimidir.

Otozom: Cinsiyet kromozomları hariç olan kromozomlar. İnsanlarda 22 çift otozomal kromozom (X ve Y cinsiyet kromozomları hariç) bulunmaktadır.

Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR): DNA'nın in vitro olarak enzimatik çoğaltılması işlemi.

Polimorfizm: Popülasyonun %1'inden fazlasında görülen ve yaşam üzerine olumsuz etkisi olmayan genetik değişiklikler.

Popülasyon: Belirli bir bölgede yaşayan aynı türden bireylerin oluşturduğu topluluk.

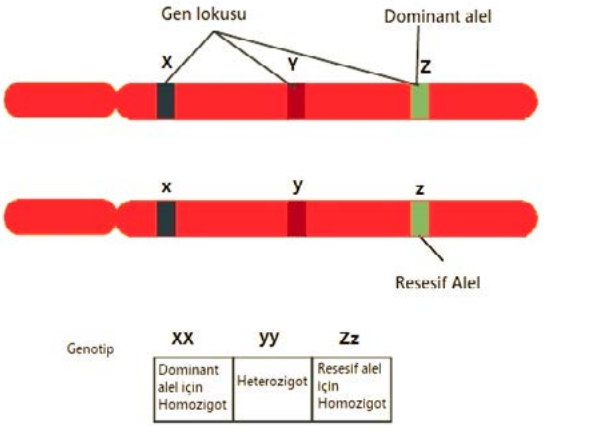
Pürin: Nükleik asitteki çift halkalı nitrojenli bazlar (Adenin, guanin).

Pirimidin: Nükleik asitteki tek halkalı nitrojenli bazlar (Sitozin, timin).

Resesif Alel: Homozigot genotipte kendini gösteren, heterozigot genotipte kendini gösteremeyen çekinik alel (Şekil 1).

Tek Nükleotid Polimorfizmi (SNP): Genomda iki ya da daha fazla alelin tek bir baz pozisyonunda ortaya çıkması. Genellikle bialeliktirler. Dönüşüme kıyasla geçiş daha yaygındır. Popülasyon seviyesinde düşünülürse SNP'de nadir alel frekansının %1'den büyük olması gerekmektedir (Goodwin, Linacre, & Hadi, 2011).

Şekil 1
Kromozom üzerinde yerleşik lokus ve alel ile genotip kavramının gösterimi



Açıklama notu. Goodwin, W., Linacre, A., & Hadi, S., 2011, AnIntroduction To Forensic Genetics (Vol. 2). John Wiley&Sons kaynağından uyarlanmıştır.

Adli Genetiğin Tarihçesi

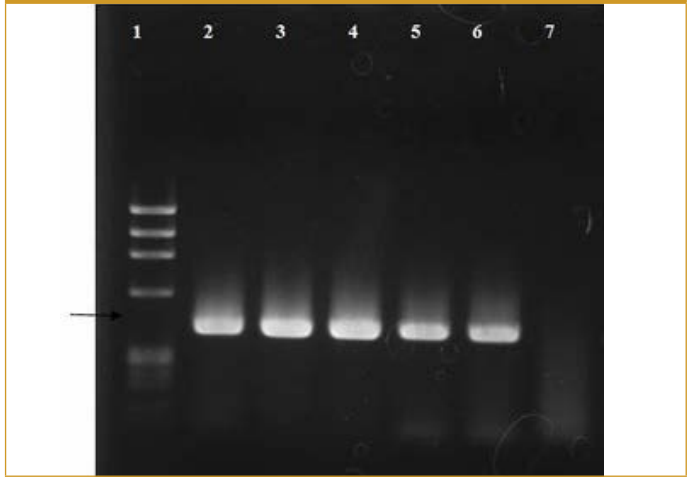
Adli genetiğin bilimsel çağa girişi, Lansteiner'ın 1900'de ABO kan gruplarını keşfi sonrası, insan kan grubunun kimliklendirme amaçlı kullanılması ile gerçekleşmiştir (Yamamoto & Hakomori, 1990; Byard , James, Berketa J., & et al., 2016; Reich, Schaffner, Daly, & et al., 2002). Fransız kriminolog Edmond Locard'ın 1910 yılında değişim prensibi ile "*Her temas bir iz bırakır*" düşüncesini belirtmesi sonucu modern adli bilimlerin ilk adımları atılmıştır. 1926 yılında ise Thomas Hunt Morgan tarafından, adli genetiğin temelinin gelişmesini sağlayan genler teorisi öne sürülmüştür. Moleküler düzeyde yürütülen adli genetik çalışmalar ise 1953 yılında DNA'nın çift sarmal yapısının keşfiyle birlikte başlamıştır.

1900 yılında Karl Landsteiner ABO kan gruplama sistemini ortaya koymuş ve bireylerin kan gruplarına göre gruplanabilir olduklarını gözlemlemiştir (Goodwin, Linacre, & Hadi, 2011). Bunu takiben, birlikte kullanımda yüksek ayrım gücü üretmek adına, farklı kan grubu belirteçleri ve çözünebilir kan serum protein belirteçleri karakterize edilmiştir. Adli vakalarda serolojik tekniklerin güçlü bir araç olduğu fakat ayrım gücü yüksek sonuçlar için gerekli olan biyolojik materyal miktarının bu tekniklerde sınırlayıcı olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca çevre ile temas halinde proteinler de degredasyona eğilimlidirler.

1960 ve 1970 yıllarında moleküler biyolojideki restriksiyon enzimleri, Sanger dizilemesi, Southern blotlama gibi gelişmeler ışığında araştırmacılar DNA dizilerini çalışabilmişlerdir (Butler J. , Fundamentals Of Forensic DNA Typing, 2009). DNA polimorfizmleri 1978'e kadar Southern blotlama tekniği kullanılarak belirlenmiştir. 1980 yılında ilk yüksek polimorfik lokus (alel uzunluğundaki farklılıktan kaynaklanan bir polimorfizm) rapor edilmiştir.

Mini-uydu lokuslarının adli bilimlerde uygulanabilirliği ise Eylül 1984'de Alec Jeffreys tarafından fark edilmiştir (Jeffreys, Wilson, & Thein, Individual-Specific Fingerprints Of Human DNA, 1985; Jeffreys & Wilson, Hypervariable Regions In Human DNA, 1985; Gill P. , 1985). Jeffreys tarafından geliştirilen teknikte, polimorfik bölgeyi belirlemek için agaroz jel elektroforezi, Southern blotlama ve prob hibridizasyonu öncesi restriksiyon enzimleri ile DNA çekitlenmesi gerektiği ifade edilmiştir. Tüm bu prosesler sonrasında DNA parmak izi olarak adlandırılan, X-ray filminde siyah bant serileri ilk defa gözlemlenmiştir (Şekil 2).

Şekil 2
Agaroz jel elektroforezinde DNA bantlarının görünürlüğü



İlk DNA parmak izi çalışmasında; kullanılan çoklu-lokus probları (Multi-Locus Probe MLP'ler) ile birkaç mini-uydu bölgeleri eş zamanlı olarak belirlenebilmiş ve oldukça bilgilendirici olmalarının yanı sıra yorumlanması zor olan çoklu bant şekillerinin görülmesi sağlanmıştır (Goodwin, Linacre, & Hadi, 2011; God's Signature: DNA Profiling, The New Gold Standard In Forensic, 2003). Sonrasında tek bir lokusa özgü (Single-Locus-Probes, SLP'ler) yeni problar dizayn edilmiş ve böylelikle her birey için agaroz jel elektroforezinde sadece bir ya da iki bant gözlemlenmiştir.

Mini-uydu analizi kimliklendirmede güçlü bir araç olmasına rağmen görece fazla DNA miktarı gerektirmesi, degrede DNA ile iyi sonuç vermemesi, laboratuvarlar arası karşılaştırma yapmanın zorluğu ve analiz süresinin uzun olması bu tekniğin kısıtlayıcı

yönlerindendir (Carracedo , 2013). PCR temelli sistemlerin kullanımına kadar geçen süre zarfında SLP'ler ile yürütülen mini-uydu analizleri uzun yıllar boyunca sıkça kullanılmıştır.

Adli genetik tarihinde çok önemli bir gelişme olan ve DNA'nın belirli bölgelerinin çoğaltılması amacına hizmet eden PCR, 1983 yılında ABD'deki Cetus şirketinde görevli kimyager Kary Mullis tarafından geliştirilmiştir. Bu teknik, adli genetik dahil moleküler biyolojinin tüm yönleri üzerinde derin bir etki yaratmış ve bu değerli tekniğin geliştirilmesi sağlayan Kary Mullis, 1993 yılında Nobel Kimya Ödülü'ne layık görülmüştür (Goodwin, Linacre, & Hadi, 2011; Carracedo , 2013).

PCR teknolojisi adli analizlere oldukça hızlı bir şekilde dahil edilmekle beraber PCR'ın adli alanda bir davada ilk kez kullanımı, ana histokompatibilite kompleksi MHC'nin insan lökosit antijeni (HLA)-DQ lokusundaki tek nükleotid polimorfizmlerinin analiz edilmesi ile olmuştur (Saiki, Bugawan, Horn, Mullis, & Erlich, 1986; Blake, ve diğerleri, 1992; Stoneking, Hedgecock, Higuchi, Vigilant , & Erlich, 1991). Ana histokompatibilite kompleksinin bir parçası olan DQ proteininin alt birimi olan polimorfik HLA-DQ lokusunun çoğaltılması için 3 yaşındaki bir kız çocuğunun iskelet kalıntılarında PCR tekniği 1988 yılında kullanılmıştır. DQ sistemlerinin en büyük dezavantajı ayrım gücünün sınırlı olmasıdır. Bu sebeple zamanla terk edilen bu yöntem yerine günümüzde adli alanda en sık kullanılan genetik biyobelirteç olan STR'lerin analizi PCR tekniği ile gerçekleştirilmektedir. DNA çekitlemesi ve kantitasyonu yöntemlerindeki gelişmeler, PCR tabanlı ticari kitlerin üretilmesi, DNA polimorfizmlerinin tespitinde kullanılan ekipmanların geliştirilmesi gibi gelişmeler DNA analizinde kullanılan ve her geçen gün ilerleme kaydeden teknolojilerdir (Goodwin, Linacre, & Hadi, 2011; Carracedo , 2013). PCR tekniği kullanılarak DNA analizlerinin hassasiyeti arttırılmış ve tek bir hücreden dahi DNA profillerinin üretilmesi sağlanmıştır. Böylece, profilleme için gerekli süre azalmış, degrede DNA'lar ile çalışma imkanı elde edilmiş ve genomdaki neredeyse her polimorfizm analiz edilebilir hale gelmiştir.

Geçtiğimiz çeyrek asır boyunca adli genetik alanında bir devrim yaşanmıştır ve günümüzde cinayet ve diğer ciddi suçlar DNA analizleri ile çözüme kavuşmaktadır (Butler J. , The Future Of Forensic DNA Analysis, 2015). Bu çalışmalarda, olay yerinden elde edilen semen, kan, tükürük vb. gibi biyolojik izlerin DNA profillemesi yapılarak şüphelinin DNA profili ile ya da suçlunun DNA veri tabanındaki bir profille eşleşip eşleşmediği tespit edilmektedir (Amankwaa, 2019).

Adli Genetik Bilimine Kavramsal Yaklaşım

Olay yerine ait biyolojik bulguların incelendiği vakalarda, DNA analizinin bir izdeki biyolojik materyalin belirli bir kişiden geldiği varsayımını destekleyip desteklemediği ya da DNA veri tabanında kayıtlı bir kişinin DNA profili ile eşleşme olup olmadığının belirlenebilmesi, adli genetik analizlerin amacını oluşturmaktadır.

Günümüzde gerçekleştirilen adli genetik çalışmalarında kısa ardışık tekrarlar olarak adlandırılan mikro-uydu bölgelerindeki tekrarlı DNA dizilerinin araştırılması konusunda uluslararası görüş birliği mevcuttur. Bu çalışmalar genellikle STR bölgelerinin PCR ile enzimatik olarak çoğaltılması ve STR bölgelerinin DNA dizileyici ile boyutlarına göre analiz edilmesi şeklinde yürütülmektedir (Morling, 2004). İncelenen DNA bölgeleri, DNA'nın kodlama yapmayan bölgeleri arasında yer almaktadır ve STR'ler bilinen özellikler için kodlama yapmayan belirteçlerdir. Tekrarlayan dizilerin sayısı, STR bölgelerinin polimorfizminde ana etkendir ve bu durum sonucu STR bölgelerinin toplam uzunluğunda bireyler arası farklılık görülmektedir. PCR yöntemi kullanılarak ilgili DNA bölgesinin milyonlarca hatta milyarlarca kopyası elde edildiğinden çok az miktardaki biyolojik örnekten dahi genetik analiz mümkündür. Fakat ilgisiz bir DNA ile olası bir kontaminasyondan korunmak adına izolasyon ve PCR aşamasında gerekli önlemler alınmalıdır. Bahse konu bu yöntemler uluslararası iş birlikleri ile standardize edilmiştir.

Dünya genelinde, adli vakalar da genetik analizler rutin olarak, multipleks STR sistemleri ve cinsiyete özgü belirteç olan amelogenini içeren kitler kullanılarak yürütülmektedir. DNA analizi, biyolojik örneği alınan kişi ile yakınlığı olmayan bireyleri dışlamak adına oldukça kullanışlı bir araçtır. Biyolojik örnek ile birey arasında DNA profilinde bir eşleşme görülmesi, bu örneğin karşılaştırılan bireyden gelme olasılığının, rastgele bir kişiden gelme olasılığından yüksek olduğunun bir kanıtıdır. İlgili popülasyondaki DNA özelliklerinin dağılımı ve düzeninin bilindiği durumlarda her bir vaka özelinde DNA delilinin ağırlığı (önemi) hesaplanabilir. DNA çalışmalarından elde edilen delil ağırlığı, hemen hemen her ülkede kabul edilen bir kavramdır (Balding & Steele, 2015; Neumann, Evett, & Skerrett, 2012). Yeterli sayıda iyi karakterize edilmiş genetik sistemlerin varlığında, kullanılan genetik testin türü fark etmeksizin oldukça yüksek delil ağırlığı elde edilebilir.

Adli genetik analizlerde Uluslararası Adli Genetik Topluluğu (International Society for Forensic Genetics, ISFG) gibi bilimsel organizasyonlarca önerilen uluslararası laboratuvar standartlarına (örn. ISO / IEC 17025 Test ve kalibrasyon laboratuvarlarının yeterliliği için genel şartlar, test ve kalibrasyon laboratuvarları tarafından kullanılan standart) göre akredite edilmiş yöntemlerin kullanılması ile oldukça düşük hata oranları elde edilebilir (Morling, 2004). Akredite laboratuvarlarda sistem validasyonu ve doğrulanmasına yönelik yapılan çalışmalar sayesinde olası tüm hatalar önceden belirlendiği için herhangi bir vaka çalışmasında hata riski tahmin edilebilir ve böylece sonuçlar değerlendirilirken bu oran hesaba katılabilir. Adli genetik analizlerde, az miktardaki delil materyalini çalışırken farklı kaynaklı olası bir DNA kontaminasyonu, hata oranının yükselmesi ile ilişkilendirilebilir. Fakat laboratuvar tarafından gerekli önlemler alındığında, rutin olarak laboratuvar çalışmaları tekrar edildiğinde ve bilinen risk faktörleri kontrol edilerek gerekli önleyici faaliyetler yapıldığında bu problem ortadan kaldırılabilir.

Adli vaka çalışmalarında sigara izmariti, posta pulu, saç teli gibi biyolojik örnek içeren materyallerdeki az miktardaki DNA'dan dahi analize imkan veren yöntemler geliştirilmektedir (Primorac & Schanfield, 2014). Düşük kopya sayısı (Low Copy Number, LCN) DNA yöntemi ile, oldukça kapsamlı PCR çoğaltımını takiben gerçekleştirilen STR tiplemesi sonucu az miktardaki DNA molekülleri incelenmiş fakat yöntemin farklı kaynaktan gelen DNA'dan doğan kontaminasyona karşı oldukça hassas olmasından dolayı sıklıkla doğru olmayan sonuçlar elde edilmiştir. Bunun üstesinden gelebilmek adına özellikle eski ve bozulmuş kemiklerden ve saç köklerinden mitokondriyal DNA analiz çalışmaları yürütülmüştür. Özellikle antik DNA çalışmalarında modern DNA kaynaklı

kontaminasyonlardan kaçınmak için oldukça titiz önlemler alınmalıdır.

Görece yüksek miktarda kadın DNA'sı ve görece az miktarda erkek DNA'sı içeren karışım örneklerinin incelendiği vakalarda, erkekten alınan materyalin DNA profilini geleneksel yöntemlerle elde etmek mümkün olmayabilir (Carracedo , 2013). Bu gibi durumlarda, kadın DNA'sı ile çakışmayacağından, Y kromozomu üzerindeki STR bölgelerini çalışmak sonuç alınmasında yardımcı olabilmektedir.

Teknik ilerlemelere ek olarak, adli bilimler alanının tümünde etkili olan kalite güvencesi, DNA profillemesinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamıştır. 1989 yılında ABD'de görülen bir davada (People v. Castro), DNA delillerinin kullanılabilirliği ciddi şekilde sorgulanmıştır (Mnookin, 2007). Bu sorgulama bu ve bundan sonraki davalarda birçok ülkede standardizasyon ve kalite güvencesinin hem adli genetikte hem de adli bilimlerin diğer alanlarında arttırılması ile sonuçlanmıştır. Laboratuvarların ve bireylerin akreditasyon sürecinden geçmeleri adli bilimlerde önemi günden güne artan bir konudur. Teknik gelişmelere ek olarak yüksek standardizasyon seviyeleri ve kalite güvencesinin bir arada oluşu, DNA analizinin güçlü ve güvenilir bir adli araç olarak kabullenilmesini sağlamıştır (Goodwin, Linacre, & Hadi, 2011).

Ardışık Tekrarlar

Genel yapıları aynı olan mini-uydular olarak adlandırılan VNTR'ler ve mikro-uydular olarak adlandırılan STR'ler adli genetikte sıklıkla kullanılan ardışık tekrarların en önemli iki grubudur (Tamaki & Jeffreys, 2005). Farklı aleller arasındaki varyasyonu sağlayan ise tekrar birimlerinin farklı sayılarda olmasıdır. Bu durum alellerin uzunluklarının aynı olmaması anlamına gelmektedir. Bu yüzden ardışık tekrar polimorfizmleri aynı zamanda uzunluk polimorfizmleri olarak da bilinmektedir.

Mini Uydular (Minisatellitler)

Mini-uydular (VNTR'ler), genellikle kromozomun subtelomerik bölgelerinde bulunmakla beraber 6 baz çiftinden 100 baz çiftine kadar değişiklik gösterebilen çekirdek tekrar dizilerine sahiptirler (Jeffreys A. , 2005). Bu diziler, bazı alellerde binlerce kez tekrar edilebilir. Tekrar sayılarındaki farklılık boyut olarak 500 baz çifti ile 30 kb aralığında değişmektedir. D1S7 lokusundan örnek verilirse, bu lokus yaklaşık 1 kb ila 20 kb arasında değişen alellerle beraber 9 baz çiftlik görece kısa ve basit bir çekirdek tekrar birimine sahiptir. Bu da bu lokusta 2000'nin üzerinde olası farklı alel olabileceğini ifade etmektedir. Bu örnekten görüldüğü üzere potansiyel alellerin sayısı oldukça büyük olabilmektedir.

VNTR'ler, başlangıç olarak görece yüksek miktarda DNA gerektirmelere rağmen geçmiş dönemde vaka çalışmalarında sıklıkla kullanılmışlardır. VNTR'lerin bu sınırlayıcı özelliklerini aşmak için VNTR lokuslarının analizinde PCR tekniği kullanılmaktadır (Tamaki & Jeffreys, 2005). Taze biyolojik materyallerden alelleri 5 kb-10 kb arasında değişenler düzgünce çoğaltılabilirken az miktarda DNA içeren oldukça bozulmuş adli örneklerde bozulma kaynaklı problemin üstesinden gelebilmek amacıyla PCR tabanlı analizler tercih edilir. Bu analizlerde 1 kb'den küçük çoğaltılmış fragman uzunluk polimorfizmleri (AMP-FLP'ler) seçilmiştir. Fakat, VNTR'lerde olduğu gibi büyük alel boyutlarına sahip olduklarından adli bağlamda kullanımları sınırlı kalmış ve bozulmuş örneklerin analizinde başarılı sonuçlar elde edilememiştir.

Adli bilimlerde başarıyla kullanılan ve DNA profillemesinde ilk kullanılan polimorfizmler olan mini-uydular, başlangıç materyali olarak yüksek molekül ağırlığına sahip fazla miktarda DNA gerektirmesi sebebiyle örnek tipi bakımından sınırlı kullanıma sahiptirler (Berg, Neumann, Cederberg, Rannug, & Jeffreys, 2003). Ek olarak, mini-uydu profillerinin yorumlanmasında da bazı sorunlarla karşılaşılabilmektedir. Zaman içerisinde bu belirteçler adli genetikteki yerlerini STR'ler olarak da adlandırılan mikro-uydulara bırakmışlardır.

Kısa Ardışık Tekrarlar

Günümüzde adli genetikte en çok analiz edilen genetik polimorfizmler, 1990'ların ortalarında vaka çalışmalarına dahil edilen STR'lerdir (Edwards, Civitello, Hammond, & Caskey, 1991). Dünyadaki her adli genetik laboratuvarında ana araç olarak STR kullanılır. Bununla beraber adli genetik vaka çalışmalarının büyük çoğunluğunu STR polimorfizmlerinin analizi oluşturmaktadır.

Adli analizlerde kullanılmak üzere potansiyel binlerce STR mevcuttur. STR bölgeleri, 22 otozomal kromozom ve X-Y cinsiyet kromozomları dahil olmak üzere tüm genomda dağılım göstermektedir. 2 ile 6 baz çifti uzunluğunda çekirdek birime sahip olan STR'lerin alelleri genellikle 50 baz çifti ve 300 baz çifti uzunluktadır. Adli genetikte kullanılan bu bölgelerin çoğunluğu, 4 baz çiftlik tekrar motifleri gösteren tetranükleotid tekrarlardır.

STR lokusları VNTR'ler ile AMP-FLP'lere kıyasla daha basit ve kısa olmalarından dolayı olay yerinden elde edilen biyolojik örneklerin analizine daha uygundurlar (Budowle & Allen, 1998). STR'lerin tek tek incelenmesi durumunda diğer iki belirtece kıyasla daha az ayrım gücü sağlamalarına rağmen birkaç tanesinin çoklu reaksiyonlarda beraber analizinin mümkün olması büyük bir avantajdır. Zamanla STR belirteçleri, adli genetikte oldukça tercih edilen bir genetik polimorfizm, PCR ise bu analitik sürecin hayati kısmı haline gelmiştir.

STR'ler, 1990'ların başında, ilk kez ana moleküler belirteç olarak babalık testlerinde kullanılmış ve ilk adli multipleks çoğaltma STR kiti, İngiltere Adli Bilimler Servisi (Forensic Science Service, FSS) tarafından dört genetik bölge (THO1, vWA, FES/FPS, F13A1) içerecek şekilde geliştirilmiştir (van der Beek, 2016). Günümüzde ise ticari STR kitleri sayesinde tek bir seferde 15-20 STR bölgesi çalışılabilmektedir. Floresans belirteç tekniklerinin ilerlemesi ile 6 renk içerikli floresan belirteç STR kitleri üretilmiş ve bu sayede aynı anda 25-30 STR bölgesinin incelenmesi olanaklı hale gelmiştir.

Güçlü olmaları, geniş aralıktaki biyolojik materyallerin analizinde başarılı sonuçlar vermeleri, farklı laboratuvarlardaki sonuçlar ile kolay karşılaştırılabilir olmaları, özellikle fazla sayıda eş zamanlı analiz edilen çoklu taramalarda yüksek ayrım güçlerinin olması STR'lerin kuvvetli yönleridir (Butler , Coble, & Vallone, STRs vs. SNPs: thoughts on the future of forensic DNA testing, 2007). Bunun dışında başarılı bir analiz için sadece az sayıda hücre gerektirdiklerinden yüksek hassasiyetleri, görece az maliyetli ve kolay STR profillemesi sunmaları, genomda herhangi bir seçici baskı altında görünmeyen çok sayıda STR'nin bulunması gibi özellikleri

STR'lerin adli belirteç olarak kullanılmak üzere gereken birçok ihtiyacı da karşıladığının bir göstergesidir.

ISFG tarafından hazırlanan, STR kitlerinin adli validasyonu rehberi, STR kitlerinin adli uygulamaları için mükemmel standartlar ve yönergeler sağlamaktadır (Li, 2018). Bu topluluk STR lokuslarını multipleks reaksiyonlara dahil etmek için; STR'lerin farklı ve ayırt edilebilir alellerinin olmasına, ayrım gücünün yüksek olmasına, analiz edilen diğer lokuslarla genetik bağının olmamasına, çoğaltma sırasında düşük seviyede artefaktlar oluşturmasına ve çoklu PCR'ın bir parçası olarak çoğaltılabilir yetenekte olmalarına vb. gibi dayanaklarına dikkat etmektedir.

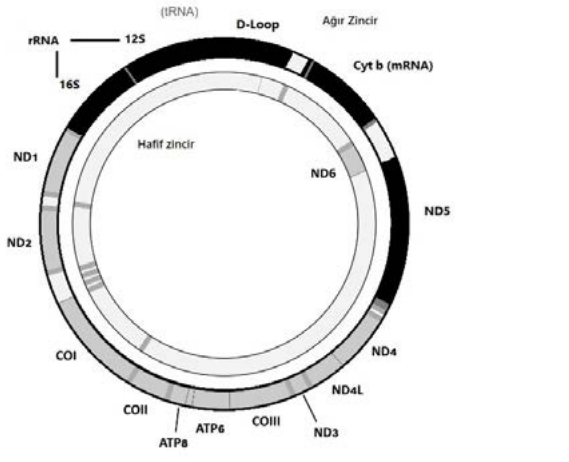
Soy Biyobelirteçleri

Genetik soy biyobelirteçleri, anneden aktarılan mitokondriyal genom ve X kromozomu ile babadan aktarılan Y kromozomunda bulunan polimorfizmleri kapsamaktadır (Gomes, ve diğerleri, 2020). Ayrım gücü yönünden değerlendirildiğinde otozomal biyobelirteçler soy biyobelirteçlerine kıyasla daha yüksek bir ayrım gücü göstermektedir. Bu yüzden soy biyobelirteçlerinin adli vaka çalışmalarında kullanım alanları kısıtlı olmasına rağmen hem mitokondriyal DNA (mtDNA) ve X kromozomu hem de Y kromozomu filogenetik tayin ve soy bağı tespiti gibi birçok önemli konuda çok değerli adli araçlar olarak kabul edilmektedir.

Mitokondriyal DNA (mtDNA)

İnsan mitokondriyal genomu 16569 baz çiftlik bir dairesel moleküldür ve 22 transfer RNA (tRNA), 13 protein ve 2 ribozomal RNA (12S ve 16S rRNA) kodlamaktadır(Hebrard & Daoust, 2013; Zapico & Ubelaker, 2013). Mitokondriyal proteinlerin çoğunluğu nükleer genom tarafından kodlanmaktadır. Bunun nedeni ise yüz milyonlarca yıldan fazla bir sürede *Eubacteria*'lar ve ökaryot hücreler arasındaki simbiyotik ilişkinin oluşumunu takiben, genlerin çoğunluğunun mitokondriyal genomdan nükleer genoma aktarılmasıdır. İnsan mtDNA genomunun analizleri sonucunda, D-döngüsü adı verilen bir bölge dışında genomda kodlanmayan çok az baz olduğu ortaya çıkarılmıştır. Genomun D-döngüsü olarak adlandırılan bölgesi, replikasyon esnasında DNA'nın çift zincirinin ilk ayrılmasının ya da yer değiştirmesinin gerçekleştiği yerdir (Şekil 3). Yaklaşık 1100 baz çifti uzunluğunda olan bölgenin düzenleyici rolünden dolayı bu bölge kontrol bölgesi olarak da adlandırılmaktadır. Nükleer genoma kıyasla mtDNA genomu, mutasyonları görece daha hızlı şekilde biriktirir. Yüksek mutasyon oranı mtDNA'nın kısmen, oksidatif fosforilasyonda yan ürün olarak üretilen reaktif oksijen türlerine maruz kalmasından kaynaklanır (Bandelt, van Oven, & Salas, 2012). Anneden çocuğa geçişlerin direkt analizi sayesinde hiper değişken bölgelerdeki mutasyonların yaklaşık her 30-40 olayda bir anneden çocuğa geçtiği tahmin edilmektedir. Mutasyonun tespit edildiği vakaların çoğunluğunda anne ile çocuk arasında sadece tek bir baz değişikliği olduğu görülmüştür.

Şekil 3
İnsanlarda mitokondriyal DNA yapısı



Y-STR

Y kromozomu insanlarda yaklaşık 60 milyon baz çifti uzunluktadır ve sadece 78 gen içermektedir (Kayser, 2017). Y kromozomu üzerinde bulunan SRY geni (cinsiyet belirleyici bölge Y), testislerin gelişimini tetikleyen proteini kodlar ve uzatılmış hormonal yolak ile gelişmekte olan bir fetüsün erkek olmasını sağlar. Mayoz bölünme sırasında rekombinasyon yaşanmamasına rağmen bu durumun istisnası kromozom ucunda bulunan PAR 1 ve 2 (PAR = psödootozomal bölge) bölgeleridir. Y kromozomunun geri kalan %95'lik bölümü rekombinasyon yaşamaz, erkeğe özgüdür ve mutasyon olmadığı takdirde babadan oğula herhangi bir değişim olmaksızın aktarılır. Rekombinasyon eksikliği, Y kromozomu üzerinde ilişkili az sayıda gen olması sebebiyle olabilmektedir. Eğer mayoz bölünmede görülen parça değişimi (crossing-over) olayı gerçekleşmezse genlerdeki mutasyonların onarılma veya düzeltilme ihtimali çok az olduğundan bu özellikler bir sonraki nesle (yani babadan oğula) olduğu gibi aktarılır.

Y kromozomu, VNTR'ler ve STR'ler, eklemeler, silinmeler, SNP'ler dahil olmak üzere çok sayıda polimorfizm içermektedir (Roewer, 2019). mtDNA'da olduğu gibi polimorfizmler, Y kromozomlarının haplogrup serilerinin sınıflandırılmalarında yardımcı olmaktadır. Y kromozomunun evriminde sadece bir kez meydana gelen SNP'ler haplogrup tayininde kullanılırlar.

Literatürde yapılmış birçok adli çalışma STR'lere dayanan haplotiplerden faydalanmaktadır (Kayser, 2017). Y kromozomu üzerinde kimliklendirilen ilk STR lokusu DYS19'dur ve sonrasında Y kromozomu üzerinde yüzlerce STR bölgesi belirlenmiştir. Y-STR tiplemesininin geliştirilmesi, otozomal STR'lerin geliştirilme teknolojilerine de yansımış ve zaman içerisinde daha fazla lokus ve daha yüksek ayrım gücü olan Y-STR multipleksleri geliştirilmiştir. Y-STR lokuslarına olan ilginin artmasıyla, yapılan popülasyon çalışmaları sayesinde alel frekans veri tabanları kurulmuştur. Y Kromozomu Haplotip Referans Veri Tabanı (The Y Chromosome Haplotype Reference Database, YHRD), STR haplotiplerini karşılaştırmak için kurulmuş bir veri tabanıdır (The Y Chromosome Haplotype Reference Database, 2021). Bu veri tabanı sayesinde veri setleri arasında karşılaştırma yapabilmeyi sağlamak adına minimal ve genişletilmiş haplotipler tanımlanmıştır. Bu tanımlamalarla; PowerPlex® Y (Promega Şirketi), AmpF_STR® Yfiler® (Applied Biosystems) vb. gibi tüm genişletilmiş haplotip lokuslarının dahil edildiği ticari kitler üretilmiştir (Roewer, 2019).

Y-STR profillemesinde kullanılan teknik, otozomal STR'lerde kullanılan teknikle aynı olmakla beraber tek fark, Y kromozomunun DYS385 a/b ve DYS389 I lokusları hariç her bir lokusunda tek alel bulunmasıdır (Schoske, Vallone, Kline, Redman , & Butler , 2004).

DYS385 lokusu Y kromozomunda duplike edilir ve PCR primerleri lokustaki iki kopyayı da tanır. DYS389 lokusu ise iki polimorfik bölge ile ilişkilidir. Bu sebeple PCR primerleri lokustaki polimorfik element olan DYS389I'i ve tüm lokus olan DYS389II'i çoğaltırlar.

X-STR

X kromozomundaki kısa ardışık tekrarlar (X-STR'ler), potansiyel otozomal STR'ler, Y-STR'ler ve mtDNA gibi genetik biyobelirteçlerin tamamlayıcıdır (Szibor, 2007; Tillmar, ve diğerleri, 2008). Anne-oğul akrabalıklarında oldukça verimli olan X-STR'ler, baba-kız çocuk babalık testlerinde de başarılı sonuçlar vermektedir. Hardy-Weinberg dengesinde X-STR'ler, otozomal STR'lerden farklılık göstermektedir (Pinto, Gusmao, & Amorim, 2011). Farklı popülasyonlar arasında olduğu gibi erkek ve kadın bireylerin X-STR lokusları arasında rekombinasyon ve bağlantı dengesizliği farklılığı görülebilmektedir. Erkekler tek bir X kromozomu taşımakta ve tüm X kromozomunu kız çocuğuna aktarmaktadır. Kız çocuğu iki X kromozomu taşımaktadır ve bu iki X kromozom da mayoz sırasında rekombinasyona eğilimlidir. Bu yüzden, X-STR'lerin adli uygulamalarda kullanılabilmesi için uygun popülasyonlarda X kromozomunun kalıtsal özellikleri, rekombinasyonu ve bağlantı dengesizliği araştırılmalı ve rutin kullanımına bu şekilde geçilmelidir (Gomes, ve diğerleri, 2020).

Tek Nükleotid Polimorfizmleri

Adli polimorfik STR bölgeleri sayıca kısıtlı olduklarından ve daha fazla işlevsel bilgi sağlayamadıklarından adli alandaki uygulamalarda bazen yeterli verimi sağlayamamaktadır. Bu yüzden STR'lerin yerine yeni bir genetik belirteç olan tek nükleotid polimorfizmleri (Single Nucleotide Polymorphism, SNP'ler)'nin kullanılabilirliğine ilişkin çalışmalar da günümüzde devam etmektedir.

DNA diziliminde tek bazda meydana gelen tek nükleotid polimorfizmleri, en basit türdeki polimorfizmdir ve hücre mayoz sırasında DNA eşlemesine giderken meydana gelebilecek mutasyonlar sonucu oluşmaktadır (Morling, 2004). Genomun bazı bölgeleri SNP'lerce daha zengindir. Normal şartlarda SNP'ler sadece iki alellidir. Örneğin, guanin içeren bir alel ile adenin içeren bir alel olması durumunda pürine karşılık pürin gelmekteyken diğer bir yaygın değişiklik de ise pirimidine karşılık pirimidin olan sitozin ve timin arasında gerçekleşir.

İnsan genomunda birçok tek nükleotid polimorfizmi keşfedilmiş ve bunların çoğunda sadece iki DNA baz farklılığı gözlemlenmiştir fakat üç ya da dört alelli SNP'ler de mevcuttur (Morling, 2004; Butler J. , The Future Of Forensic DNA Analysis, 2015; Thorisson & Stein , 2003). SNP'ler oldukça polimorfik olmadıklarından adli analizler için DNA polimorfizmlerinin ideal özelliklerini karşılamazlar. Fakat genomda sayıca çok fazla bulunduklarından teorik olarak yüzlercesini tiplemek mümkün olabilir ve bu da çok yüksek ayrım gücü sağlayabilir. Daha polimorfik olan STR'ler ve VNTR'ler ile karşılaştırıldığında SNP'ler adli genetikte daha az bilgi sağlamaktadır. STR'lerin sağladığı bilgiyi SNP'lerin aynı güven düzeyinde sağlayabilmesi için sayıca çok daha fazla olmaları gerekmektedir. Örneğin 10 en sık kullanılan STR sisteminden sağlanılan bilgiye, 50-100 adet seçilmiş otozomal SNP kullanılarak ulaşılabilmektedir. SNP tiplemesinin DNA'nın 40-50 baz çifti gibi küçük fragmanlarına dahi uygulanabilir olması, çoğunluğu degrede olmuş örneklerde (yangın nedenli ölüm, gömülmüş insan kalıntıları) dahibaşarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. SNP'lerin mutasyon oranlarının STR'ler ve VNTR'lere kıyasla çok daha düşük olması babalık ve özellikle göç vakalarında SNP'yi oldukça avantajlı kılmaktadır.

Daha düşük mutasyon oranına sahip olmaları, bireysel SNP bölgelerinin amplifikasyon ürünlerinin STR'lere kıyaslandığında daha kısa olmaları gibi özellikleri, SNP'leri oldukça degrede olmuş adli örneklerde analiz yapmaya uygun hale getirmektedir (Kidd, Pakstis, Speed, & et al, 2006). Ek olarak, SNP analizleri hali hazırda büyük felaketler sonrası bireylerin kimliklendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Dahası, SNP'ler bireylerin deri rengi, ten rengi, saçının kıvırcıklığı, etnik kökeni, alkol metabolizmasındaki farklılıkları, kalıtsal hastalıklar gibi birçok fenotipik bilgi ile ilişkilidir ve bahsedilen avantajları başarıyla uygulanmakla beraber bu analizler adli bilimlerde çok önemli bir yer edinmiştir.

SNP'ler mitokondriyal DNA analizleri hariç, ardışık tekrarlanan DNA'nın adli genetikteki hakimiyeti nedeniyle rutinde bugüne kadar hak ettikleri değeri bulamamışlardır. Fakat günümüzde SNP'lerin adli bilimlerde kendilerine uygun uygulama alanları mevcuttur (Gill, Werrett, Budowle, & Guerrieri, 2004; Morling, 2004). Olay yerinde bulunan ve kimliği bilinmeyen bir kişiye ait biyolojik materyallerle karşılaşıldığında kişinin saç rengi, göz rengi, deri rengi gibi fiziksel özellikleri hakkında bilgi edinilebilir. Melanokortin-1-reseptör geninin DNA bölgesinde kızıl saç, saçın açıklık derecesi ve çilli deri ile ilişkilendirilen SNP faktörleri mevcutken diğer bir yandan Agouti sinyal proteinlerinin kodlamasını yapan DNA bölgesindeki SNP belirteçleri ise kahverengi göz ve siyah saç rengi ile ilişkilendirilmiştir.

RNA'nın Adli Genetikte Kullanımı

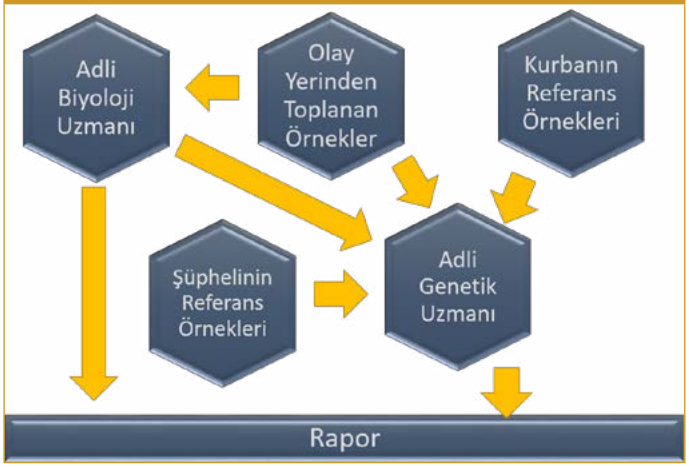
Ribonükleik asit (RNA) temelli genetik biyobelirteçler, DNA temelli olanlardan farklı olarak yeni tür biyobelirteçlerdir. Bu belirteçler günümüzde adli genetikte en sık araştırılan konulardan biri haline gelmiştir (Li, 2018; Daeid, Hackman L., & Haddrill, 2021). Adli bilimler alanında RNA çalışmaları (ırksal ilişkinin belirlenmesi, vücut sıvılarının kimliklendirilmesi, ölüm zamanının tespiti, yara analizi vb.) hız kesmeden devam etmektedir. Bunlara ek olarak, protein seviyesindeki belirteçlerin elverişlilik, düşük maliyet, hız ve hassasiyet gibi avantajlarından dolayı adli genetik ve ilişkilendirilebilecek diğer alanlarda büyük bir potansiyeli de bulunmaktadır.

Genetik Analizlerde İş Akış Süreci

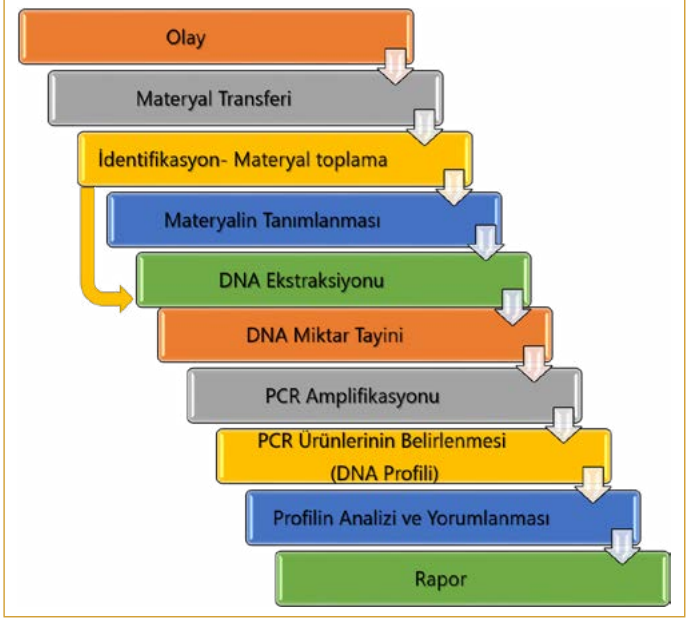
Adli genetik laboratuvarlarda çalışmalar olay yerinden elde edilen biyolojik materyallar ile hem şüpheli hem de kurbandan alınan referans örneklerin mukayesesi şeklindedir (Goodwin, Linacre, & Hadi, 2011). Soruşturma süresince adli genetiğin rolü, olay yerinden toplanan örnekler ile şüphelileri ve olası kurbanları karşılaştırmak, sonuçları ise soruşturmaya bilgi katacak bir istihbarat, mahkeme ya da kolluk kuvvetlerine sunulacak bir rapor haline getirmektir (Şekil 4).

Şekil 5'de görüldüğü üzere biyolojik bir delilin genetik analizi çok basamaklı gerçekleşmektedir. Bazı ülkelerin yapılanmalarında delilin toplanması, örneklerin biyolojik ve genetik analizlerinin yürütülmesi ve sonuçların mahkemeye sunumu tek bir kişinin

Şekil 4
Yargı sürecinde adli genetik uzmanının rolü



Şekil 5
Biyolojik delillerin DNA analiz süreci



sorumluluğunda olabilmektedir. Fakat genel olarak, tüm süreç boyunca her bir görevin farklı birer araştırmacı tarafından titizlikle yürütülmesi eğilimi hakimdir. Tek bir kişinin üstlendiği görevleri örneklendirmek gerekirse, delilden DNA çekitlemesi, diğer araştırmacılar tarafından üretilmiş DNA profillerinin analiz ve yorumlanması ya da sadece bulguların yorumlanması olabilir (Goodwin, Linacre, & Hadi, 2011).

DNA Çekitlemesi (İzolasyonu)

DNA çekitlemesinin iki ana hedefi vardır. Bunlardan ilki, biyolojik örnekten elde edilen DNA veriminin ve örnek boyutu azaldıkça önemi artan bir durum olan tam bir DNA profili eldesine izin verebilecek örnek miktarının maksimize edilmesidir (Butler J. , Fundamentals Of Forensic DNA Typing, 2009)(Moss, HArbison, & Saul, 2003; Vandenberg & van Oorschot, 2002). Sonraki analize devam edilebilmesi (PCR analizi) için çekitlenen DNA'nın saf olması ikinci ana hedeftir. Bu prosesin zorluğu biyolojik örneğin doğasına bağlıdır. Örneğin kan, tükürük gibi örneklerden elde edilen DNA verimi yüksekken, toprak altında uzun süre beklemiş veya yanmış kemik, diş gibi örneklerden elde edilen DNA verimi daha düşük olabilmektedir. DNA çekitlemesi sonrası izole edilen DNA'nın miktarının belirlenmesi ilerleyen analizler için oldukça önemlidir.

DNA çekitlemesi için birçok yöntem mevcut olmakla beraber hangi yöntemin seçileceği farklı parametrelere göre değişkenlik göstermektedir (Castella, Dimo-Simonin, Brandt-Casadevall, & Mangin, 2006). Bu değişkenlerden ilki örneğin türü ve miktarıyken diğer bir etken izolasyon süresinin hızlı olması ve bazı vakalarda biyolojik örneğin çekitlemeyi otomatikleştirmeye elverişli olup olmadığıdır. Bunlara ek olarak, örnekten maksimum DNA'nın çekitlenmesi sonucu adli örneklerin başarı oranı ve aynı zamanda başarılı profillemeyi engelleyen PCR inhibitörlerinin ortamdan uzaklaştırılması da oldukça önemlidir. Bu süreçte, izolasyon sırasında kullanılan kimyasalların yapıları da oldukça önemli olmakla birlikte çoğu laboratuvarda zararlı kimyasalların kullanımından kaçınılmaktadır. Son olarak, yöntemin maliyeti ve laboratuvar ekibinin deneyimi uygun çekitleme tekniğinin seçiminde rol oynayan faktörlerdir.

DNA çekitlemesinin genel prensipleri kısaca şu şekildedir; hücre lizisi ile sonuçlanan hücre zarının parçalanması, protein denatürasyonu, DNA'nın denatüre protein ve diğer hücresel bileşenlerden ayrılmasıdır. Chelex® 100 resin, fenol-kloroform tabanlı DNA izolasyonu, silika tabanlı DNA izolasyonu, tam otomatik DNA izolasyon robotları vb. adli laboratuvarlarda sıklıkla tercih edilen izolasyon yöntemlerindendir (Greenspoon, ve diğerleri, 2004; Montpetit, Fitch, & O'Donnell, 2005).

DNA'nın Kantitasyonu (Miktar Tayini)

DNA izolasyonu sonrası, DNA miktarı ve çekitlenen DNA kalitesinin kesin şekilde ölçülmesi gerekmektedir (Lee, McCord, & Buel, 2014). PCR'a gerektiğinden fazla ya da yetersiz DNA miktarı eklendiğinde elde edilen profilin yorumlaması zor hatta imkansız olacağından ortalama miktarda DNA eklenmesi en iyi kalitede sonuçların kısa bir zaman diliminde elde edilmesini sağlamaktadır.

Adli bilimlerde yürütülen profilleme çalışmalarında, biyolojik materyalin ne şartlar altında korunduğu ve birçok vakada olay yerinden ne kadar hücresel materyalin toplandığının tahmini zor olduğundan, her bir örnekten elden edilebilecek DNA miktarı bu değişkenlere bağlı olarak farklılık göstermektedir (Lee, McCord, & Buel, 2014). Bunun aksine her seferinde çok fazla değişkenlik göstermeyen benzer miktarlarda DNA'nın beklenebileceği bazı referans örneklerin kullanımında DNA miktarının belirlenmesi olay yerinden gelen örneklere kıyasla daha az önemlidir. Fakat, birçok laboratuvar (özellikle akredite olan) kendilerinin standart analizi dahilinde, referans örneklere de DNA miktar tayini yapmaktadırlar.

Olay yerinden elde edilen örneklerde miktar tayininin önemine ithafen, adli genetik alanında söz sahibi olan birçok kuruluş tarafından insan DNA miktar tayinini zorunlu hale getiren standardizasyonlar belirlenmiştir (Nicklas & Buel, 2003). Biyolojik örneklerden çekitlenen DNA'nın miktarı, materyalin türüne göre oldukça değişkenlik göstermektedir. Her bir çekirdekli hücre yaklaşık 6 pg DNA içermektedir. Sıvı kanın bir mililitresi 5000-10000

çekirdekli hücre barındırırken semen örneği bir mililitrede (ortalama bir ejakülasyon 2.75 ml semen üretir) yaklaşık 66 milyon spermatozoa içerir. Var olan çekirdekli hücre miktarına göre elde edilen DNA oranı değişkenlik gösterir. Olay yerinden elde edilen biyolojik örnekler genellikle bozulmamış saf hallerinde beklemediklerinden, az ve degrade hücreler içerdiklerinden elde edilen DNA miktarı oldukça düşüktür. Agaroz jelde görüntüleme, ultraviyole spektrofotometrisi, floresan spektrofotometrisi, hibridizasyon, gerçek zamanlı PCR ve DNA IQ sistemi gibi teknikler, kriminal laboratuvarlarda DNA miktar ölçümünde kullanımı sıklıkla tercih edilen yöntemlerdendir.

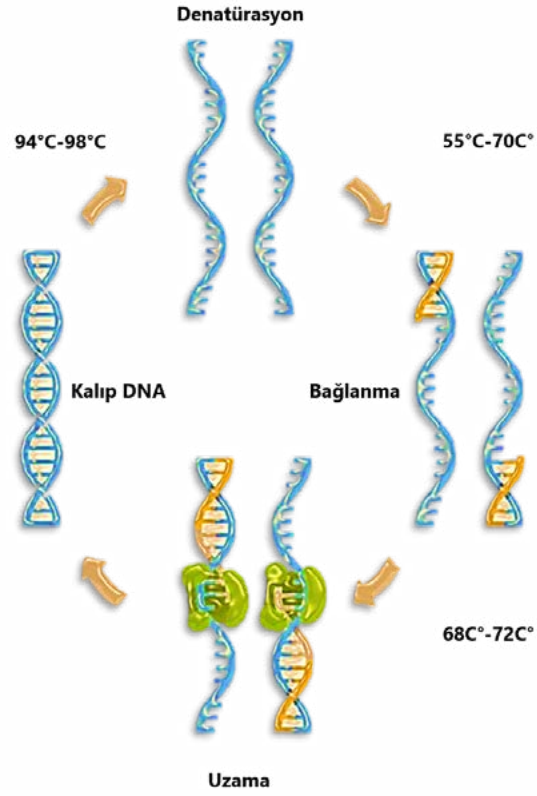
Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

1985 yılında yeni bir yöntem olan polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) bilim camiasına tanıtılmıştır. Bu teknik DNA'nın belirli bölgelerinin çoğaltılmasını sağlamaktadır (Mullis & Faloona , 1987). Yöntem, oldukça küçük miktarlardaki DNA'nın analizine imkan vererek adli genetik dahil olmak üzere moleküler biyolojinin tüm alanlarında devrim yaratmıştır. Optimal koşullar sağlandığında tek bir hücreden DNA çoğaltılması mümkündür. PCR kullanılarak DNA profillemesinin hassasiyetindeki artış, kullanılabilir adli örnek tiplerinde oldukça önemli bir etki yaratmış ve başarı oranı %100'den az olmakla beraber eser deliller ve yüksek oranda degrade örneklerin başarılı bir şekilde analiz edilmesine olanak sağlamıştır.

PCR işleminin gerçekleşmesi için bazı bileşenlerin in-vitro ortamda mevcut olması gerekmektedir. Bu bileşenler şunlardır: kalıp DNA, primer, Taq polimeraz gibi bir termo-stabil DNA polimeraz enzimi, magnezyum klorür, dioksinükleotid trifosfatlar ve tampon çözeltisidir. PCR, şablon (kalıp) DNA'nın belirli bölgelerini çoğaltmaktadır. Teorik olarak, 30 döngülük bir çoğaltmada tek bir molekülün 1 milyar kat çoğaltılabilmesi mümkünken, pratikte PCR'ın %100 verimli olmamakla beraber hedef dizinin on milyonlarca kopyasını üretmesi olasıdır.

DNA replikasyonunun temel prensipleri kısaca şu şekildedir; PCR, DNA replikasyonunun enzimatik süreçlerinden yararlanmaktadır. Her bir hücre siklusunda tüm DNA içeriği iki katına çıkmaktadır. Bu süreçte aslında PCR, DNA'nın belirli bölgelerinin çoğaltılmasını hücre dışında (in vitro) taklit etmektedir. DNA'nın çoğaltılması, PCR'ın denatürasyonu, bağlanma ve uzama olmak üzere 3 basamaktan oluşan döngü aşamasında gerçekleştirilir (Şekil 6). Denatürasyonda reaksiyon sıcaklığı 94°C'ye artırılır böylece çift zincirli DNA molekülü eriyerek iki tek zincirli molekül haline gelir. DNA molekülünü bir arada tutan hidrojen bağlarının görece zayıf olmalarından dolayı DNA bu sıcaklıkta erimektedir. Sıcaklık 50°C ve 65°C arasına düşürüldüğünde, oligonükleotid primerleri şablona bağlanmaya başlar. Primerler, kalıp zincirlere göre molar fazlalıktadır ve kalıp DNA tekrar çift zincirli DNA oluşturmak üzere birleşmeden tamamlayıcı dizilere bağlanır. Bağlanma basamağından sonra sıcaklık 72°C'ye yükseltilerek Taq polimerazın çalışması için uygun ortam hazırlanır. Nükleotidler, yeni oluşmaya başlayan DNA zincirine saniyede yaklaşık 40-60 adet olacak şekilde eklenmektedirler. Taq polimeraz enzimi sayesinde nükleotidler, orijinal DNA zincirini şablon olarak kullanarak primerlerin 3' ucuna eklenir. Enzim, ayrışmadan önce yeni oluşan DNA zincirine yaklaşık 50 nükleotidin eklenmesini sağlayan yüksek bir işlevselliğe sahiptir. Daha uzun PCR ürünlerinin uzama fazı esnasında birkaç Taq polimeraz ayrışarak birleşir.

Şekil 6
Polimeraz zincir reaksiyonunun şematik gösterimi



PCR İnhibisyonu

PCR aşamasında biyolojik örneğin analizinde karşılaşılabilecek problemlerden biri PCR'ın inhibisyonudur (Radstrom, Knutsson, Wolffs, Lovenklev, & Lofstrom, 2004; Funes-Huacca, Opel, Thompson, & McCord, 2011). DNA izolasyon yöntemleri saf DNA sağlamaz. Eski veya beklemiş degrade örneklerde izolasyon sonrası bir pürifikasyon yapılması gerekebilir. Saflaştırma yapılmaması durumunda ortamda olabilecek artık moleküller Taq polimerazı engelleyebilir. Kandaki HEM bileşikleri, dışkı ve bitkilerdeki kompleks polisakkaritler ile safra tuzları, genellikle kemikle birlikte çekitlenen topraktaki hümik maddeler, idrardaki üre, saç ve derideki melanin, kot gibi giysilerdeki indigo adlı mavi boya, doku ve kemiklerdeki kollajen, özellikle kalsiyum ve magnezyum gibi iyonların yüksek konsantrasyonu Taq polimerazın potansiyel inhibitörleridir. Örneğin kemiklerden DNA izolasyonu sırasında kullanılan yüksek konsantrasyondaki EDTA maddesi, PCR öncesi ortamdan uzaklaştırılmadığında, PCR bileşenlerinden olan magnezyum iyonlarına bağlanarak PCR'ı engellemekte yani inhibe etmektedir.

Hassasiyet ve Kontaminasyon

PCR'ın en büyük avantajlarından biri birkaç hücreyi dahi şablon kabul ederek DNA'yı çoğaltabilmesidir. Fakat bu derece yüksek hassasiyet, tesadüfi kaynaklardan gelebilecek DNA'lar ve kontaminasyon gibi bazı durumlarda dezavantaja dönüşebilmektedir (Rutty, Hopwood, & Tucker, 2003). Bu yüzden DNA örneklerinin toplanması ve analizi esnasında dahil olabilecek yabancı DNA ihtimalini minimumda tutmak için oldukça özenli çalışılması gerekir.

Olay yerinden toplanan örnekler düşünüldüğünde, olay öncesi orada bulunan insanların hücresel materyalleri orada mevcut olabilir ve buna bağlı olarak DNA profilleri, olayla ilişkili olmayan kişilerden üretilebilir (Port, Bowyer, Graham, Batuwangala, & Rutty, 2006). Bu tip DNA örnekleri kontaminasyon olarak değil tesadüfi olarak nitelendirilmektedir. Soruşturmayla ilişkilendirilebilecek olan hücresel materyal ise olay esnasında failden transfer olabilecek materyallerdir. Bir evdeki hırsızlık olayını düşünecek olursak, olay öncesi evin içerisinde bulunabilecek hücresel materyaller ev sahiplerine ve yakın zamandaki ziyaretçilere ait olacaktır. Olay esnasında hırsızın eve girmesiyle ondan da bir transfer gerçekleşecektir. Olay yerinin koruma altına alınmasından önce olayın bir komşu tarafından fark edilmesi durumunda komşunun da hücresel materyali olay yerine aktarılacaktır. Olay yerine ilk intikal eden kolluk kuvvetlerinin de hücresel materyallerini olay yerine bırakma ihtimalleri mevcuttur. Bu yüzden olay yeri koruma altına alındıktan sonra tam koruma sağlayacak ekipmanlar giyilerek biyolojik transfer ihtimalinin minimumda olmasına özen gösterilmelidir. Eğer ki olay yerinden örnek toplama, taşıma esnasında ya da laboratuvardaki ekipten kaynaklı bir DNA bulaşı gözlemlenirse, o zaman bu durum kontaminasyon olarak adlandırılmaktadır.

Kapiler Elektroforez Kullanılarak STR Polimorfizmlerinin Tespiti

Bazı STR alelleri arasında sadece 1 baz çifti fark olduğu için, STR polimorfizmlerinin PCR ile çoğaltılması sonrasında ürün uzunlukları kesin bir şekilde ölçülmelidir (Butler, Buel, Crivellente, & McCord, 2004). Geçmişte denatüre edici poliakrilamid jeller kullanılarak PCR ürünlerinin jel elektroforezi yapılabilmekte ve 20-500 nükleotid uzunluktaki tek baz çifti çözünürlüğüne sahip DNA molekülleri bu yöntemle ayrılabilmekteydi. Önceki sistemler, gümüş boyama kullanarak poliakrilamid jeldeki elektroforez sonrası PCR ürünlerini tespit edilebilmelerine rağmen lokusların sayısı bu konuda sınırlayıcı kalmaktaydı. Farklı lokusların alelik boyut aralıkları örtüşmediği için zaman içerisinde multiplekslere dahil edilebilmişlerdir. Günümüzde bu sınırlamayı ortadan kaldırmak adına, adli bilimler topluluğunda PCR ürünlerinin floresan boyalarla etiketlenmesi ve devamında çoklu renklerin tespit edilmesi kabul edilmiştir. Her bir primer eşleşmesinde primerlerin 5' ucuna kovalent olarak bağlanan bir takım floresan boyalar geliştirilmiş ve elektroforez esnasında gerçek zamanlı olarak tespit edilebilmişlerdir. Dikkate değer bir şekilde lokusların üst üste gelmesine izin veren tek bir analizde 5 farklı boyaya kadar kullanım sağlanabilmektedir. Zaman içerisinde elektroforez platformları, jel tabanlı sistemlerden, karışık polimer solüsyonu ile dolu olan dar bir cam tüp ile DNA moleküllerinin ayrılmasını sağlayan kapiler elektroforeze (CE) evrilmiştir. En çok kullanılan ve çoklu renk tespit kapasitesine sahip CE sistemleri Applied Biosystems tarafından sağlanmaktadır. ABI PRISM® 310 Genetik Analizör, tek bir kapilere sahip olmakla beraber günde 48 örneğe kadar analiz gerçekleştirmekteyken ABI PRISM® 3100, 3130xl ve 3500 Genetik Analizörleri, 16 kapilere kadar kullanılabilirler ve bu sistemler günde 1000 örnekten fazlasını analiz edebilmektedir. Son olarak, ABI PRISM® 3700 ve Applied Biosystems 3730xl Genetik Analizörleri, 96 kapilere kadar kullanılanılabilir ve günde 4000 örnekten fazlası bu sistemlerde analiz edilebilir.

PCR örneği, elektroforez öncesi yaklaşık 1 µl reaksiyon karışımı ile 10–20 µl deiyonize formamid karıştırılarak hazırlanmakta ve iç-çizgi boyut standardı (internal-lane size standard) da bu noktada eklenmektedir (Butler J. , 2001; Gummadi & Kandula, 2020). Örneklerin 95°C'ye ısıtılması ile deiyonize formamid DNA'yı denatüre eder ve PCR ürünlerinin tek zincirli olduğundan emin olunur. Daha sonra elektrokinetik enjeksiyon kullanılarak örnekler kapilere transfer edilir. Voltaj uygulanması ile birlikte, çoğaltılmış DNA fragmanları ve iç-çizgi boyut standardı dahil olmak üzere yüklü moleküller kapilere hareket ederler. Enjeksiyon sonrası sabit voltaj uygulandığında PCR ürünleri, pozitif yüklü anoda doğru yönelirler ve içinde bulundukları kapileri dolduran polimer, eleyici bir matris görevi üstlenir. Elektroforez esnasında ikincil yapıların ortaya çıkması; sıcaklığın 60°C'de olması ve jel polimerindeki üre ve 2-pirolidinon sayesinde engellenir. Elektroforez süresince argon iyon lazer, kapilerdeki küçük cam pencereden parlatılır ve floresan boyalarla işaretlenmiş PCR ürünleri pencereden geçtikleri esnada lazer tarafından uyarılarak floresan yayarlar. Daha sonra bu PCR ürünleri floresan CCD kamera (charged coupled device camera) ile tespit edilir ve modüle özel geliştirilmiş yazılımlar ile kayıt altına alınır. Tek bir örneğin elektroforezi ortalama 30 dakika sürmektedir ve sonraki örneğin analizi öncesi kapilerdeki polimer yenisiyle değiştirilmektedir.

STR Profillerinin İstatistiksel Yorumlanması

STR profillerinin istatistiksel yorumlanmasında analizi yapılan biyolojik örneğin dahil olduğu popülasyona ait alel frekansı veri tabanının kullanılması gerekmektedir (Butler J. , Fundamentals Of Forensic DNA Typing, 2009; Butler J. , DNA Profile Frequency Estimates and Match Probabilities, 2014). Örneğin, bir cinsel saldırı vakasında mağdur, saldırganın beyaz, siyahi ya da Asyalı olması gibi sanığın etnik kökeni hakkında fenotipik bilgiler verebilir. Bu gibi vakalarda, olay yerinden elde edilen materyalin etnik kökeni bilinebilir. Böyle bir durumda, mağdurun saldırganı beyaz olarak tanımladığını düşünürsek DNA profili frekansını hesaplamak için beyaz Kafkas popülasyonuna ait alel frekansı veri tabanını kullanmak gereklidir. Bunun tam tersi olarak ise olay yerindeki biyolojik materyali bırakan kişi hakkında hiçbir bilgi elimizde mevcut olmayabilir. Farklı etnik kökenlere sahip alt popülasyonların bulunduğu ülkeler ya da bölgelerde yaygın olan uygulama, profil frekanslarının hesaplanmasında her bir ana popülasyon grubu için ayrı alel veri tabanları kullanılması ve en çok korunmuş/stabil profil frekansının tercih edilmesidir.

İki DNA profilinin aynı olduğu belirlendiğinde, bu eşleşmenin oranı istatistiksel olarak ifade edilmelidir. Bu yorumlama, popülasyon genetiği ile verinin istatistiksel analizi hakkında bilgi sahibi olunmasını gerektirmektedir. Bu sebeple adli genetik analizlerde belirli bir popülasyonda bir STR profilinin frekansını belirlemek için bazı temel kavramların bilinmesi gerekmektedir.

Popülasyon genetiği: Adli genetik çerçevesinde ifade edilirse, popülasyon ortak bir ata paylaşan bir grup insan olarak tanımlanabilir (Okazaki, Yamazaki, Inoue, & Ott, 2021). Bir ülke dahilinde popülasyonun adli açıdan sınıflandırılması, genellikle oldukça geniş sınırlara sahiptir ve dil, kültür ve din konularında farklılık gösteren alt gruplar bir araya getirilerek bu sınıflandırma yapılır (örneğin Kafkasyalı, Sahra-altı Afrikalı, Doğu Asyalı vb.). Popülasyon genetiği, bir popülasyondaki farklı genetik lokusların alel ve genotip frekanslarını etkileyen faktörleri inceleyen bir alan olarak da tanımlanmaktadır. Adli genetikte kullanılan polimorfik STR lokuslarının birden fazla aleli vardır ve popülasyon genetiği hesaplamaları kapsamında bir popülasyonda ilgili lokusa ait tüm alellerin alel

frekanslarının biliniyor olması, eşleşen iki DNA profilinin eşleşme oranlarını sayısal olarak ifade etmemizi sağlamaktadır.

Hardy-Weinberg Kanunu: Adli genetiğin merkezinde yer alan Hardy–Weinberg prensibi olarak da bilinen Hardy–Weinberg Kanunu (HW kanunu), ideal bir popülasyondaki genotip ve alel frekanslarının ilişkisinin basit bir matematiksel ifadesini sağlamaktadır (Doolittle, 2021). HW kanunu, rastgele eşleşme olan bir popülasyonda, herhangi bir tek gene ait lokusta genotip frekansının sabit kaldığını ifade eder. Bir popülasyon bu kanuna uyuyorsa popülasyonun HW dengesinde (HWE) olduğu kabul edilmektedir. Eğer bir popülasyon HW dengesinde ise alel frekanslarından yola çıkılarak genotip frekansları belirlenebilir ve bu ilişki Punnett karesi ile gösterilir.

Olay yerinde tespit edilen bir biyolojik materyalin kime ait olduğu sorusunun cevaplanmasında yani DNA delilinin değerlendirilmesinde üç yaklaşım mevcuttur (Amorim & Pinto, 2018). Bunlar; frekansçı yaklaşım, benzerlik yaklaşımı (likelihood) ve Bayes (Bayesian) teoremidir.

Popülasyon verilerinin hesaplanması sırasında bazı durumlarda profil frekanslarının düzeltilmesine yönelik olarak farklı yöntemler uygulanabilir (Ye, Wang, & Hou, 2020). Profil frekanslarının düzeltilmesi için kullanılan yöntemler farklı yargı sistemleri hatta aynı yargı sistemine hizmet veren farklı laboratuvarlar arasında değişiklik gösterebilmektedir. Adli vaka çalışmalarında profil frekansını hesaplamak için kullanılan yöntemler, alel tavanı prensibi, Bonferroni düzeltmesi, örnekleme hatasını düzeltmek için %95 güven aralığı, alt popülasyonun değerlendirilmesinde teta kullanımı ve profil tavan prensibidir. Farklı düzeltme yöntemlerinin etkisinin birey profiline ve alel frekans veri tabanlarının boyutuna göre değişiklik gösterebileceği unutulmamalıdır. Düzeltme faktörleri, bir profilin frekansını arttırarak, olduğundan daha yaygın hale getirmekte etkilidir. Bir profili analiz etmenin sonucu, bir tahminden ibaret olan profil frekansının üretilmesidir.

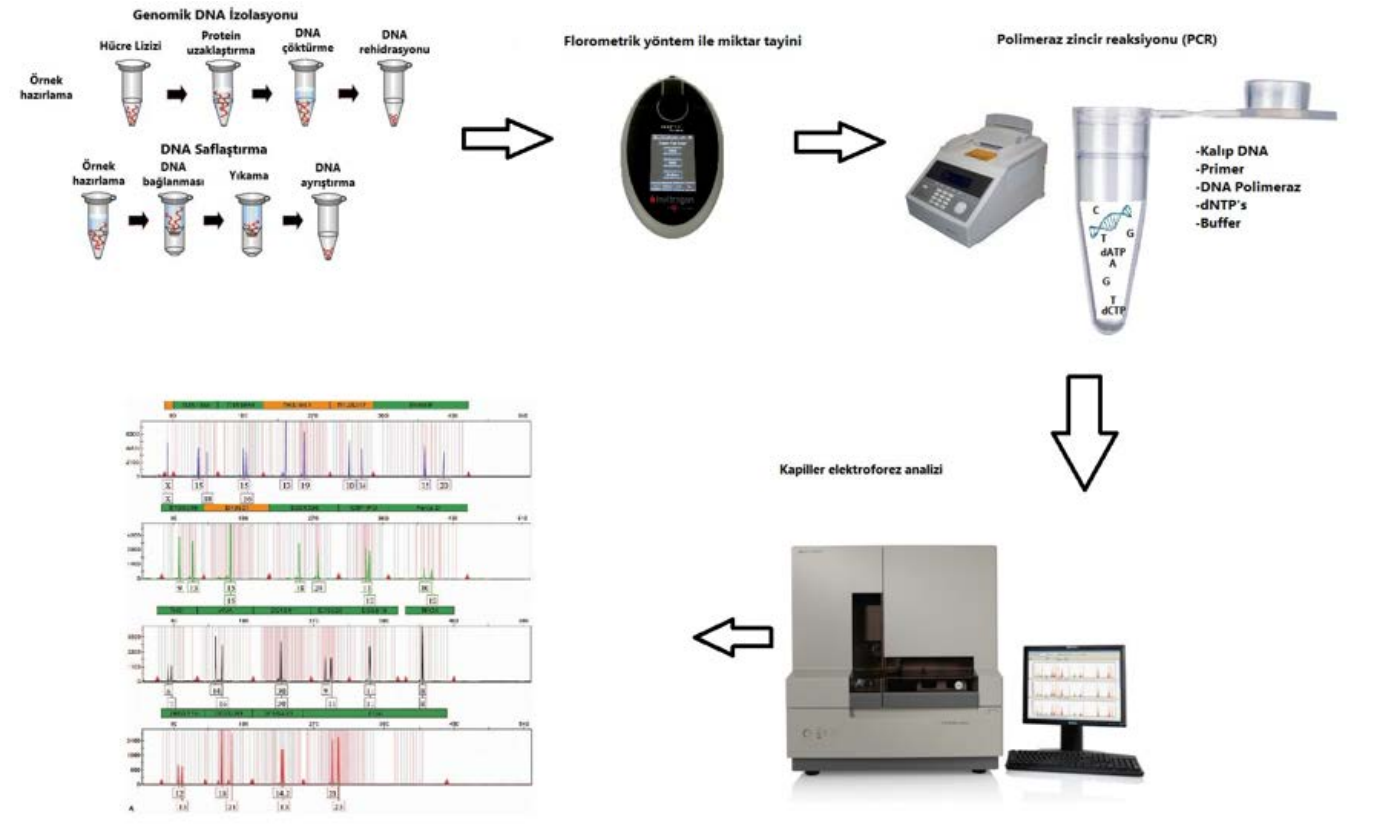
DNA Delilinin Değerlendirilmesi ve Raporlama

Bir adli vakada en son aşama delilin mahkemeye sunumudur yani adli genetik analizler açısından son aşama yorumlanmış verilerin raporlanmasıdır. DNA delilinin raporlanması ülkeler arası farklılık gösterse de ISO/IEC 17025 standardı akreditasyonuna sahip laboratuvarlar raporlama da benzer dili konuşmaktadır. Günümüzde bu hususta tartışılan temel konu, bazı laboratuvarların iki DNA profilinin eşleşmesi durumunda eşleşme oranlarını ve söz konusu DNA profilinin o popülasyona ait olma oranını raporlarında belirtiyor olması, bir kısmın ise bu bilgilendirmeyi yapmıyor olmasıdır. Bilirkişi mahkemeye sunduğu raporlarda hiçbir zaman sanığın suçlu olup olmadığı hakkında yorum yapmamalıdır. Bu açıkça mahkemenin görevidir. Bu yüzden adli genetik analizlerine ilişkin (DNA raporları vs.) verilen raporlarda bir oran hesabının verilmesi, inceleme sonucuna ilişkin kararı mahkemeye bırakmak anlamına gelmektedir ve dünyada kabul edilen doğru işleyişte bu yöndedir. Özetle bir DNA delilinin raporlanmasına ait iş akış süreci Şekil 7'de görüldüğü gibidir.

İnsana Ait Olmayan Kalıntılardan DNA Profilleme

İnsan kimliklendirilmesinde DNA'nın kullanımı adli bilimlerde bir hakimiyet kurmuştur (Linacre, ve diğerleri, 2011; Sensabaugh &

Şekil 7
Adli genetik laboratuvarlarında iş akış süreci



Kaye, 1998). Burada DNA'nın rolü kişileri birbirine, kişileri olay yerlerine ya da olay yerlerini olay yerlerine bağlamak olmuştur. Fakat insanlara ait biyolojik örnekler, karşılaşılabilecek tüm DNA'nın sadece tek bir bileşenini oluşturmaktadır. Olay yerinden toplanılan materyaller, adli laboratuvarlarda incelenirken bitkisel ve hayvansal materyallerle sıklıkla karşılaşılmasına rağmen rutinde bu materyallerin sadece nadir bir kısmı genetik teknikler kullanılarak analiz edilebilmektedir. Olay yerinde sıklıkla karşımıza çıkan insana ait olmayan materyaller genellikle ince yapıdaki hayvan tüyleridir.

İnsana ait olmayan DNA'lar ile ilgili sorulabilecek iki ana soru: türünün ne olduğu ve hangi organizmadan kaynaklandığıdır (Iyengar & Hadi, 2014; Pereira, Carneiro, & Van Asch, 2010). Mitokondriyal gen lokusları ya da kloroplastlarda yer alan gen lokusları kullanılarak yapılan tür testleri günümüzde rutin haline gelmekle birlikte bu türlerin tespiti sekans veri tabanlarının birinde kayıtlı olmaları şartıyla yapılabilmektedir. İnsana ait olmayan DNA örneklerinde STR tiplemesinin başarılı olabilmesi, STR'nin her iki tarafındaki primer bölgelerinin bilinmesine ve verilerin uygun şekilde değerlendirilmesine bağlıdır. Verilerin değerlendirilmesinde DNA'nın aynı türün başka bir üyesinden gelebileceğinin hesaba katılması ve bunun da türlerin biyolojisi hakkında edinilen bilgiye bağlı olduğu unutulmamalıdır.

Son yıllarda bulundurulmaları uluslararası ya da ulusal mevzuata aykırı olan, nesli tükenmekte olan veya koruma altında olan türlerin ihlaline ilişkin suçların sayısında bir artış gözlemlenmektedir (Linacre, The Use Of DNA From Non-Human Sources, 2008). Birçok sert ağaç türü, korunan ağaç türlerinden üretilen antikalar, hayvan derileri, mercanlar, fildişi oymalar ve geleneksel tıpta kullanılan çeşitli ürünler bu illegal materyallerden bazılarıdır. Nesli Tehlike Altında Olan Flora ve Fauna Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Topluluk (The Convention on the International Trade in Endangered Species of Flora and Fauna, CITES), üye ülkeler arasında nesli tükenmekte olan ve korunan türlerin hareketini takip eden uluslararası bir kuruluştur. Bu kuruluşun desteği ile farklı ülkelerde vahşi yaşam suçlarının önlenmesine yönelik çeşitli ulusal mevzuatlar geliştirilmiştir. Bu mevzuatlar içerisinde yer alan ve adli genetiğin kapsamında bulunan genetik analizler sayesinde ele geçen materyallerin menşei tayini yapılarak işlenen suçun yasal boyutu tespit edilebilmektedir.

Birçok ülkede hayvanlara işkence, illegal avlanma, kaçak avlanma, habitatlarının yok edilmesi gibi çok sayıda kanunsuz aktivite soruşturma ile sonlanmaktadır (Iyengar & Hadi, 2014). Olay esnasında hayvandan insana, hayvandan bir objeye ya da insandan hayvana bir DNA transferi iddiası destekleyici adli bir delil olabilir. Örneğin kedi ve köpekler birçok evde sıklıkla bulunan evcil hayvanlar olmakla beraber bu hayvanların tüyleri, eve giren herkesin kıyafetine kolaylıkla aktarılabilmekte ya da bir köpeğin nakli için kullanılan bir araçta bulunan bir kişinin kıyafetinde köpeğin tüyleri bulunabilmektedir. Çim lekeleri, yaprak materyalleri ve polen tanecikleri kolayca bir bölgeden bir bölgeye taşınabilir. Cesetlerden beslenen böcek larvalarının kimliklendirilmesi zorlayıcı olmakla beraber DNA tiplemesi sayesinde bu türler belirlenebilir. Saç, tüy, larva gibi eser deliller ile botanik materyalleri gibi bulguların genetik analizi, önemli bağlantılar sağlayan ilişkili delil haline getirilebilir.

DNA tiplemesi, sınıflandırmada türlerin gruplandırılması için sıklıkla kullanılmaktadır (Pereira, Carneiro, & Van Asch, 2010). Bu amaçla kullanılan yöntemlerde lokus seçimi yapılırken bir türün tüm üyeleri aynı DNA tipine sahip olduğu bilgisinden hareketle mutlaka türler arası ufak varyasyonlar içeren lokuslar ve gen bölgeleri tercih edilmelidir. Aynı şekilde, kullanılan lokus, bir türün üyelerinin sonraki yakın ilişkili türlerden ayırt edilebilmesi için yeterli sayıda türler arası varyasyon özelliğine sahip olmalıdır. Bu kriteri hayvanlarda en iyi şekilde karşılayan ise mitokondriyal genomdaki gen lokuslarıdır. Mitokondri, DNA replikasyonu esnasında yanlış eklenen DNA bazlarını düzelten hata okuyucu enzimleri içermediği için mitokondriyal DNA nükleer DNA'ya kıyasla beş kat daha hızlı mutasyona uğramaktadır. Bu aşamada mitokondrideki genlerin analizinin çok yüksek kopya sayısına sahip olması bir avantajdır. Örneğin başka bir köpeğin de aynı DNA tipine sahip olma olasılığını tahmin etmeyi sağlayan köpeklere ait mitokondriyal kontrol veri tabanları literatürde mevcuttur. Bu veriler ilişkilendirilebilir delil olarak bir değer ifade etmesine karşın STR analizlerine kıyasla mitokondriyal dizi verilerinin ayrım gücü daha azdır.

İnsan STR lokusları genellikle intron tabanlı olduklarından ve gen dizilerinin incelenmesi sonucu keşfedildiklerinden, kimliklendirilmiş ve karakterize edilmişlerdir (Jordan & Mills, 2021; Kanthaswamy, 2015). Tüm hayvanlar ve bitki türleri STR'ler içermektedirler. Ticari olarak önemli olabilecek köpek, kedi, at, inek, güvercin, çam ağacı ve kenevir vb. gibi birçok türün genetik analizine ilişkin multipleks STR kitleri üretilmiştir. Ayrıca bu sayılan türler için literatürde STR veri tabanları mevcuttur. Belirlenen STR lokuslarındaki alellerin gen sıklıklarının karşılaştırılması için çalışmalar günümüzde de devam etmektedir. Doğal ortamında yaşayan türlerin kimliklendirilen STR lokuslarında dinükleotit tekrarlar baskınken evcilleştirilen türlerin genomları hakkında artan bilgi birikimi sayesinde tetranükleotit tekrarların daha yaygın olduğu yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir.

Bunlar haricinde adli bilimlerde, biyoterörizm ya da toprak örneklerinin karşılaştırılmalarını konu alan çalışmalarda mikroorganizmaların DNA tiplemesinden yararlanılabileceği belirtilmiştir (Budowle, Murch, & Chakraborty, 2005; Morse & Budowle, 2006; Arenas, ve diğerleri, 2017). Mevcut yöntemlere kıyasla toprak örneklerinin mikroorganizmaların DNA profilini baz alarak değerlendirilmesi daha fazla biyolojik örnek incelenebilmesine imkan vermektedir.

DNA tiplemesinin insan örneklerinde rutin olarak kullanılması sonrası benzer yöntemlerin insana ait olmayan türlerde de uygulanabilirliğine ilişkin ilgi de artmıştır(Jordan & Mills, 2021). Bu konuda yürütülen çalışmalar, insan dışındaki türler hakkında edinilen kısıtlı bilgiyle adli bilimler laboratuvarlarında ya da türlere ait biyoloji bilgileri ve kısıtlı adli bilimler bilgisiyle üniversitelerde yürütülmektedir. Bu konuda ideal olan yaklaşım ise çalışmaların hem türler hakkında bilgiye sahip hem de adli bilimler ve dahi adli genetik geçmişi olan analistlerin bulunduğu laboratuvarlar tarafından yürütülmesidir.

DNA Veri Bankaları

Oldukça fazla sayıda DNA profili barındıran ulusal DNA veri bankaları, birçok ülke tarafından geliştirilmiştir ve bu veri bankalarının

milyonlarca bireyin profillerini içerdiği bilinmektedir (Wallace, Jackson, Gruber, & Thibedeau, 2014; Machado & Silva, 2014; Hölzl-Müller, Bodner, Berger, & Parson, 2021). STR profillerinin depolandığı DNA veri bankaları, suç soruşturmalarında ve faili meçhul vakaların çözümlenmesinde oldukça güçlü araçlar haline gelmiştir. Özellikle İngiltere'deki DNA veri bankalarının verimli kullanımı, diğer ülkelerde veri bankalarının kurulması ve genişletilmesi hususunda katalizör görevi görmüştür. DNA veri bankaları günümüzde neredeyse tüm Avrupa ülkeleri, Birleşik Devletler, Kanada, Avustralya, Güney Afrika, Amerika, Yeni Zelanda vb. ülkelerde faaliyet göstermektedir. DNA veri bankalarının oluşturulması ve kullanımında en büyük sorun verilerin saklanması, kullanımı ve verilere kimlerin erişim sağlayabileceğidir. Bu gibi soruların cevabına yönelik olarak ülkeler kendi yasaları çerçevesinde belli protokoller oluşturarak ihtiyaç halinde farklı ülkelerde gerçekleşen benzer olaylarda suçlunun tespitine yönelik olarak kendi veri bankalarındaki bazı bilgileri diğer ülkelerle dahi paylaşabilmektedirler.

Sonuç

Yirminci yüzyılın sonunda DNA çalışmalarının rutin uygulanışı adli bilimler alanındaki en önemli olay olmuştur (Morling, 2004). Şu an ise DNA veri tabanlarının verimli kullanımı, suçla savaşta adli genetiğin en büyük ve en önemli konusudur. Mevcut ve gelecek insan genom projelerinden elde edilen bilgiler sayesinde vakaların çözümüne yeni yöntemlerin kazandırılması mümkün olacaktır.

Büyük paralel dizileme (massively parallel sequencing,MPS)'nin hızlı gelişim göstermesi, adli genetik araştırmacılarının da dikkatinden kaçmamıştır (Li, 2018). MPS teknolojisi sayesinde STR'lara ilişkin daha fazla bilgi edinilmesi sağlandığından, bu bilgiler karmaşık soy bağı kimliklendirmeleri ile karışım halindeki örneklerin kimliklendirilmesi gibi zor davalara yeni ve kullanışlı bir yöntem sunmaktadır.

Öte yandan kapiler elektroforeze dayalı STR tiplemesi sadece uzunluk karşılaştırmasına imkan tanımaktadır. MPS'nin gelişimi metagenomik araştırmaları da teşvik etmiştir. Metagenomiks, farklı çevrelerin mikrobiyal bileşimi ve mikrobiyal topluluğun üyelerinin birbirleri ve çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen mikrobiyal ekolojinin yeni bir dalı olarak son yıllarda geliştirilmiştir. Metagenomiks alanındaki gelişmeler günümüzde birey kimliklendirmesi, olay yerlerinden elde edilen biyolojik leke kaynağının belirlenmesi, madde bağımlılığının tespiti gibi adli bilimler ile ilişki çalışma alanlarına da uygulanmaktadır.

Yeni Nesil Dizileme (Next Generation Sequencing, NGS) teknolojisi 21. yüzyılın en önemli moleküler biyoloji teknolojilerinden birisidir(Yang, Xie, & Yan, 2014). Bu sistem uzunluk polimorfizmine dayanan ve tekrar dizilerine odaklanan STR sistemlerine alternatif bir araçtır. Bu sistemin temel çalışma prensibi, ilgili gen bölgesini baz düzeyinde ve tek tek analiz edebilmesi üzerine kuruludur. Dünya da adli bilimlerde bu teknolojinin kullanımı ile ilgili araştırmalar her geçen gün artarak devam etmektedir. Özellikle olay yerinden elde edilen karışım halindeki biyolojik örneklerin identifikasyonunda, epigenetik mekanizmaların belirlenmesinde, genom varyasyonları hakkında yeni bilgilerin ortaya çıkarılmasında bu teknolojinin kullanımı sıklıkla tercih edilmektedir. Bu aşamada en önemli husus yeni nesil dizileme ile ortaya çıkan muazzam verinin (Big Data) yorumlanmasıdır. Buna yönelik otomatizasyon çalışmaları da araştırmacıların özellikle biyoistatistik uzmanlarının üzerinde titizlikle durduğu konuların başında gelmektedir.

Özetle, bilimsel bilgi ve teknolojik imkanlarla/gelişmelerle ilişkili olarak, adli bilimlerde genetik biyobelirteçlerin uygulanabilirliği de gelişmektedir (Li, 2018). Genetik biyobelirteçlerin ve uygulamalarının gelişimi ikili bir perspektifte değerlendirilirse bu konudaki çalışmalar adli genetik araştırmalarının DNA seviyesindeki belirteçlerle sınırlı kalmayarak RNA ve protein seviyesindeki belirteçlerin de kullanılabilir olduğunu açıklamaktadır. Artık adli genetiğin kapsamının akrabalık ve bireysel kimliklendirmenin geleneksel yöntemlerle belirlenmesinden ibaret olmadığı; adli klinik tıp, adli patoloji, adli psikiyatri gibi birçok alt dala ayrılarak yeni bulgulara ve uygulamalara da imkan tanıdığı söylenebilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Amankwaa, A. (2019). Trends In Forensic DNA Database: Transnational Exchange Of DNA Data. *Forensic Sciences Research, 5*(1), 8-14. [Crossref]

Amorim, A., & Pinto, N. (2018). Big Data In Forensic Genetics. *Forensic Science International: Genetics, 37*, 102-105. [Crossref]

Arenas, M., Pereira, F., Oliveira, M., Pinto, N., Lopes, A., Gomes, V., & Amorim, A. (2017). Forensic Genetics And Genomics: Much More Than Just A Human Affair. *Plos Genetics, 13*(9), 1006960. [Crossref]

Balding, D., & Steele, C. (2015). *Weight-Of-Evidence For Forensic DNA Profiles*. John Wiley & Sons. [Crossref]

Bandelt, H., van Oven, M., & Salas, A. (2012). Haplogrouping Mitochondrial DNA Sequences In Legal Medicine/Forensic Genetics. *International Journal Of Legal Medicine, 126*(6), 901-916. [Crossref]

Berg, I., Neumann, R., Cederberg, H., Rannug, U., & Jeffreys, A. (2003). Two Modes Of Germline Instability At Human Minisatellite MS1 (Locus D1S7): Complex Rearrangements And Paradoxical Hyperdeletion. *American Journal of Human Genetics, 72*(6): 1436-1447. [Crossref]

Blake, E., Crim, D., Mikalovich, J., Higuchi, R., Walsh, P., & Erlich, H. (1992). Polymerase chain-reaction (PCR) amplification and human-leukocyte antigen (HLA)-DQ-alpha oligonucleotide typing on biological evidence samples - casework experience. *Journal of Forensic Sciences, 37*(3): 700-726. [Crossref]

Budowle, B., & Allen, R. (1998). Analysis of amplified fragment-length polymorphisms (VNTR/STR loci) for human identity testing. *Forensic DNA Profiling Protocols* (s. 155-171). içinde Humana Press. [Crossref]

Budowle, B., Murch, R., & Chakraborty, R. (2005). Microbial Forensics: The Next Forensic Challenge. *International Journal Of Legal Medicine, 119*(6), 317-330. [Crossref]

Butler , J., Coble, M., & Vallone, P. (2007). STRs vs. SNPs: thoughts on the future of forensic DNA testing. *Forensic science, medicine, and pathology, 3*(3), 200-205. [Crossref]

Butler, J. (2001). Forensic DNA Typing: *Biology and Technology Behind STR Markers*. Academic Press.

Butler, J. (2009). *Fundamentals Of Forensic DNA Typing*. Academic Press.

Butler, J. (2014). DNA Profile Frequency Estimates and Match Probabilities. Advanced Topics In Forensic DNA Typing: *Interpretation*. içinde Academic Press. [Crossref]

Butler, J. (2015). The Future Of Forensic DNA Analysis. Philosophical transactions of the royal society B: *biological sciences, 370*(1674), 2140252. [Crossref]

Butler, J., Buel, E., Crivellente, F., & McCord, B. (2004). Forensic DNA Typing By Capillary Electrophoresis Using the ABI Prism 310 And 3100 Genetic Analyzers For STR Analysis. *Electrophoresis, 25*, 1397-1412. [Crossref]

Byard , R., James, H., Berketa J., & et al. (2016). Locard'Sprinciple Of Exchange, Dental Examination Andfragments Of Skin. *Journal Of Forensic Sciences, 61*, 545-547. [Crossref]

Carracedo , A. (2013). Forensic Genetics: History. *Encyclopedia of Forensic Sciences*: Second Edition. Elsevier. [Crossref]

Castella, V., Dimo-Simonin, N., Brandt-Casadevall, C., & Mangin, P. (2006). Forensic Evaluation Of The QIAshredder/QIAamp DNA Extraction Procedure. *Forensic ScienceInternational, 156*(1):70-73. [Crossref]

Daeid, N., Hackman L., & Haddrill, P. (2021). Developments In Forensic DNA Analysis. *Emerging Topics in Life Sciences, 5*(3), 381-393. [Crossref]

Doolittle, D. (2021). Population Genetics: *Basic Principles* (Vol. 16). . Springer Science & Business Media.

Edwards, A., Civitello, A., Hammond, H., & Caskey, C. (1991). DNA Typing And Genetic Mapping With Trimeric And Tetrameric Tandem Repeats. *American Journal Of Human Genetics, 49*(4), 746.

Funes-Huacca, M., Opel, K., Thompson, R., & McCord, B. (2011). A Comparison Of The Effects Of PCR İnhibition In Quantitative PCR And Forensic STR Analysis. *Electrophoresis, 32*(9), 1084-1089. [Crossref]

Geserick, G., & Wirth, I. (2012). Genetic kinship investigation from blood groups to DNA markers. *Transfusion Medicine and Hemotherapy, 39*(3), 163-175. [Crossref]

Gill, P. (1985). Forensic Application Of DNA 'Fingerprints'. *Nature, 318*, 577-579. [Crossref]

Gill, P., Werrett, D., Budowle, B., & Guerrieri, R. (2004). An Assessment of Whether SNPs Will Replace STRs In National DNA Databases. *Science and Justice,44*(1)51-53. [Crossref]

God's Signature: DNA Profiling, The New Gold Standard In Forensic. (2003). *Endeavour, 27*(2), 93-97. [Crossref]

Gomes, I., Pinto, N., Antao-Sousa, S., Gomes, V., Gusmao, L., & Amorim, A. (2020). Twenty Years Later: A Comprehensive Review Of The X Chromosome Use In Forensic Genetics. *Frontiers In Genetics, 926*. [Crossref]

Goodwin, W., Linacre, A., & Hadi, S. (2011). *AnIntroduction To Forensic Genetics* (Vol. 2). John Wiley&Sons.

Greenspoon, S., Ban, J., Sykes , K., Ballard, E., Edler, S., Baisden, M., & et al. (2004). Application Of The BioMek (R) 2000 Laboratory Automation Workstation And The DNA IQ (TM) System To The Extraction Of Forensic Casework Samples. *Journal of Forensic Sciences, 49*(1)29-39. [Crossref]

Gummadi, S., & Kandula, N. (2020). A Review on Electrophoresis, Capillary Electrophoresis, and Hyphenations. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 11*(12), 6038-6056.

Hebrard, J., & Daoust, F. (2013). History of Forensic Sciences . Encyclopedia of Forensic Sciences: *Second Edition* (s. 273-277). [Crossref]

Hölzl-Müller, P., Bodner, M., Berger, B., & Parson, W. (2021). Exploring STR Sequencing For Forensic DNA Intelligence Databasing Using The Austrian National DNA Database As An Example. *International Journal Of Legal Medicine*, 1-12. [Crossref]

Iyengar, A., & Hadi, S. (2014). Use of non-human DNA analysis in forensic science: A mini review. *Medicine, Science and the Law, 54*(1), 41-50. [Crossref]

Jeffreys, A. (2005). DNA Fingerprint. *Nature Medicine, 11*(10), 14-18. [Crossref]

Jeffreys, A., & Wilson, V. (1985). Hypervariable Regions In Human DNA. *Genetical Research, 45*, 213-213.

Jeffreys, A., Wilson, V., & Thein, S. (1985). Individual-Specific Fingerprints Of Human DNA. *Nature, 316*, 76-79. [Crossref]

Jordan, D., & Mills, D. (2021). Past, Present, and Future of DNA Typing for Analyzing Human and Non-Human Forensic Samples. *Frontiers in Ecology and Evolution, 9*, 172. [Crossref]

Kanthaswamy, S. (2015). Domestic Animal Forensic Genetics-Biological Evidence, Genetic Markers, Analytical Approaches And Challenges. *Animal Genetics, 46*(5), 473-484. [Crossref]

Kayser, M. (2017). Forensic Use Of Y-Chromosome DNA: A General Overview. *Human Genetics, 136*(5), 621-635. [Crossref]

Kidd, K., Pakstis, A., Speed, W., & et al. (2006). Developing A SNP Panel For Forensic İdentification Of Individuals. *Forensic Science International, 164*(1): 20-32. [Crossref]

Lee, S., McCord, B., & Buel, E. (2014). Advances In Forensic DNA Quantification: A Review. *Electrophoresis, 35*(21-22), 3044-3052. [Crossref]

Li, C. (2018). Forensic Genetics. *Forensic Sciences Research, 3*(2), 103-104. [Crossref]

Linacre, A. (2008). The Use Of DNA From Non-Human Sources. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series, 1*(1), 605-606. [Crossref]

Linacre, A., Gusmao, L., Hecht, W., Hellmann, A., Mayr, W., Parson, W., & Morling, N. (2011). ISFG:Recommendations Regarding The Use Of Non-Human (Animal) Dna İn Forensic Genetic Investigations. *Forensic Science International: Genetics, 5*(5)501-505. [Crossref]

Machado, H., & Silva, S. (2014).). "Would You Accept Having Your DNA Profile Inserted In The National Forensic DNA Database? Why?" Results Of A Questionnaire Applied In Portugal. Forensic Science International: *Genetics, 8*(1), 132-136. [Crossref]

Mnookin, J. (2007). People v. Castro: Challenging The Forensic Use Of DNA Evidence. *Journal of Scholarly Perspectives*, 3-10.

Montpetit, S., Fitch, I., & O'Donnell, P. (2005). A Simple Automated Instrument For DNA Extraction İn Forensic Casework. *Journal of Forensic Sciences, 50*,(3): 555-563. [Crossref]

Morling, N. (2004). Forensic Genetics. *The Lancet, 364*, 10-11. [Crossref]

Morse, S., & Budowle, B. (2006). Microbial Forensics: Application To Bioterrorism Preparedness And Response. *Infectious Disease Clinics, 20*(2), 455-473. [Crossref]

Moss, D., HArbison, S., & Saul, D. (2003). An Easily Automated, Closed-Tube Forensic DNA Extraction Procedure Using A Thermostable Proteinase. *International Journal of Legal Medicine, 117*, 340-349. [Crossref]

Mullis, K., & Faloona , F. (1987). Specific Synthesis Of DNA In Vitro Via A Polymerase-Catalyzed Chain Reaction. *Methods In Enzymology, 155*, 335-350. [Crossref]

Neumann, C., Evett, I., & Skerrett, J. (2012). Quantifying The Weight Of Evidence From A Forensic Fingerprint Comparison: A New Paradigm. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society, 175*(2), 371-415. [Crossref]

Nicklas, J., & Buel, E. (2003). Quantification Of DNA In Forensic Samples. *Analytical and Bioanalytical Chemistry, 376,* 1160-1167. [Crossref]

Okazaki, A., Yamazaki, S., Inoue, I., & Ott, J. (2021). Population Genetics: Past, Present, And Future. *Human Genetics, 140*(2), 231-240. [Crossref]

Pereira, F., Carneiro, J., & Van Asch, B. (2010). A Guide For Mitochondrial DNA Analysis In Non-Human Forensic Investigations. *The Open Forensic Science Journal, 3*(1). [Crossref]

Pinto, N., Gusmao, L., & Amorim, A. (2011). X-Chromosome Markers In Kinship Testing: A Generalisation Of The IBD Approach Identifying Situations Where Their Contribution Is Crucial. *Forensic Science International: Genetics, 5*(1), 27-32. [Crossref]

Port, N., Bowyer, V., Graham, E., Batuwangala, M., & Rutty, G. (2006). How Long Does It Take A Static Speaking Individual To Contaminate The Immediate Environment. *Forensic Science Medicine and Pathology, 2,* 157-164. [Crossref]

Primorac, D., & Schanfield, M. (2014). Forensic DNA Applications: An *Interdisciplinary Perspective*. CRC Press. [Crossref]

Radstrom, P., Knutsson, R., Wolffs, P., Lovenklev, M., & Lofstrom, C. (2004). Pre-PCR Processing - Strategies To Generate PCR-Compatible Samples. *Molecular Biotechnology, 26*, 133-146. [Crossref]

Reich, D., Schaffner, S., Daly, M., & et al. (2002). Humangenome Sequence Variation And The İnfluence Ofgene History, Mutation And Recombination. *NAtional Genetics, 32*, 135-142. [Crossref]

Roewer, L. (2019). Y-Chromosome Short Tandem Repeats In Foren-

sics-Sexing, Profiling, And Matching Male DNA. Wiley Interdisciplinary Reviews: *Forensic Science, 1*(4), 1336. [Crossref]

Rutty, G., Hopwood, A., & Tucker, V. (2003). The Effectiveness Of Protective Clothing In The Reduction Of Potential DNA Contamination Of The Scene Of Crime. *International Journal of Legal Medicine, 117*, 170-174. [Crossref]

Saiki, R., Bugawan, T., Horn, G., Mullis, K., & Erlich, H. (1986). analysis of enzymatically amplified beta-globin and hla-dq-alpha dna with allele-specific oligonucleotide probes. *Nature*, 163-166. [Crossref]

Schoske, R., Vallone, P., Kline, M., Redman , J., & Butler , J. (2004). High-throughput Y-STR Typing Of Us Populations With 27 Regions Of The Y Chromosome Using Two Multiplex Pcr Assays. *Forensic Science International, 139*(2-3), 107-121. [Crossref]

Sensabaugh, G., & Kaye, D. (1998). Non-human DNA Evidence. *Jurimetrics*, 39-41.

Stoneking, M., Hedgecock, D., Higuchi, R., Vigilant, L., & Erlich, H. (1991). Population variation of human mtDNA control region sequences detected by enzymatic amplification and sequence-specific oligonucleotide probes. *American Journal of Human Genetics, 48*, 370-382.

Szibor, R. (2007). X-Chromosomal Markers: Past, Present And Future. *Forensic Science Internatonal Genetics, 1*(2):93-99. [Crossref]

Tamaki, K., & Jeffreys, A. (2005). Human Tandem Repeat Sequences In Forensic DNA Typing. *Legal Medicine, 7*(4), 244-250. [Crossref]

The Y Chromosome Haplotype Reference Database. (2021, 11 8). YHRD: www.yhrd.org adresinden alındı

Thorisson, G., & Stein , L. (2003). The SNP Consortium Website: Past, Present And Future. *Nucleic Acids Research, 31*(1): 124-127. [Crossref]

Tillmar, A., Mostad, P., Egeland, T., Lindblom, B., Holmlund, G., & Montelius, K. (2008). Analysis Of Linkage And Linkage Disequilibrium For Eight X-Str Markers. *Forensic Science International Genetics, 3*(1): 37-41. [Crossref]

van der Beek, C. (2016). Past, Present and Future of Forensic DNA Databases. Handbook of *Forensic Genetics: Biodiversity and Heredity in Civil and Criminal Investigation* (s. 217-229). içinde World Scientific. [Crossref]

Vandenberg, N., & van Oorschot, R. (2002). Extraction Of Human Nuclear DNA From Feces Samples Using The QIAamp DNA Stool Mini Kit. *Journal of Forensic Sciences, 47*(5): 993-995. [Crossref]

Wallace, H., Jackson, A., Gruber, J., & Thibedeau, A. (2014). Forensic DNA Databases-Ethical and Legal Standards: A Global Review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences, 4*(3), 57-63. [Crossref]

Yamamoto, F., & Hakomori, S. (1990). Sugar-Nucleotide Donorspecificity Of Histo-Blood Group A And B Transfer-Ase İs Based On Amino Acid Substitutions. *Nature, 265*, 19257-19262. [Crossref]

Yang, Y., Xie, B., & Yan, J. (2014). Application Of Next-Generation Sequencing Technology In *Forensic Science. Genomics, Proteomics & Bioinformatics, 12*(5), 190-197. [Crossref]

Ye, Z., Wang, Z., & Hou, Y. (2020). Does Bonferroni Correction "Rescue" The Deviation From Hardy-Weinberg Equilibrium? *Forensic Science International: Genetics, 46*, 102254. [Crossref]

Zapico, S., & Ubelaker, D. (2013). mtDNA Mutations And Their Role In Aging, Diseases And *Forensic Sciences. Aging and disease, 4*(6), 364. [Crossref]

BÖLÜM 12
ADLİ GENETİK ALANINDA GÜNCEL TEKNİKLER

Özlem Bülbül ERCAN

DOI: 10.5152/0612

Adli Genetik Alanında Güncel Teknikler

Current Techniques in Forensic Genetics

BÖLÜM HAKKINDA

Bu bölümde, 2000'li yıllardan itibaren adli bilimlerde kullanılmaya başlanan DNA analiz yöntemleri ele alınmıştır. Özellikle adli vakalarda karşılaşılan zorlu örneklerde, geleneksel STR markırlarına alternatif olarak geliştirilen bi-alelik markırlar (SNP ve InDel) oldukça önem kazanmıştır. Bu yeni markırlar, az miktarda veya bozulmuş DNA örneklerinde bile güvenilir sonuçlar elde etme imkanı sunmaktadır. Ayrıca, şüpheliler veya kayıp kişiler hakkında fiziksel özellikler ve soy bilgisi gibi daha fazla detay sağlayan Adli DNA Fenotipleme (Forensic DNA Phenotyping) teknikleri son yıllarda sıklıkla tercih edilmektedir. Tüm bu gelişmeler, kitlesel paralel sekanslama (Massively Parallel Sequencing, MPS) gibi yeni nesil teknolojilerin kullanımı sayesinde mümkün olmaktadır. MPS teknolojisi, çok sayıda genetik markırı aynı anda analiz edebilme yeteneği ile adli bilimlerde hızlı ve güvenilir analizlerin yapılmasını sağlar. Bu sayede, adli vakaların çözümünde DNA analizlerinin rolü daha da artmakta ve karmaşık vakalar bile hızla aydınlatılabilmektedir. Günümüzde, bu teknolojiler sayesinde adli bilimlerde DNA analizleri, suç soruşturmalarında vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir.

Anahtar kelimeler: SNP, adli DNA fenotipleme, epigenetik, MPS, adli geneoloji

ABOUT the CHAPTER

In this chapter, DNA analysis methods that have been used in forensic sciences since the 2000s are discussed. Bi-allelic markers (SNP and InDel), which were developed as an alternative to traditional STR markers, have become very important, especially in difficult samples encountered in forensic cases. These new markers offer the possibility to obtain reliable results even in small amounts or degraded DNA samples. In addition, Forensic DNA Phenotyping techniques, which provide more details about suspects or missing persons, such as physical characteristics and genealogical information, have been frequently preferred in recent years. All these developments are made possible by the use of next-generation technologies such as Massively Parallel Sequencing (MPS). MPS technology enables fast and reliable analysis in forensic sciences with its ability to analyze a large number of genetic markers simultaneously. In this way, the role of DNA analysis in solving forensic cases is increasing and even complex cases can be quickly clarified. Today, thanks to these technologies, DNA analysis in forensic sciences has become an indispensable tool in criminal investigations.

Keywords: SNP, Forensic DNA Phenotyping, epigenetic, MPS, Forensici genology

Giriş

DNA analizleri veya DNA parmak izi biyolojik delil olarak ilk defa 1987 yılında bir seri katilin kimliklendirilmesinde kullanılmıştır. Adli bilimlerde devrim niteliğinde sayılan DNA analizleri günümüzde de birçok adli vakanın çözümlenmesinde kullanılan en önemli delil türlerinden biridir. Bu bağlamda olay yerinden gelen biyolojik delillerin kimliklendirilmesi, kayıp şahısların tespiti, felaket kurbanlarının kimliklendirilmesi ve nesep tayinleri gibi birçok adli uygulamada DNA analizleri kullanılmaktadır. 1990'lı yıllardan günümüze kadar rutin analizlerde kısa tekrar dizinleri (STR, Short tandem repeats) kullanılmaktadır. STR markır analizleri, PCR ve kapiler elektroforez (KE) tekniği, hazır ticari kitleri ve DNA veri bankaları ile kabul görmüş standart DNA analiz yöntemidir. DNA alanındaki teknolojik ve bilimsel gelişmeler, adli DNA analizlerin de gelişmesini sağlamıştır. Bu bölümde, 2000li yıllardan itibaren klasik DNA analizlerinin yanında geliştirilen diğer DNA markırları, kitlesel paralel sekanslama (Massively Parallel Sequencing, MPS) tekniği, genetik geneoloji (jeneoloji veya soybilim) ve bunların adli bilimlerde uygulamaları anlatılmıştır.

Bi-Alelik Marker (SNP ve Indel) Çalışmaları

STR analizleri adli vakaların pek çoğunun çözümünde kullanılmaktadır. Ancak her sistemde olduğu gibi bu analizlerin de dezavantajları ve kısıtlamaları vardır. Örneğin; olay

Özlem Bülbül Ercan

İstanbul Universitesi- Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: ozlem.bulbulercan@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Bülbül Ercan, Ö. (2024). Adli genetik alanında güncel teknikler. F Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 142-150). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

yerinden gelen DNA delili çok az miktarda olabildiği gibi nem, ısı, mikrobiyal ve kontaminasyon gibi sebeplerden dolayı bozunmuş (degrade) olabilir. Bu bozulma sonucunda DNA pek çok yerinden kırılmış olabilir ve STR analizlerinde tipleme yapmaya elverişli olmayabilir. STR lokuslarının en fazla 400-450 bç uzunluğunda olan PCR ürünleri bu tür degrade örneklerin tiplenmesinde kısmı profil verir veya hiç profil vermeyebilir. Bu gibi durumlarda kimliklendirmeyi yapabilmek için STR lokuslarından daha kısa olan DNA parçaları (SNP, InDel gibi) kullanılır (Pakstis et al., 2010; Phillips, 2012).

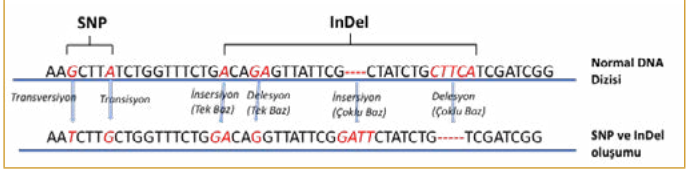
STR analizi karşılaştırmaya dayalı bir yöntem olup karşılaştırma materyali olmadığı sürece olası suçlu ile ilgili herhangi bir bilgi vermezler. Özellikle ülkemiz gibi DNA veri bankalarının yasal olarak oluşturulmadığı toplumlarda elde edilen DNA profilin saklanması, kaydedilmiş geçmiş DNA profillerle ya da veri bankasına ileride gelebilecek DNA profillerle karşılaştırılması mümkün olmadığından, bir şüphelinin olmadığı durumlarda delilden elde edilen STR profili ilgili vakalarda kullanılamayacaktır. Ayrıca STR lokusları DNA'nın kodlama yapmayan bölümünde bulunurlar ve kişini cinsiyeti hariç (amelogenin lokusu bilgisi) herhangi bir bilgi vermezler. Yani olay yerinden DNA analizi yapılsa bile bir şüpheli yok ise elde edilen DNA hiçbir işe yaramayacaktır. Bunun gibi STR analizi ile bir sonuca varılamayan adli olgularda farklı DNA varyasyonları kullanılabilir. Günümüzde hem az miktardaki ve degrade biyolojik örneklerde daha iyi sonuçlar veren hem de şüpheliye ait soy, fiziksel görünüm gibi farklı bilgiler verebilen bi-alelik DNA varyasyonları (SNP, InDel gibi) kullanılmaya başlanmıştır. Bi-alelik DNA varyasyonlarının dezavantajı ise karışım örneklerinin analizinde genotiplerin hangi katılımcıya ait olduğunun belirlenmesinin oldukça zor olmasıdır (Bulbul & Kidd, 2021; Haddrill, 2021; Mehta et al., 2017; Phillips, 2012).

Tek Nükleotid Polimorfizmi (SNP, Single Nükleotid Polymorphism)

Tek nükleotid polimorfizmi (Single Nucleotide Polymorphism, SNP) DNA dizinde tek bir baz değişimi ile oluşan dizi varyasyonlarıdır. Bu polimorfizm transisyon ve transversiyon olarak iki şekilde oluşur. Transisyonda bir pürin bazı (Adenin, A; Guanin, G) diğer bir pürin bazına veya bir pirimidin bazı (Sitozin, C; Timin, T) diğer pirimidin bazına değişir. Transversiyon ise, pürin (A,G) – pirimidin (C,T) bazlarının birbiri arasında tek baz değişimidir (Şekil 1). Genomda tek nükleotid değişimleri mutasyon nedeniyle de olabileceğinden, SNP tanımlaması için bu varyasyonun toplumda %1'in üzerinde görülmesi gerekmektedir.

SNP varyasyonları genomda sık görülen ve iyi bilinen DNA varyasyonları olup en önemli özellikleri hem kodlama yapan hem de kodlama yapmayan bölgelerde sıklıkla görülmeleridir. SNP varyasyonları bir genin susturulmasında, bir fenotipin (göz rengi gibi) oluşmasında, bir proteinin aminoasidinin değiştirilmesinde, genetik hastalıkların (orak hücre anemisi gibi) oluşmasında, genomda veya gen ifadesinde hiçbir değişiklik olmaması gibi pek çok genetik olayda rol oynarlar. Adli genetikte SNP markırları az ve bozunmuş örneklerde başarılı tipleme yapabilmeleri, soy ve fenotip ile ilgili bilgi verdikleri için tercih edilmektedir (Butler et al., 2008; Haddrill, 2021; Kidd et al., 2014).

Şekil 1
SNP ve InDel oluşum mekanizmalarının basit gösterimi



SNP markırlarının adli genetikte kullanımı dört şekilde sınıflandırılmıştır (Butler et al., 2008).

- Kimliklendirme SNP markırları (IISNPs- Identity-Informative SNPs)
- Nesep SNP markırları (LISNPs- Lineage-Informative SNPs)
- Soy SNP markırları (AISNPs- Ancestry Informative SNPs)
- Fenotip SNP markırları (PISNPs-Phenotypic-Informative SNPs)

Ancak son dönemlerde soy ve fenotip markırları genellikle beraber kullanılıp, bunlar Adli DNA Fenotipleme (Forensic DNA Phenotyping-FDP) olarak da isimlendirilir. FDP daha geniş kapsamıyla kişilerin dış görünüşüyle ilgili (yaş, boy uzunluğu vb.) özellikleri de kapsamaktadır (Kayser, 2015; Schneider et al., 2019).

IISNPs, zorlu DNA örnekleri tiplendirmede, STR markırlarına alternatif/tamamlayıcı olarak kullanılan markırlardır. IISNP markırları, STRler ile benzer özellikler gösteren DNA'nın kodlama yapmayan bölgesinde bulunan SNP varyasyonlarından seçilirler. Ancak STRlere göre en önemli avantajları daha kısa PCR ürünleri (←150 bç) olduğundan özellikle aşırı derecede bozunmuş örneklerde iyi sonuç verirler. Ayrıca akrabalıkların belirlenmesinde daha düşük mutasyon oranına sahip olduklarından ayrım gücünü de arttırırlar. Her ne kadar ilk geliştirilen SNP multipleksleri (panel) PCR- KE ile oluşturulsa da günümüzde sıklıkla NGS ile tiplendirilmektedir. Böylece bi-alelik olan SNP polimorfizlerinin STR ile eşdeğer ayrım gücüne ulaşması için gerekli en az 50 SNP kolaylıkla analiz edilebilmektedir (Bulbul et al., 2013; Guo et al., 2017; Pakstis et al., 2010; Sanchez et al., 2006).

LISNPs, sadece anne veya sadece baba soyundan aktarılan varyasyonların tespitinde kullanılır. mitokondriyal DNA (mtDNA), hücrelerde çok sayıda bulunduğundan özellikle kemik ve saç gibi az hücre içeren veya aşırı bozulmuş biyolojik örneklerin kimliklendirilmesinde kullanılmaktadır. Anne soyunun araştırılmasında rutin olarak anneden aktarılan mtDNA dizisindeki HV1, HV2 ve HV3 kodlama yapmayan bölgelerin analizleri yapılır. Ancak ileri derecede bozunmuş örneklerde bu bölgelere ek olarak mtDNA üzerinde bulanan SNP analizleri de yapılabilir. Günümüz teknolojisi ile mtDNA'nın tamamının dizilendiği yöntemler de kullanılmaktadır (Coble et al., 2004; Parson et al., 2013).

Adli genetikte Y-kromozomu, özellikle cinsel saldırı olaylarında saldırganın belirlenmesinde ve akrabalık tayinlerinde kişilerin aynı erkek soyundan gelip gelmediği veya baba olmadığı durumlarda babalığın belirlenmesinde kullanılır. Ancak STR analizlerinde tipleme yapılamadığında Y kromozomu üzerinde bulunan Y-SNP markırları kullanılmaktadırlar (Kayser, 2017; Ralf et al., 2019).

AISNPs, otozomal kromozomlar üzerinde bulunan ve popülasyonlar arasında farklılıklar gösteren SNP varyasyonları olup

biyocoğrafik soyun tahmininde kullanılırlar. Adli DNA fenotiplerinin bir parçası olan AISNPs, özellikle karşılaştırma materyali olmayan DNA delilinde olası şüpheli fenotipi oluşturularak şüpheli havuzunun daraltılmasında kullanılır. Bu profilden yola çıkılarak soruşturmanın yönü değişebilir ve olgu daha hızlı bir şekilde çözülebilir. Bunun yanı sıra terör olaylarında teröristin veya mağdurların, toplu felaket kurbanlarının ve kayıp şahısların kimliklendirilmesinde de AISNPs markırları ile kişileri tanımlayabilecek Adli DNA fenotiplemesi yapılabilir (Bülbül & Filoğlu, 2019; Bulbul & Kidd, 2021; Kidd et al., 2014; Schneider et al., 2019).

AISNPs markırların ilk adli genetik uygulamalarında PCR-KE yöntemi kullanıldığından sınırlı SNP markırlarından oluşan paneller geliştirilmiştir. Bu panellerin pek çoğunun ortak özelliği yöntem kısıtlaması ve popülasyon veri bankalarında bulunan referans populasyonların sınırlamasından dolayı kıtasal ayrım yapmalarıdır. Çoğu panelde Asya, Avrupa, Afrika ve Amerika kıtasal popülasyonlarının ayrımı yapılmıştır (Kidd et al., 2014; Mehta et al., 2017). Son on yılda ise kıtalararası popülasyonların ayrımının yapılabilmesi için pek çok çalışma yapılmıştır. Güney Asya, Kuzey ve Güney Asya ve Güneybatı Asya (Ortadoğu) popülasyonlarının majör popülasyonlardan ayrımı ile ilgili paneller geliştirilmiştir. Adli uygulamalarda özellikle NGS yönteminin kullanılmaya başlanması ile daha fazla SNP markırı test edilebilir hale gelmiştir (Bulbul & Filoglu, 2018; Bulbul et al., 2016; O. Bulbul, W. C. Speed, et al., 2018; Pakstis et al., 2015).

AISNPs markırlarıyla biyocoğrafik soyun tahmininde Structure ve PCA (Principal Component Analysis)-Temel Bileşenler Analizi gibi popülasyon genetiğinde de kullanılan programların yanı sıra adli genetik uygulamaları için geliştirilmiş Snipper (http://mathgene.usc.es/snipper/) ve FROG-kb (http://frog.med.yale.edu/FrogKB/) gibi programlar da kullanılmaktadır. Snipper ve FROG-kb programlarının temeli, Bayes teoremi olabilirlik oranının (likelihood ratio, LR) kullanılması esasına dayanır. Bu tahminlerde test edilen örneğin referans popülasyonlar ile karşılaştırılarak en benzer popülasyon veya popülasyon grupları tahmin edilir. Bu iki uygulamanın sonuç çıktıları ya belirlenen kıtasal ayrım (Snipper, Asya, Afrika, Avrupa, Amerika gibi) ya da en yüksek olası popülasyonlardan en düşük olası populasyonların tam listesi (FROG-kb) olarak verilmektedir. Güvenilir bir biyocoğrafik soy tahmini hem test edilen AISNPs markırlarının ayrım gücüne hem de referans popülasyonların genişliğine bağlıdır. Bu anlamda en fazla popülasyon verisi (161 populasyon) içeren Kidd 55 AISNPs paneli olup bu panel en az sekiz bölge için ayrım sağlar dolayısıyla daha güvenilir sonuçlar verir. Bu panel ayrıca NGS tabanlı ticari kitlerde de bulunmaktadır. AISNPs ile biyocoğrafik soyun tahmininde kişinin anne ve babasının farklı kıtasal soylardan geldiği (karışık soy, admixed) durumlarda başarılı bir tahmin yapılamamaktadır. Örneğin annesi Uzak Doğulu babası Avrupalı olan bir kişinin biyocoğrafik soyu güvenilir bir şekilde belirlenemeyebilir (Bülbül & Filoğlu, 2019; Bulbul et al., 2016; Bulbul & Kidd, 2021; Pakstis et al., 2015).

PISNPs, insanların dış görünüşünün belirlenerek şüphelinin moleküler fotoğrafının oluşturulmasında kullanılır. Son yıllarda genom boyu asosiyasyon çalışmaları (genome-wide association study; GWAS) ile insanın fiziksel özelliklerini oluşturan karmaşık genetik yapısı daha anlaşılır olmuştur. Bu çalışmalar geçtiğimiz on yılda adli bilimcilerin de ilgisini çekmiştir.

Adli genetikte insan fiziksel karakterlerinin araştırılmasında saç, göz ve ten rengi, kellik, boy uzunluğu gibi dış görünüş hakkında bilgi verilecek özelliklere odaklanılmıştır. İlk FDP çalışmalarında diğer fiziksel karakterlere göre nispeten daha az karmaşık olan mavi ve kahverengi göz renginin tahmini ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda yaklaşık %80 olasılıkla mavi veya kahverengi göz renginin oluşmasında tek bir SNP markırının (rs12913832, HERC2 geninde) rol oynadığı belirlenmiştir (Haddrill, 2021; Schneider et al., 2019).

Adli amaçlı geliştirilen Irisplex paneli bu SNP markırını temel alıp bununla beraber farklı gen bölgelerinden beş SNP ile mavi-kahverengi göz rengi tahmin güvenilirliği %90'ın üzerine çıkmaktadır. Ancak yeşil göz rengi kompleks genetik yapısı gereği bu sistemde güvenilir sonuç vermemektedir (Walsh et al., 2011).

Saç ve ten rengi tahmini de göz renginden sonra en sıklıkla çalışılan fiziksel özelliklerdir. Saç rengi tahmininde Irisplex paneline saç için bilgi veren 18 PISNPs eklenerek oluşturulan HIrisplex paneli ile sarı, kızıl, kahverengi ve siyah saç renkleri için %75' doğrulukta tahmin sonuçları alınmaktadır. Saç renginin tahminde sarı ve siyah saç rengi tahmini diğer renk sınıflandırılmalarına göre daha az güvenilir sonuçlar veya yanlış tahminler verebilir. Çünkü saçın renginin oluşmasında genetik etkenlerin basit bir şekilde açıklanamamalarının yanı sıra çevresel ve yaş gibi biyolojik faktörlerden etkilenmeleri söz konusudur (Walsh et al., 2014). Saç renginin dışında yaşa bağlı saç renginin değişimi, saçın yapısı (kıvırcık saç, düz saç gibi), saçın kısmi oluşması veya kellik gibi saçla ilgili diğer genetik çalışmalar da bulunmaktadır. Ancak bunların adli bilimlerde uygulanması için daha güvenilir tahmin oranlarına ulaşılması gerekmektedir (Haddrill, 2021; Kayser, 2015).

Fiziksel özelliklerden ten rengi de adli araştırmalara konu oluşmuştur. Ten renginin oluşması sadece genetik değil yaşanılan enlem, ultraviyole (UV) ışınlarına maruziyet gibi adaptasyona bağlıdır. Ten renginin oluşması salgılanan melanin pigmentinin miktarına bağlıdır. Örneğin güneşin dünyaya dik açıyla geldiği enlemlerde fazla melanin salgılanması nedeniyle ten rengi koyu iken (Afrika, Ekvator gibi), kuzey enlemlerde ten rengi daha açıktır. Ten renginin genetik açıklanmasında rs16891982 (SLC45A2 geni) ve rs1426654 (SLC24A5) SNP markırları özellikle açık ten renginin oluşmasında en önemli varyasyonlar olup Avrupa popülasyonunda görülür (Kayser, 2015; Schneider et al., 2019; Walsh et al., 2017). Adli amaçlı geliştirilen HIrisplex-S panelinde saç ve göz rengine ek olarak ten rengi ile ilgili 17 PISNPs markırı bulunmaktadır. Toplamda 41 PISNPs markırından oluşan bu panel ile saç, göz ve ten rengi tahmini aynı anda yapılabilmektedir. Bu panel ile ten rengi tahmininde çok açık, açık, orta, koyu ve koyu-siyah olarak beş kategoride %75'in üzerinde doğruluk oranında sınıflandırma yapılabilmektedir. (Chaitanya et al., 2018). Bu üç panelin (Irisplex, HIrisplex ve HIrisplex-S) ilk tasarımları PCR-KE yöntemine dayalı olarak yapılmalarının yanı sıra günümüzde NGS panellerinde de bulunmaktadırlar (Bulbul & Filoglu, 2018; Palencia-Madrid et al., 2020).

Bunların yanı sıra kaş rengi, uzunluk, yüzdeki çiller, vücuttaki farklı saç yapıları gibi diğer fiziksel özellikler de araştırılmaktadır. VISAGE (the VISible Attributes through GEnomics Consortium) (http://www.visage-h2020.eu/), Avrupa Birliği destekli ve çok merkezli bir araştırma grubu olup, FDP ile ilgili genetik araştırmalar,

bunların yasal kullanımları ve etik haklar gibi konular ile ilgili çalışmalar yapmaktadırlar (Schneider et al., 2019).

Ülkemizde ise göz, saç ve ten rengi tahmini ilgili yukarıdaki paneller ve Türkiye popülasyonu çalışmaları yapılmıştır (Bulbul & Filoglu, 2018; Ozlem Bulbul et al., 2018; Devranoglu et al., 2021; Tavaci et al., 2021). FDP analizleri İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü'nde 2019 yılından beri hizmet olarak verilmektedir (https://adlitip.istanbulc.edu.tr/tr/content/hizmetlerimiz/adli-bilimler-laboratuvari).

InDel Polimorfizmi

InDel, bir organizmanın genomunda meydana gelen bir ve birden fazla baz eklenmesi (insersiyon) veya silinmesi (delesyon) sonucunda oluşan genetik varyasyonlara denir. InDel polimorfizmi, tekli veya çoklu (10000 bç'a kadar) olarak DNA'nın tüm bölgelerinde yaygın bir şekilde gözlenir (Şekil 1). Bi-alelik InDel polimorfizmi toplam insan genetik polimorfizminin yaklaşık %8'ini oluşturur. Weber ve ark. 2002 yılında 2000 InDel bölgesinin genetik bilgileri ve popülasyon verilerini (Avrupa, Afrika, Japonya ve Amerika içeren) paylaşmışlardır (Weber et al., 2002). Bu çalışma diğer çalışmalara da öncü olmuştur.

Adli genetik uygulamalarında SNP markırlarında olduğu gibi kısa PCR ürünü verecek bi-alelik InDel markırları tercih edilmektedir. InDel markırları kimliklendirme ve soy tahmini olmak üzere iki amaçla kullanılmaktadır. InDel markırları hem degrade DNA ve az miktardaki DNA'da daha iyi sonuç vermeleri hem de STR analizinde olduğu gibi alışılmış PCR-KE yöntemiyle kolayca uygulandığı için tercih sebebi olmuştur. Bu markırlar popülasyonlar arası farklılıklar gösterdiğinden biyolojik soyun tahmininde SNP markırlarına ek olarak kullanılmaktadır (McCord et al., 2019; Phillips, 2012; Ünsal et al., 2017).

Kimliklendirme InDel markırları, aynı amaçlı kullanılan SNP markırları gibi STR markırları ile sonuç alınamayan zorlu biyolojik örneklerin tiplendirilmesinde kullanılmaktadır. InDel markırları genellikle SNP veya kısmi STR profil sonuçlarına tamamlayıcı/ek polimorfik sistemler olarak çalışılmaktadır. Kimliklendirme için seçilen InDel markırları genellikle 2-15 bç aralığında olup PCR ürün uzunlukları 200 bç'den küçüktür. Yaklaşık 30-40 InDel ile kimliklendirme için yeterli ayrım gücüne ulaşılır. SNP markırlarından farklı olarak PCR-KE yöntemiyle InDel tiplemesi sadece iki aşamalı olup daha kolay, basit ve hızlıdır. Ayrıca InDel markırları STRlere göre daha düşük mutasyon oranına sahip olduklarından nesep tayininde STR markırlarına ek olarak da çalışılmaktadırlar. Kimliklendirme InDel markırlarının bulunduğu ticari kitler ve paneller bulunmaktadır (Pereira et al., 2009; Phillips, 2012; Ünsal et al., 2017). Türkiye popülasyonu ile ilgili hem ticari hem de araştırıcıların geliştirdiği kitler bulunmaktadır (Duvenci et al., 2019; Ünsal et al., 2017).

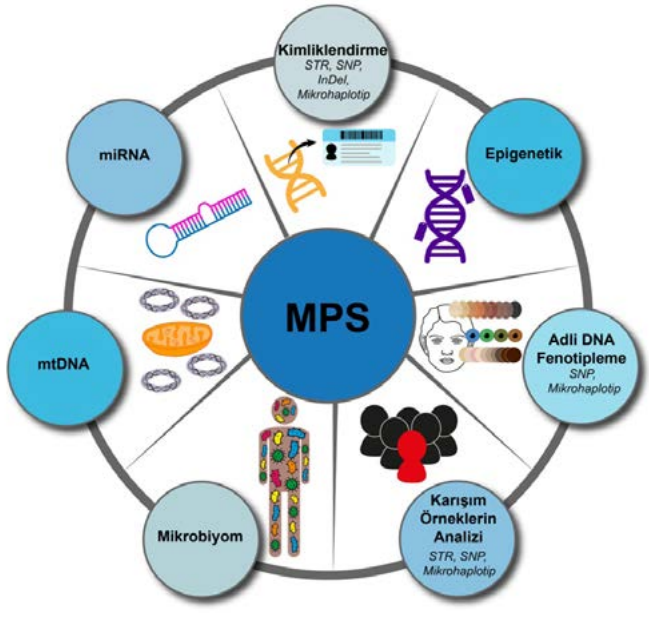
Soy InDel markırları, AISNPs markırları gibi biyocoğrafik soyun tahmininde kullanılmaktadır. Geliştirilen 46- InDel paneli ile kıtasal populasyonların (Avrupa, Asya, Afrika ve Amerika) birbirinden ayrımı yapılabilmektedir. Bu panel biyocoğrafik soy tahmininde sıklıkla kullanılan panel olup ülkemizin de bulunduğu bir çok popülasyonda çalışılmıştır (Pereira et al., 2012). Santos ve ark. HGDP -CEPH DNA örneklerinde bu panel ile yaptıkları çalışmada altı populasyon grubunu (Afrika, Avrupa, Ortadoğu,Güney Asya, Okyanusya ve Amerika) başarıyla ayırmışlardır. Ancak daha güvenilir sonuçların elde edilebilmesi için AISNPs ile beraber çalışılmasını önermişlerdir (Santos et al., 2015). Aynı şekilde ülkemizde yapılan çalışmada sadece InDel lokuslarıyla elde edilen soy bilgisinin yetersiz olduğu, yeni InDel ve/veya AISNPs markırlarının eklenmesi gerektiği bildirilmiştir (Bulbul et al., 2015).

Kitlesel Paralel Sekanslama (Massively Parallel Sequencing, MPS)

Kitlesel paralel sekanslama (MPS) ya da diğer ismiyle yeni nesil sekanslama (next generation sequencing, NGS) genetik alanında tartışmasız son 20 yılda en hızlı gelişen teknolojidir. Bu teknolojiden son 10 yılda adli genetikte de çok yararlanılmıştır. Her ne kadar yıllardır Sanger yöntemi ile PCR-KE'de mtDNA'nın sekanslaması yapılsa da diğer genetik markırlar için bu yöntem zaman alıcı, maliyetli, analizin yorumlanmasının uzmanlık gerektirmesi gibi sebeplerden dolayı tercih edilmemiştir. Ancak gelişen teknoloji ile beraber MPS yöntemi daha kolay, hızlı, verimli, yüksek hacimli, daha ucuz ve elde edilen sonuçların basitleştirişmiş algoritmalarını içeren analiz programları ile adli genetikte sıklıkla uygulanmaya başlanmıştır Günümüzde kullanılan MPS teknolojileri ikinci ve üçüncü nesil sekanslama teknolojileri olup farklı yöntemlerle (shutgun, hedefli sekanslama, klonal çoğalma veya nanopore gibi) geliştirilmiştir. Adli bilimlerde ilk ve en sık kullanılan MPS cihazları Ion PGM ve Ion S5 (Thermo Fisher Scientific) ve MiSeq (Illumina) cihazlarıdır. Günümüzde ise ticari firmaların geliştirdikleri MPS cihazları kullanılmaktadır. MPS teknolojisinin adli genetikte STR, SNP, InDel gibi DNA markırlarının dizilemesinde, gonozomal markırlar (X ve Y kromozomu), mtDNA, miRNA, metilasyon, mikrobiyom analizleri, karışım örneklerinin ayrılması gibi çok farklı uygulama alanları vardır (Şekil 2).

MPS ile PCR-KE karşılaştırıldığında yaklaşık on kat daha fazla lokus bir arada çalışılabilir. Özellikle DNA delilinin az miktarda olduğu durumlarda farklı genetik markırlar için (otozomal STR,

Şekil 3
Adli genetikte MPS analizlerinin uygulama alanları



Y-STR ve SNPs gibi) PCR-KE yöntemiyle yapılan analizler, MPS yönteminde tek bir iş akışında yapılabilir. Örneğin, günümüzde ticari olarak bulunan MPS kitlerinden otozomal STR, Y-STR, SNP analizleri tek seferde yapılabilir. Böylece az miktardaki DNA delilinden tek seferde çok fazla genetik bilgi alınabilir. MPS yönteminde, kullanılan örneğe özgü barkodlama yapıldığından bir çok örnek (96'ya kadar) aynı anda çalışılabilir. MPS sistemlerinin hassasiyeti de her geçen gün daha da arttırılmaktadır. Her MPS sisteminin ve o sistemde geliştirilen panelin hassasiyeti cihaza ve panele göre değişmekte olup genellikle optimum 500 pg-1 ng DNA kalıbı ile güvenilir tipleme yapılabilmektedir (Ballard et al., 2020; Haddrill, 2021; McCord et al., 2019).

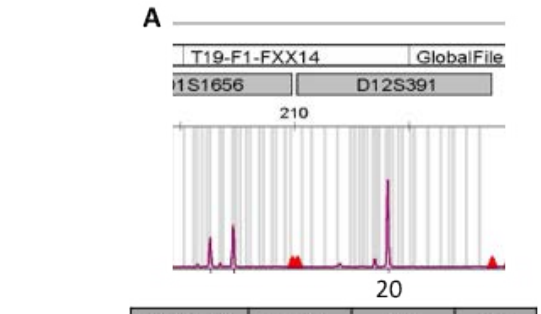
STR lokuslarının analizi KE fragman yani PCR ürün uzunluğuna bağlı olduğundan alellerin sadece kaç tekrarlı olduğu belirlenir. MPS analizlerinde ise sekans varyantları (motif) belirlenebilir. Böylece aynı uzunlukta olan fakat farklı sekans motifi içeren alellerin (izomerik heterozigotlar) ayrımı yapılabilir. Şekil 3'deki örnekte KE ile analiz edilen D12S391 lokusunda gözlenen alel 20 olup kişi homozigottur. Ancak aynı kişinin MPS ile yapılan analizine bakıldığında aslında bu kişide biri [AGAT]12 [AGAC]8 ve diğeri [AGAT]10 [AGAC]10 olan iki farklı sekans motifi olan 20 aleli olduğu görülmektedir. Dolayısıyla uzunluk olarak bakıldığında aynı olan bu alellerin aslında DNA dizileri farklıdır. Bu da özellikle karışım örneklerin analizinde veya nesep tespitinde oldukça önemlidir (Durmus Isleyen, 2020). Bunun yanında STR MPS analizinde flanking bölgelerinde bulunan SNP markırları da tespit edilir. Dolayısıyla motif farklılıkları ve SNP tespiti, KE analizine göre daha yüksek ayrım gücü ve karışım örneklerinin ayrımının daha başarılı yapılmasını sağlar. Ayrıca MPS analizlerinde 200 bç altında yüksek verim alındığından bozulmuş örneklerde de başarılı sonuçlar alınmaktadır. Bir çok çalışmada MPS ile elde edilen STR alel sayısının KE ile elde edilen alel sayısından iki kat fazla olduğu bildirilmiştir. D12S391, D2S1338, D21S11, D8S1179, D3S1358 ve vWa STR lokusları sekans motiflerinin en fazla arttığı lokuslar olarak bildirilmiştir. Ancak bu durum tüm STR lokusları için geçerli değildir. Bazı STR lokuslarında sekans motifleri değişmemektedir. Adli olgularda MPS STR lokuslarının kullanılmaları için popülasyon çalışmaları yapılıp, her bir lokustaki alellerin sekans motif sıklıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca yıllardır DNA veri bankalarında saklanan ve KE yöntemiyle elde edilen STR sonuçlarının hemen değişmesi veya bundan vazgeçilmesi düşünülemez. Ancak zamanla cihaz ve kit maliyetleri daha makul düzeylere düştükçe elde edilen yeni STR sonuçları DNA veri bankalarına eklenebilir (Ballard et al., 2020; Durmus Isleyen, 2020; McCord et al., 2019).

SNP analizleri, MPS uygulamalarında sıklıkla tercih edilir. Bununla ilgili geliştirilmiş paneller de bulunmaktadır. MPS teknolojisinin avantajı tüm SNP türlerinin birlikte veya ayrı ayrı çalışılabilir olmasıdır. Çok fazla SNP markır, MPS'de tek bir iş akışında çalışılarak şüpheli veya kayıp kişinin dış görünüşüne ait profil elde edilebilir. (Ballard et al., 2020; Bulbul & Filoglu, 2018; Palencia-Madrid et al., 2020).

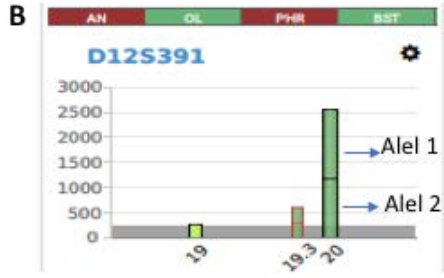
Mikrohaplotip (microhaps) markırları, adli genetik alanında son yıllarda kullanılmaya başlanan markırlar olup, yaklaşık 300 bç'den küçük kısa DNA dizisinde bulunan ikiden fazla SNP'den oluşurlar. Bu markırlar özellikle az ve bozulmuş biyolojik örneklerin ve karışım örneklerinin analizinde hem STR hem de SNP markırlarına göre daha iyi sonuç veririler ve MPS teknolojisi ile kolaylıkla tiplendirilebilirler (O. Bulbul, A. J. Pakstis, et al., 2018; Kidd et al., 2018).

Şekil 3

A) Bir örnekte kapiler elektroforez analizi sonrasında D12S391 lokusunun homozigot alel (20) elektroferogramı ve örnek ve lokus bilgileri B) Aynı örneğin MPS analizi sonrası iki farklı 20 alelinin Converge (Thermo Fisher Scientifics) programında basitleştirilmiş görüntüsü ve sekans motiflerinin gösterimi



Örnek İsmi	Marker	Alel	RFU
T19-F1-FXX14	D12S391	20 – 20	4244



Örnek İsmi	Marker	Alel	Coverage	Kısa Sekansı
T19_F1_XX14	D12S391	20	1169.0	[AGAT]10 [AGAC]10
T19_F1_XX14	D12S391	20	1367.0	[AGAT]12 [AGAC]8

Açıklama notu. Durmuş İşleyen, 2020 verilerinden hazırlanmıştır.

mtDNA analizlerinde de MPS ile mtDNA'nın sadece kodlama yapan bölgeleri değil tüm gen dizisinin sekanslaması yapılmaktadır. Ayrıca heteroplazminin analizi de MPS ile daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Ayrıca X ve Y kromozomu (STR, SNP), InDel analizleri de MPS ile uygulanmaya başlanmıştır. Bunların yanında epigenetik, mikrobiyota, miRNA çalışmaları gibi pek çok alanda MPS kullanılmaktadır (Ballard et al., 2020; Haddrill, 2021; McCord et al., 2019).

MPS analizlerinin adli laboratuvarlarda kullanımı son yıllarda hızla artmıştır. 2017 yılında Avrupa'daki laboratuvarlarda yapılan bir anket sonucunda 33 laboratuvarın 17'sinde MPS cihazının bulunduğu ve genellikle araştırma amaçlı çalışmalar yapıldığı belirlenmiştir. Diğer laboratuvarlarda ise ilgili cihaz ve sarflarının maliyetlerinin pahalı olması, fon eksiklikleri ve eski alışkanlıklardan vazgeçememe (PCR-KE yöntemi) gibi sebeplerle bu yönteme geçişin yavaş olduğu rapor edilmiştir (Alonso et al., 2017). Yine Avrupa'daki laboratuvarlarda yapılan güncel bir ankette 32

ülkenin 105 adli laboratuvarında MPS uygulamaları incelenmiştir. Bu laboratuvarlardan %73'ünde MPS cihazının bulunduğu ya da kısa bir zaman sonra (1-2 yılda) alınmasının planlandığı belirlenmiştir. Bu laboratuvarlardan üçte birinde MPS uygulamalarının sıklıkla STR analizleri, takiben SNP ile FDP yapıldığı bildirilmiştir. Katılımcıların yarıdan fazlasının MPS eğitimi aldıkları ve tüm katılımcıların %90'ının MPS teknolojilerinin STR dışında FDP (soy, fenotip, yaş gibi) analizlerini yapmak için istekli oldukları görülmüştür (Gross et al., 2021). Ülkemizde ise adli genetik alanında MPS araştırmaları yapılmakta ve üniversiteler başta olmak üzere (İ.Ü-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli bilimler Enstitüsü) (Bulbul & Filoglu, 2018), Adalet Bakanlığı'na bağlı kurumda (Adli Tıp Kurumu) MPS analizlerine başlanmıştır. Ancak bu analizler henüz tüm vakalarda değil, FDP gibi özel amaçlı vakalarda uygulanmaktadır.

Epigenetik

Epigenetik, DNA dizilerinde herhangi bir değişiklik olmaksızın gen anlatımında oluşan stabil ve kalıtsal değişimler olarak tanımlanır. Bu değişimler hücresel işlevlerin düzenlenmesinde rol oynar ve nesilden nesile aktarılırlar. Farklı hücre gruplarında ve dokularda gen ekspresyonu sırasındaki epigenetik değişim mekanizmaları ile (genin susturulması ve aktivasyonun düzenlenmesi gibi) sadece ilgili ve gerekli gen ifadeleri düzenlenir. Yapılan çalışmalar epigenetiğin yaşanılan çevre, beslenme, spor, alkol kullanımı gibi yaşam alışkanlıklarıyla değişebildiğini ve kanser gibi bir çok hastalıkla bağlantılı olduğunu göstermiştir.

Histon ve kromatinin yeniden modellenmesi, kodlanmayan RNA molekülleri ve DNA metilasyonları epigenetik değişim mekanizmalarından başlıcalarıdır. DNA metilasyonu en iyi karakterize edilmiş epigenetik mekanizma olup özellikle normal insan gelişiminde önemli rol oynar. DNA metilasyonu, Sitozinin 5'ucuna bir metil grubunun (CH3) eklenmesi olarak tanımlanır. Bu değişim tipik olarak somatik dokularda Sitozin-Guanin dinükleotit dizilerinde (bunlara CpG bölgeleri veya CpG adacıkları da denir) meydana gelir. DNA metilasyon seviyelerindeki azalma (hipometilasyon) ve artmaların (hipermetilasyon) ölçülmesi ile epigenetik değişiklikler tespit edilir. Bunun için genellikle dört yöntem tercih edilmektedir. Bu yöntemler EpiTYPER®, pirosekaslama, SNaPshot™ veya MPS analizleridir. Adli genetikte DNA metilasyonu ile ilgili ilk çalışmalar insan yaş tahmini, vücut sıvılarının tayini ve monozigot ikizlerin ayrılmasında yapılmıştır. Bunun yanında sigara alışkanlığı, alkol kullanımı, yeme alışkanlıkları gibi konularda da epigenetik çalışmalar yapılmaktadır (Freire-Aradas et al., 2020; Haddrill, 2021; Vidaki & Kayser, 2018).

Kronolojik yaş tahmini, FDP'nin de bir parçası olarak görülen ve adli bir olayda şüphelinin kronolojik yaşının tahmininde kullanılabilecek güçlü bir genetik analizdir. Bunun yanı sıra yaş tahmini hukuki ve antropolojik araştırmalara uygulanabilir. Belirli dokularda veya vücut sıvılarında (kan, kemik, semen, tükürük gibi) doku ve sıvılara özgü DNA metillenmeleri olduğundan olay yerinde karşılaşılabilecek vücut sıvılarından yaş tahmini için geliştirilmiş paneller bulunmaktadır. Bu panellerin çoğunda kandan yaş tahmini ile ilgili çalışmalar vardır. Az sayıdaki CpG (3-20) bölgeleri ile yüksek güvenilirlikte sonuçlar alınabilmektedir. Az sayıda CpG bölgesinin test edilmesi, bisülfüt dönüşümü ile SNaPshot uygulamaları için idealdir. Yaş tahmininde genellikle metilasyon oranları belirlenir ve regresyon analizleri (lineer, çok değişkenli non-lineer, çok değişkenli kuantil, nöral networks gibi) ile tahmin yapılır. Kronolojik yaş tahmininde geliştirilen panellerle ortalama ±3-4 yıl sapma oranıyla insan kronolojik yaşı belirlenebilmektedir. Ancak henüz standardize olmuş bir yöntem veya panel bulunmamaktadır (Freire-Aradas et al., 2020; Vidaki & Kayser, 2018).

Monozigot ikizler aynı DNA'yı paylaştıkları için bu kişilerin birbirinden ayrımı hem adli hem de genetik açıdan oldukça ilgi çekicidir. Her ne kadar olay yerinde monozigot ikizlerin DNA'sının bulunması oldukça ender bir durumdur ve konu ile ilgili tüm genom analizinde kişiye özgü somatik SNP taramalarıyla ikizlerin birbirinden ayrımı mümkün olsa da bu analizlerin maliyeti ve biyoinformatik gereklilikleri oldukça fazladır. Son yıllarda genom boyu metilasyon analizleriyle monozigot ikizlerin ayrımında kullanılacak DNA metillenme bölgelerini belirlenmiştir (Haddrill, 2021; Vidaki & Kayser, 2018).

Vücut sıvılarının tanımlanmasında, genellikle immunolojik yöntemler kullanılmakla beraber MiRNA ve DNA metilasyon analizleri de yapılabilmektedir. Yapılan çalışmalarda olay yerinde sıklıkla karşılaşılan vücut sıvılarının (kan, tükürük, semen, ter gibi) tahmininde çeşitli CpG adacıkları belirlenmiştir (Vidaki & Kayser, 2018).

Genetik Geneoloji (Jeneoloji veya Soybilim)

Soy bilimi ya da geneoloji, ailelerin kökenlerini ve akrabalık ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır. Genetik geneoloji çalışmaları atasal (babasal, anasal veya ortak) soyun belirlenmesinde, evrim ve göç çalışmalarında, sağ akrabaların bulunmasında ve aileler arasındaki bağlantıların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Geneoloji ile ilgili yapılan ilk araştırmalarda (birinci veya ikinci kuzen evlilikleri gibi) soyadı benzerliğinden yola çıkılarak ailelerin soylarının ve birbirleri arasında genetik ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalar 1990'lı yıllardan sonra sınırlı sayıda DNA markırları kullanılarak az sayıda popülasyonda yapılmıştır. Özellikle Y kromozomu haplogrupları kullanılarak ailelerin babasal soy, mtDNA ile de annesel soy bağları ile ilgili genetik ilişkiler hesaplanmaktadır. 2000'li yıllardaki teknolojik ilerlemeler sayesinde bu araştırmaların DNA testleri çok daha uygun maliyetlerle yapılabilmektedir. Ayrıca araştırmaların dışında, ticari firmalar da (Family Tree DNA, Genetree, 23andme, ancestry.com gibi) herhangi bir insanın talep etmesi durumunda ücretli olarak genetik geneoloji testlerini sunmaya başlamışlardır. Bu testlerde otozomal soy (SNPs), baba soyu (Y- kromozmu), anne soyu (mtDNA) gibi farklı genetik markırlar ayrı ayrı veya beraber kullanılmaktadır. Bu testlerin yaptıranların hemen hemen yarısının ABD'de yaşayan kişiler olduğu bildirilmiştir. Milyonarca kişi biyolojik atalarını bulmak, genetik miraslarını ortaya çıkarmak gibi sebeplerle bu testleri yaptırmaktadır (Greytak et al., 2019; Phillips, 2018).

2005 yılında ABD'deki National Geographic Society ve IBM tarafından Arizona Üniversitesi ve Family Tree DNA ile ortaklaşa başlatılan Geneografik proje (Genographic Project) geneoloji çalışmalarında da çığır açmıştır. Günümüzde genişletilen projede 140 ülkeden 1 milyondan fazla kişinin genetik profili bulunmaktadır. Bu çalışmalarda birçok genetik markır (otozomal, X veY kromozomlarındaki SNPs ve mtDNA) yüksek teknoloji kullanılan çipler ile taranmıştır (https://www.nationalgeographic.com/pages/article/genographic).

Bunun yanı sıra ticari firmalar veya araştırmacılar tarafından oluşturulan genetik veri bankalarında neredeyse 100 milyona yakın kişinin DNA verileri bulunmaktadır. Ticari firmalardan alınan DNA verileri ile GEDMatch gibi (https://www.gedmatch.com/) açık erişimli veri tabanlarında kişilerin potansiyel akrabaları test edilerek belirlenebilir. Bu geniş veri tabanları, araştırmalar ve kişisel merakların dışında son yıllarda adli bilimlerde de kullanılmaya başlanmıştır. Olay yerinden elde edilen DNA profillerinin bu tür açık erişimli web sitelerinde taranmaları ile şüphelilerin akrabaları veya daha detaylı bir araştırma ile de şüpheli belirlenebilir. Milyonlarca kişinin DNA'sının bulunduğu açık erişimli genetik veri tabanlarında yapılacak bir soy araştırmasında %60 oranla üçüncü kuzen veya daha yakın akrabaların, %15 oranla da ikinci kuzen veya daha yakın akrabaların tespit edilebileceği belirlenmiştir (Greytak et al., 2019; Haddrill, 2021).

2018 yılında "Golden State Killer" davası olarak da bilinen Amerikalı bir seri katilin genetik geneoloji araştırmaları sonucunda yakalanması ile bu bilim dalı adli bilimlerde ilk defa uygulanmıştır. Bu vakada 1973 ve 1986 yılları arasında Kaliforniya'da işlenen en az 13 cinayet, 50 tecavüz ve 120 hırsızlık vakasından bir seri katil aranmaktadır. Yıllar boyu sürülen araştırmalarda olay yerlerinden DNA verileri elde edilmiştir. Ancak CODIS veri bankasında şüpheli ile ilgili bir eşleşme bulunamamıştır. Hatta bu seri katilin yakalanması ile ilgili FBI 2016 yılında olayın çözümünü sağlayacak ipucu verenlere 50 bin dolar ödül koymuştur. 2018 yılında Michelle McNamara'nın Golden State Killer'ı anlatan "I'll Be Gone in the Dark: One Woman's Obsessive Search for the Golden State Killer" adlı kitabının çok satanlar listesine girmesiyle kapanan dosya yeniden açılmıştır. Dosyadaki olay yerlerinden elde edilen DNA bilgileri ile 2018 yılında GEDMatch'te yapılan genetik geneoloji araştırması sonrasında araştırıcılar, şüphelinin büyük-büyük-büyük-büyük büyükbabasıyla doğrudan ilişkili aile üyeleri de dahil olmak üzere 1800'lere dayanan aile soyunu tespit etmişlerdir. Bu bilgiden yola çıkarak 25 farklı aile ağacı oluşturulmuştur. Daha sonra yaş, cinsiyet, yaşanılan yer gibi diğer unsurlar da göz önüne alındığında yaklaşık bin kişi içinden Joseph James DeAngelo Jr.'nin şüpheli olabileceği belirlenmiştir. Kendisinden alınan DNA örneği ile olay yerinden alınan DNA delilleri eşleşmiştir. 2020 yılında müebbet hapse çarptırılan DeAngelo işlediği tüm suçları kabul etmiştir. Böylece bu vaka ile adli bilimlerde genetik geneolojinin kullanımı başlamıştır. Genetik geneoloji, son birkaç yıl içinde faili meçhul vakalar, seri katillerin aranması ve dosyası kapanan davaların tekrar açılması gibi adli olaylarda yüzden fazla vakanın çözümünde kullanılmıştır (Greytak et al., 2019; Haddrill, 2021; Phillips, 2018).

Genetik geneolojinin adli bilimlerde kullanılması ile ilgili etik sorunlar da pek çok araştırmacı tarafından tartışılmaktadır. Özellikle kişilerin akrabalarını bulmak için verdikleri genetik bilgilerin resmi bir izin alınmaksızın kriminal araştırmalarda kullanılması, onay alınmadan milyonlarca masum kişinin genetik bilgisinin saklanması ve kullanılması gibi konularda etik tartışmalar yapılmaktadır. Bu konu ile ilgili her firmanın adli olgularda veri tabanlarının kullanımı ile ilgili farklı yaklaşımları bulunmaktadır. Örneğin AncestryDNA ve 23andMe firmaları verilerini gizli tutup, adli soruşturmalara izin vermezken, MyHeritage ve FTDNA firmaları Kolluk kuvvetleri izin almaları veya mahkeme tarafından istenmesi halinde, tarama yapmaktadır. GEDmatch gibi açık erişimli web siteside yapılan son etik güncellemeler ile genetik verileri sistemde olan kişilerin kriminal olaylarda kullanılabileceği konusunda uyarsa da kişilerin, akrabalarının kısmi genetik bilgilerinin kullanılmasıyla ilgili bir bilgileri yoktur (Greytak et al., 2019; Phillips, 2018).

Genetik geneoloji kullanımı hem DNA verileri olmasına rağmen sonuçlanamamış dava dosyalarında hem de günümüzdeki adli soruşturmalarda kullanılmaya başlanmıştır. Gelecek için oldukça yenilikçi ve umut verici olan geneoloji araştırmalarında açık veri tabanlarının kullanımı, kişisel hak, özgürlükler ve etik ihlaller ile ilgili gerekli yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde ise toplumumuzu yansıtacak kadar yeterli veri tabanı olmadığı için (veri tabanlarının çoğu ABD vatandaşlarının verilerinden oluşmaktadır) bu bilim dalının kısa dönemde ülkemizdeki adli olgularda kullanılması mümkün gözükmemektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Alonso, A., Muller, P., Roewer, L., Willuweit, S., Budowle, B., & Parson, W. (2017). European survey on forensic applications of massively parallel sequencing. *Forensic Sci Int Genet, 29*, e23-e25. [Crossref]

Ballard, D., Winkler-Galicki, J., & Wesoly, J. (2020). Massive parallel sequencing in forensics: advantages, issues, technicalities, and prospects. *Int J Legal Med, 134*(4), 1291-1303. [Crossref]

Bulbul, O., Argac, D., Shahzad, M. S., Filoglu, G., & Altuncul, H. (2013). Kimliklendirme ve Nesep Tayini İçin Otozomal SNP Lokuslarının Belirlenmesi. *Turkiye Klinikleri J Foren Med, 10*(1), 7-13.

Bulbul, O., Duvenci, A., Zorlu, T., Gurkan, C., Santos, C., Phillips, C., Lareu, M. V., & Filoglu, G. (2015). Studies of East European populations with a 46-plex ancestry-informative indel set. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 5, e16-e18. [Crossref]

Bulbul, O., & Filoglu, G. (2018). Development of a SNP panel for predicting biogeographical ancestry and phenotype using massively parallel sequencing. *Electrophoresis, 39*(21), 2743-2751. [Crossref]

Bülbül, Ö., & Filoğlu, G. (2019). Biyocoğrafik Soy Tahmini ve Adli Bilimlerde Kullanımı. *The Bulletin of Legal Medicine, 24*(2), 131-140. [Crossref]

Bulbul, O., Filoglu, G., Zorlu, T., Altuncul, H., Freire-Aradas, A., Sochtig, J., Ruiz, Y., Klintschar, M., Triki-Fendri, S., Rebai, A., Phillips, C., Lareu, M. V., Carracedo, A., & Schneider, P. M. (2016). Inference of biogeographical ancestry across central regions of Eurasia. *Int J Legal Med, 130*(1), 73-79. [Crossref]

Bulbul, O., & Kidd, K. K. (2021). Forensic Ancestry Inference. In E. Pilli & A. Berti (Eds.), *Forensic DNA Analysis--technological development and innovative applications*. Apple Academic Press.

Bulbul, O., Pakstis, A. J., Soundararajan, U., Gurkan, C., Brissenden, J. E., Roscoe, J. M., Evsanaa, B., Togtokh, A., Paschou, P., Grigorenko, E. L., Gurwitz, D., Wootton, S., Lagace, R., Chang, J., Speed, W. C., & Kidd, K. K. (2018). Ancestry inference of 96 population samples using microhaplotypes. *Int J Legal Med, 132*(3), 703-711. [Crossref]

Bulbul, O., Speed, W. C., Gurkan, C., Soundararajan, U., Rajeevan, H., Pakstis, A. J., & Kidd, K. K. (2018). Improving ancestry distinctions among Southwest Asian populations. *Forensic Sci Int Genet, 35*, 14-20. [Crossref]

Bulbul, O., Zorlu, T., & Filoglu, G. (2018). Prediction of human eye colour using highly informative phenotype SNPs (PISNPs). *Australian Journal of Forensic Sciences, 52*(1), 27-37. [Crossref]

Butler, J. M., Budowle, B., Gill, P., Kidd, K. K., Phillips, C., Schneider, P. M., Vallone, P. M., & Morling, N. (2008). Report on ISFG SNP Panel Discussion. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series, 1*(1), 471-472. [Crossref]

Chaitanya, L., Breslin, K., Zuniga, S., Wirken, L., Pospiech, E., Kukla-Bartoszek, M., Sijen, T., Knijff, P., Liu, F., Branicki, W., Kayser, M., & Walsh, S. (2018). The HIrisPlex-S system for eye, hair and skin colour prediction from DNA: Introduction and forensic developmental validation. *Forensic Sci Int Genet, 35,* 123-135. [Crossref]

Coble, M. D., Just, R. S., O'Callaghan, J. E., Letmanyi, I. H., Peterson, C. T., Irwin, J. A., & Parsons, T. J. (2004). Single nucleotide polymorphisms over the entire mtDNA genome that increase the power of forensic testing in Caucasians. *Int J Legal Med, 118*(3), 137-146. [Crossref]

Devranoglu, D., Tavaci, I., Filoglu, G., & Bulbul, O. (2021). Effect of Type of Degraded DNA Samples on Human Eye Color Prediction. *Pakistan Journal of Zoology, 53*(4), 1201-1209. [Crossref]

Durmus Isleyen, N. (2020). *Yakın Akrabalarda NGS Teknolojisi İle STR Lokuslarının Ayrım Gücünün Belirlenmesi.* Doktora, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp Ve Adli Bilimler Enstitüsü.

Duvenci, A., Bulbul, O., & Filoglu, G. (2019). Evaluation of Population Data and Forensic Parameters of Turkish Population on 30 Autosomal Insertion and Deletion Polymorphisms. *Russian Journal of Genetics, 55*(2), 246-252. [Crossref]

Freire-Aradas, A., Pośpiech, E., Aliferi, A., Girón-Santamaría, L., Mosquera-Miguel, A., Pisarek, A., Ambroa-Conde, A., Phillips, C., Casares de Cal, M. A., Gómez-Tato, A., Spólnicka, M., Woźniak, A., Álvarez-Dios, J., Ballard, D., Court, D. S., Branicki, W., Carracedo, Á., & Lareu, M. V. (2020). A Comparison of Forensic Age Prediction Models Using Data From Four DNA Methylation Technologies [Methods]. *Front Genet, 11*(932). [Crossref]

Greytak, E. M., Moore, C., & Armentrout, S. L. (2019). Genetic genealogy for cold case and active investigations. *Forensic Science International, 299*, 103-113. [Crossref]

Gross, T. E., Fleckhaus, J., & Schneider, P. M. (2021). Progress in the implementation of massively parallel sequencing for forensic genetics: results of a European-wide survey among professional users. *Int J Legal Med.135* [Crossref]

Guo, F., Yu, J., Zhang, L., & Li, J. (2017). Massively parallel sequencing of forensic STRs and SNPs using the Illumina([R]) ForenSeq DNA Signature Prep Kit on the MiSeq FGx Forensic Genomics System. *Forensic Sci Int Genet, 31*, 135-148. [Crossref]

Haddrill, P. R. (2021). Developments in forensic DNA analysis. Emerg Top Life Sci. [Crossref]

Kayser, M. (2015). Forensic DNA Phenotyping: Predicting human appearance from crime scene material for investigative purposes. *Forensic Sci Int Genet, 18,* 33-48. [Crossref]

Kayser, M. (2017). Forensic use of Y-chromosome DNA: a general overview. *Hum Genet, 136*(5), 621-635. [Crossref]

Kidd, K. K., Pakstis, A. J., Speed, W. C., Lagace, R., Wootton, S., & Chang, J. (2018). Selecting microhaplotypes optimized for different purposes. *Electrophoresis, 39*(21), 2815-2823. [Crossref]

Kidd, K. K., Speed, W. C., Pakstis, A. J., Furtado, M. R., Fang, R., Madbouly, A., Maiers, M., Middha, M., Friedlaender, F. R., & Kidd, J. R. (2014). Progress toward an efficient panel of SNPs for ancestry inference [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Forensic Sci Int Genet, 10*, 23-32. [Crossref]

McCord, B. R., Gauthier, Q., Cho, S., Roig, M. N., Gibson-Daw, G. C., Young, B., Taglia, F., Zapico, S. C., Mariot, R. F., Lee, S. B., & Duncan, G. (2019). *Forensic DNA Analysis. Anal Chem, 91*(1), 673-688. [Crossref]

Mehta, B., Daniel, R., Phillips, C., & McNevin, D. (2017). Forensically relevant SNaPshot([R]) assays for human DNA SNP analysis: a review. *Int J Legal Med, 131*(1), 21-37. [Crossref]

Pakstis, A. J., Haigh, E., Cherni, L., ElGaaied, A. B. A., Barton, A., Evsanaa, B., Togtokh, A., Brissenden, J., Roscoe, J., Bulbul, O., Filoglu, G., Gurkan, C., Meiklejohn, K. A., Robertson, J. M., Li, C. X., Wei, Y. L., Li, H., Soundararajan, U., Rajeevan, H., Kidd, J. R., & Kidd, K. K. (2015). 52 additional reference population samples for the 55 AISNP panel. *Forensic Sci Int Genet, 19*, 269-271. [Crossref]

Pakstis, A. J., Speed, W. C., Fang, R., Hyland, F. C., Furtado, M. R., Kidd, J. R., & Kidd, K. K. (2010). SNPs for a universal individual identification panel. *Hum Genet, 127*(3), 315-324. [Crossref]

Palencia-Madrid, L., Xavier, C., de la Puente, M., Hohoff, C., Phillips, C., Kayser, M., & Parson, W. (2020). Evaluation of the VISAGE Basic Tool for Appearance and Ancestry Prediction Using PowerSeq Chemistry on the MiSeq FGx System. *Genes (Basel), 11*(6). [Crossref]

Parson, W., Strobl, C., Huber, G., Zimmermann, B., Gomes, S. M., Souto, L., Fendt, L., Delport, R., Langit, R., Wootton, S., Lagace, R., & Irwin, J. (2013). *Evaluation of next generation mtGenome sequencing using the Ion Torrent Personal Genome Machine* (PGM) [Comparative Study [Crossref]

Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Forensic Sci Int Genet, 7*(5), 543-549. [Crossref]

Pereira, R., Phillips, C., Alves, C., Amorim, A., Carracedo, A., & Gusmao, L. (2009). A new multiplex for human identification using insertion/deletion polymorphisms. *Electrophoresis, 30*(21), 3682-3690. [Crossref]

Pereira, R., Phillips, C., Pinto, N., Santos, C., dos Santos, S. E., Amorim, A., Carracedo, A., & Gusmao, L. (2012). Straightforward inference of ancestry and admixture proportions through ancestry-informative insertion deletion multiplexing [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *PLoS One, 7*(1), e29684. [Crossref]

Phillips, C. (2012). Application of Autosomal SNPs and Indels in Forensic Analysis. *Forensic Sci Rev, 24*(1), 43-62. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26231357

Phillips, C. (2018). The Golden State Killer investigation and the nascent field of forensic genealogy. *Forensic Sci Int Genet, 36,* 186-188. [Crossref]

Ralf, A., van Oven, M., Montiel Gonzalez, D., de Knijff, P., van der Beek, K., Wootton, S., Lagace, R., & Kayser, M. (2019). Forensic Y-SNP analysis beyond SNaPshot: High-resolution Y-chromosomal haplogrouping from low quality and quantity DNA using Ion AmpliSeq and targeted massively parallel sequencing. *Forensic Sci Int Genet, 41*, 93-106. [Crossref]

Sanchez, J. J., Phillips, C., Borsting, C., Balogh, K., Bogus, M., Fondevila, M., Harrison, C. D., Musgrave-Brown, E., Salas, A., Syndercombe-Court, D., Schneider, P. M., Carracedo, A., & Morling, N. (2006). A multiplex assay with 52 single nucleotide polymorphisms for human identification. *Electrophoresis, 27*(9), 1713-1724. [Crossref]

Santos, C., Phillips, C., Oldoni, F., Amigo, J., Fondevila, M., Pereira, R., Carracedo, A., & Lareu, M. V. (2015). Completion of a worldwide reference panel of samples for an ancestry informative Indel assay. *Forensic Sci Int Genet, 17,* 75-80. [Crossref]

Schneider, P. M., Prainsack, B., & Kayser, M. (2019). The Use of Forensic DNA Phenotyping in Predicting Appearance and Biogeographic Ancestry. *Dtsch Arztebl Int, 51-52*(51-52), 873-880. [Crossref]

Tavaci, İ., ŞİMŞEk, S. Z., Sapan, V., Arslan, C., AŞIcioĞLu, F., FİLoĞLu, G., & BÜLbÜL, Ö. (2021). Optimization and Validation of HIrisPlex Panel for Predicting of the Eye and Hair Color. *Turkiye Klinikleri Journal of Forensic Medicine and Forensic Sciences, 18*(1), 10-20. [Crossref]

Ünsal, T., Filoğlu, G., Aşıcıoğlu, F., & Bülbül, Ö. (2017). Population data of new 21 mini-InDels from Turkey. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 6, e189-e191. [Crossref]

Vidaki, A., & Kayser, M. (2018). Recent progress, methods and perspectives in forensic epigenetics. *Forensic Sci Int Genet, 37*, 180-195. [Crossref]

Walsh, S., Chaitanya, L., Breslin, K., Muralidharan, C., Bronikowska, A., Pospiech, E., Koller, J., Kovatsi, L., Wollstein, A., Branicki, W., Liu, F., & Kayser, M. (2017). Global skin colour prediction from DNA. *Hum Genet, 136*(7), 847-863. [Crossref]

Walsh, S., Chaitanya, L., Clarisse, L., Wirken, L., Draus-Barini, J., Kovatsi, L., Maeda, H., Ishikawa, T., Sijen, T., de Knijff, P., Branicki, W., Liu,

F., & Kayser, M. (2014). Developmental validation of the HIrisPlex system: DNA-based eye and hair colour prediction for forensic and anthropological usage. *Forensic Sci Int Genet, 9*, 150-161. [Crossref]

Walsh, S., Liu, F., Ballantyne, K. N., van Oven, M., Lao, O., & Kayser, M. (2011). IrisPlex: a sensitive DNA tool for accurate prediction of blue and brown eye colour in the absence of ancestry information. *Forensic Sci Int Genet, 5*(3), 170-180. [Crossref]

Weber, J. L., David, D., Heil, J., Fan, Y., Zhao, C., & Marth, G. (2002). Human diallelic insertion/deletion polymorphisms. *Am J Hum Genet, 71*(4), 854-862. [Crossref]

BÖLÜM 13
FELAKET KURBANLARININ KİMLİKLENDİRİLMESİ

Gönül Filoğlu
Sümeyye Zülal Şimşek

DOI: 10.5152/0613

Felaket Kurbanlarının Kimliklendirilmesi

Disaster Victim Identification

BÖLÜM HAKKINDA

Felaket kurbanlarının kimliklendirilmesi; doğal afetlerde, veya diğer felaketler sırasında, birden fazla ölümün yaşandığı trajik olaylarda, ölen kişilerin kimliklerinin tespit edilmesini sağlayan bir süreçtir. Bu olaylarda etkilenen kişilerin kimliklerinin tespit edilmesi ve kaybolan kişilerin bulunması kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, felaket kubanlarının kimliklendirilmesi süreci, farklı uzmanlık alanlarına sahip kişilerin doğru bir şekilde yönlendirilmesi ve koordine edilmesi esastır. Uluslararası Kriminal Polis Teşkilatı'nın (INTERPOL) DVI yönergelerine göre, kimlik tespit yöntemleri genellikle birincil (DNA, parmak izleri veya dişler gibi) veya ikincil (kişisel eşyalar, giysiler, fiziksel, tıbbi ve radyolojik bulgular gibi) olarak kategorize edilir. Kimliklendirme, birincil ve ikincil tanımlayıcılarla birlikte birkaç fazda gerçekleştirilmektedir. Bu bölümde Felaket kurbanlarının kimliklendirilmesinde uygulanan prosedür ve işleyişlerden söz edilecektir.

Anahtar kelimeler: Felaket kurbanları, kimliklendirme süreci, birincil ve ikincil tanımlama

ABOUT the CHAPTER

Disaster victim identification (DVI), is a process that enables the identification of deceased persons in natural disasters or other disasters, in tragic events where multiple fatalities. It is of critical importance to determine the identities of those affected by these incidents and to find the missing people. In this context, the process of identifying disaster victims is essential for the correct guidance and coordination of individuals possessing diverse expertise. According to the International Criminal Police Organization's (INTERPOL) DVI guidelines, identification methods are generally categorized as primary (such as DNA, fingerprints or teeth) or secondary (such as personal effects, clothing, physical, medical and radiological findings). The process of identification unfolds across multiple phases, leveraging both primary and secondary identifiers. In this section, the procedures and methodologies used in the global for the identification of disaster victims will be discussed.

Keywords: Disaster victim, the process of identification, primary and secondary identification

Giriş

Felaketler, meydana geldiği bölgedeki toplumun başa çıkma yeteneğini aşan, can kaybına, ekonomik ve çevresel kayıplara neden olan olaylar olarak tanımlanmaktadır (Cattneo et al., 2006; de Boer et al., 2019; Ziętkiewicz et al., 2012). Doğal veya insan kaynaklı meydana gelen bu olaylar, geçmişten günümüze kadar birçok canlıyı olumsuz yönde etkilemiştir.

Kitlesel felaketlerin sınıflandırılması önemlidir. Çünkü her bir olay için izlenecek olay yeri inceleme ve kimliklendirme (Disaster victim identification, DVI) protokolleri farklılıkdır. Felaketler genel olarak "açık" ve "kapalı" olarak sınıflandırılır. Açık felaketler sel, deprem, yangın ve heyelan gibi olaylarda kurban sayısı ve bilgisi açısından tam olarak belirlenmesi mümkün olmayan felaket çeşidi olup, bu tür olaylarda mağdurları doğru bir şekilde tespit edebilmek için doğru DVI protokolünün belirlenmesi ve uygulanması önem taşır (Cattneo et al., 2006; Interpol, 2018d; Obafunwa et al., 2015). Kapalı felaketler ise genellikle kurban sayılarının belli olduğu araç (hava, deniz ve kara ulaşım araçlarının) kazası gibi olaylardır. Bu tür felaketlerde DVI ekipleri ölüm öncesi verilerden yararlanılarak çalışmalarını gerçekleştirir (Interpol, 2018d).

Bir diğer sınıflandırma ise "doğal" ve "doğal olmayan " felaketler olarak yapılabilir. Doğal felaketler; sel, deprem, çığ, yangın, kuraklık, kasırga ve heyelan olaylarıdır. Doğal olmayan (insan-yapımı) felaketlere ise hava, deniz ve kara ulaşımında meydana gelen kazalar ile kitle imha silahları (biyolojik, nükleer ve kimyasal) sayılabilir (de Boer et al., 2020; Ziętkiewicz et al., 2012).

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Gönül Filoğlu

Sümeyye Zülal Şimşek

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: gfoglu@iuc.edu.tr
sumeyye.zulal@gmail.com

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Filoğlu, G., Şimşek, Z. (2024). Felaket kurbanlarının kimliklendirilmesi. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 152-163). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

Dünya Tarihinde Meydana Gelen Kitlesel Felaketler

Felaketler insanlık tarihi boyunca görülmüş ve çeşitli derecelerde gerek doğayı gerekse insanları etkilemiştir. Tarihte bilinen en büyük doğal felaket milattan önce 1600'lü yıllarda Ege Denizi'nde Santorini adasında meydana gelen Minoan volkanik patlamasıdır. Bu patlamanın neden olduğu tsunami sonucu yaklaşık olarak 100.000 kişinin öldüğü tahmin edilmektedir (Marinatos, 1939; Ziętkiewicz et al., 2012). 526 yılında Antakya-Suriye bölgesinde meydana gelen depremde de yaklaşık 250.000 kişi hayatını kaybetmiştir (*Natural Disasters*, 2021).

Dünya tarihinin son 100 yıllık döneminde en büyük kitlesel ölümlere sebep olan felaketlerden ikisi 1887 ve 1931 yıllarında Çin'de meydana gelen sellerdir. Bu afetler sonucu yaklaşık 1.000.000 ve 2.000.000 kişi ölmüştür (Gunn, 2008). 1970 yılında Bangladeş'te yaşanan siklon sonucu 1.000.000 kişinin ve 1976 yılında Çin'in Tangshan bölgesinde yaşanan 7.6 şiddetindeki deprem sonucu 750.000 kişinin hayatını kaybetmesi yakın tarihte en şiddetli doğal felaketler olarak gösterilmektedir (Ziętkiewicz et al., 2012). Güney Amerika kıtasında Kolombiya'daki Nevado del Ruiz yanardağı, 13 Kasım 1985 yılında patladı. Volkanik lavların dağlardaki buzları eriterek Armero şehrini volkanik çamur kaplaması sonucunda şehirde yaşayan 29.000 kişiden, 25.000 kişinin hayatını kaybetmiştir (Gunn, 2008; Schuster & Highland, 2001). 27 Mart 1977'de ise dünya tarihinin en ölümcül uçak kazası yaşandı. İspanya'nın Kanarya adalarındaki Tenerife Havalimanı'nda KLM ve Pan Am havayollarına ait iki farklı Boeing 747 uçağı kalkış sırasında pistte çarpıştı. Kaza sırasında KLM Havayolları'na ait uçakta bulunan 248 kişi ve Pan Am uçağındaki 380 kişiden 335'i hayatını kaybetti (Weick, 1990; Ziętkiewicz et al., 2012). 1986 yılında, Ukrayna'da bulunan Çernobil Nükleer Santrali'nin 4 numaralı reaktöründe meydana gelen patlama, insanlık tarihindeki en büyük nükleer kazadır. Bu kazada 31.000-75.000 kişi ölmüştür (Gunn, 2008). 17 Ağustos 1999'da Türkiye de merkez üssü Gölcük olan 7.5 şiddetindeki depremde yaklaşık 17.000 kişi hayatını kaybetmiştir (Britannica, 2020). 11 Eylül 2001'de ABD'de El-Kaide tarafından gerçekleştirilen 4 farklı terör saldırısında yaklaşık 3000 kişi hayatını kaybetmiştir. En fazla kayıp biri de 2.603 kişi ile New York'taki Dünya Ticaret Merkezi'nde oldu (Gunn, 2008). 11 Mart 2004'te İspanya'nın başkenti Madrid'te Avrupa'nın en büyük terör saldırılarından biri meydana geldi. 4 ayrı trene yerleştirilen bombaların patlaması sonucu 191 kişi hayatını kaybetti ve 2000 kişi de yaralandı (*The Terror Attacks in Madrid, Spain,2004, Kamedo-Report 90*, 2007). 29 Aralık 2004'te 14 ülkeyi etkileyen ve yaklaşık 250.000 kişinin ölümüne sebep olan Hint Okyanusu depremi ve tsunamisi-de "*Tsunaminin boks günü*" olarak adlandırıldı ve 9.1 şiddetindeki deprem 1900 yılından beri yaşanan en büyük 4. deprem ve en büyük tsunami felaketi olarak anılmaktadır. Endonezya, Sri Lanka, Hindistan ve Tayland'ın da arasında bulunduğu bu ülkelerde felaket kurbanlarının kimliklendirilmesi uzun yıllar devam etmiştir (Gunn, 2008; Tsokos et al., 2006). 4 Ağustos 2020'de Beyrut'ta 2700 ton amonyum nitratın Beyrut Limanı'nda patlaması sonucu 207 kişi hayatını kaybetti ve 15.000 den fazla kişi yaralandı (Balkiz et al., 2020).

İster insan kaynaklı ister doğal afetler sonucu meydana gelen felaketler sonrasında hayatlarını kaybeden kişilerin tespiti ve ailelerine/yakınlarına teslim edilmeleri için kurbanların kimliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla felaket bölgesinin incelenmesi aşamasından başlayarak farklı organizasyon ve birimlerin doğru yönlendirilmesi önemlidir. İnceleme sürecinin ardından mağdurların hızlı ve doğru biçimde kimliklendirilmesinde tüm aşamalar için ulusal ve uluslararası düzeyde belirlenen standartlara uyulması gerekmektedir. Bu standartlar tüm Dünya için geçerliliğini korurken düzenlenmeleri genel olarak Uluslararası Kriminal Polis Organizasyonu (INTERPOL, The International Criminal Police Organisation) tarafından gerçekleştirilmektedir (Answer All Ltd, 2018).

DVI Organizasyonu

Günümüzde en önemli ve yaygın olarak uygulanan standartlar Uluslararası Kriminal Polis Organizasyonu (INTERPOL) tarafından oluşturulmuştur (Şekil 1).

INTERPOL, 1923 yılında kurulduğu tarihten bugüne kadar kriminal vakalarda, insan kaçakçılığı, uyuşturucu ve kayıp kişilerin aranması gibi birçok olayda önemli roller üstlenmiştir. 188 ülkenin üye oluğu INTERPOL organizasyonu, 1984 yılında ilk DVI kılavuzunu yayınladı. Bu kılavuza göre organizasyonda yer alacak meslek grupları kolluk kuvvetleri, odontologlar, patologlar ve teknik birimler olarak tanımlanmıştır (Answer All Ltd, 2018; Interpol, 2021; Sweet O.C.,

Şekil 1
DVI Organizasyon Şeması



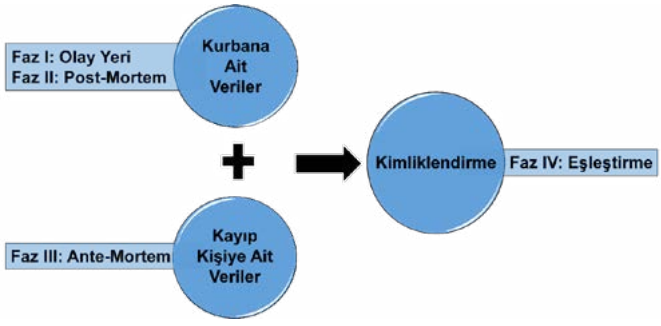
Açıklama notu. Interpol. (2018d). Disaster Victim Identification. In S. Black, G. Sunderland, L. Hackman, & X. Mallett (Eds.), Disaster Victim Identification. CRC Press kaynağından uyarlanmıştır.

2010). Dünya çapında kabul gören DVI protokol standartlarını içeren kılavuz, beş yılda bir güncellenmektedir. Prosedür ve standartların iyileştirmesi ve eğitim programlarının geliştirilmesi için düzenli olarak toplantılar yapılmaktadır. Üye ülkeler bir felaket durumunda INTERPOL'den DVI desteği alabilmektedir. INTERPOL'ün DVI çalışmaları ve organizasyonları dünyanın dört bir yanında adli bilimler ve polis uzmanlarından oluşan DVI çalışma grupları tarafından desteklenmektedir. 2004 yılında Asya'da gerçekleşen deprem ve tsunamide INTERPOL, 31 ülke ve 2000'den fazla uzmanın koordinasyonunu sağlayarak Tayland'da 5000'den fazla cesedin kimliklendirilmesini sağlamışlardır. Bu felaket, bugüne kadar gerçekleştirilen en büyük DVI-organizasyonu özelliğini taşımaktadır (Interpol, 2018d, 2021; Lessig & Rothschild, 2012).

DVI Sürecinin Basamakları

DVI organizasyonu kapsamındaki çalışmalar temel olarak 4 fazda gerçekleştirilmektedir (Şekil 2) (Interpol, 2018a).

Şekil 2
INTERPOL standartlarına göre DVI basamakları



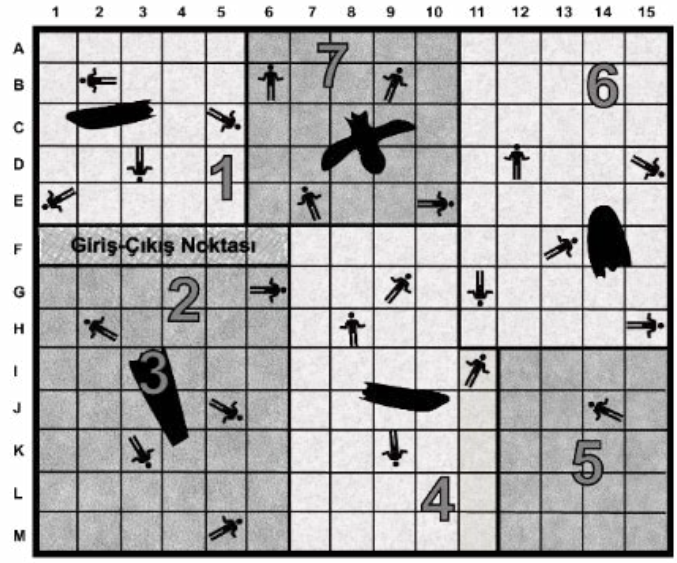
Faz I: Olay Yeri İnceleme

Felaket sonrasında olay yeri inceleme çalışmaları, hayatta kalan kişiler kurtarılıncaya kadar beklenir. Felaketin büyüklüğüne göre tüm kurbanların olay yerinden tahliyesi günler veya haftalar sürebilmektedir. Felaket sonrası meydana gelen kaotik ortamda prensip olarak olay yerine bir suç mahali gibi yaklaşılır. İlgili politika ve prosedürler izlenerek olay yeri inceleme ekipleri gelene kadar hiçbir şeye dokunulmamaktadır (Answer All Ltd, 2018; Interpol, 2021).

Süreç ilk olarak kalıntıların aranması, kayıtların alınması ve güvenlik altına alınması işlemleri ile başlar. Her bir ekip operasyon liderinin emir komutası altındadır. Ekibin tamamının kişisel güvenlik önlemlerini (kask, eldiven, tulum, bot ve maske gibi) alması gerekir. Olay yerinin krokisi çizilerek tespit edilen kalıntıların kayıt altına alınması gerekir. Olay yerinin krokisinin çıkarılması felaketin gerçekleştiği alanın büyüklüğüne, arazi yapısına ve çeşitli faktörlere bağlı olmasına karşın genel olarak 10 metrelik ızgaralara ayrılarak kaydedilir (Şekil 3). Geniş bir afet bölgesinde uydu görüntüleri kullanılabileceği gibi apartman gibi kapalı alanlarda kat planları yeterli olabilmektedir. Tespit edilen ve kayıt altına alınan kalıntılar için kurtarma ve kanıtların toplanması işlemi gerçekleştirilir.

Toplanan insan kalıntıları, Post-Mortem toplama raporları, kanıt listeleri ve ceset torbaları olay yerinde belirlenen toplama merkezinde toplanır. Aynı zamanda olay yerinden toplanan deliller veya kurbanlara ait eşyalar kanıt/eşya toplama noktasına getirilir

Şekil 3
Uçak kazası sonrası olay yerinin ızgaralama yöntemi ile kayıt altına alınması



(Interpol, 2018b).

Faz II: Post-Mortem Veriler

Olay yerinden elde edilen insan kalıntılarının incelenmesi ve depolanması morglarda yapılır. Felaketin boyutuna göre var olan morgların bu amaçla kullanılabileceği gibi geçici morglar da oluşturulabilmektedir. Uzmanlar tarafından, Post-Mortem (PM) kalıntılar incelenerek kurbanların kimliklendirilmesi yapılır. Kimliklendirme çalışmaları; otopsi, parmak izi incelemeleri, radyoloji, odontoloji (diş analizi), DNA profillemesi ve fiziksel belirtilerin incelenmesiyle gerçekleştirilir. Bu çalışmalar sırasında adli patologlar tarafından vücut kalıntıları fotoğraflandırılır ve detaylı bir şekilde belgelendirilir. Vücudun aldığı yaralar, travmalar, kanamalar ve anatomik özelliklerin kayıt altına alınmasıyla birlikte hem toksikolojik analizler hem de DNA analizleri için örnekler toplanır (Tablo 1). Adli odontologlar tarafından da PM diş kayıtları toplanır (INTERPOL, 2009; Lay See et al., 2016).

Tablo 1
Felaketten etkilenme durumlarına göre cesetlerden toplanacak biyolojik materyaller

Cesedin Durumu	Önerilen Örnek Türü
Tam ve çürümemiş	Kan ve tükürük (ağız içi) sürüntüleri
Parçalanmış ancak çürümemiş	Kan ve kas dokusu (eğer uygunsa)
Tam çürümüş ve parçalanmış kalıntılar	Uzun kemikler, sağlıklı dişler veya uygun olan herhangi bir kemik (mümkünse korkital kemikler)
Ciddi derecede yanmış	Yukarıda sayılan tüm örnekler, varsa diş kökleri ve mesaneden sürüntü

Açıklama notu. INTERPOL. (2009). Annexure 5:Phase 2:Post-Mortem. Disaster Victim Identification Guide:INTERPOL kaynağından uyarlanmıştır.

Faz III: Ante-Mortem Veriler

Kimliklendirme çalışmalarının en önemli basamağını oluşturan Ante-Mortem (AM) çalışmalarda sorumlu ekip, kimliklendirme için en uygun olan verileri araştırır. Kurbanların aileleri, akrabaları ve arkadaşlarıyla görüşülerek kurbanlara ait mümkün olduğunca özel verilerin toplanması sağlanır. Kayıp kişilere ait diş kayıtları ve tıbbi kayıtlar, parmak izi verileri, takıları, giysileri ve dövmelerinin olup olmadığı gibi fiziksel özelliklere ait bilgiler (Tablo 2) mağdurların evlerinden veya yakınları aracılığıyla öğrenilir. Toplanan tüm bu veriler INTERPOL tarafından oluşturulan formlarda kayıt altına alınır (INTERPOL, 2014; Lay See et al., 2016). Bu standart formlar farklı üye ülkelerde kullanılmak üzere farklı dillere çevirilerek kullanılmaktadır.

Tablo 2
Ante-Mortem çalışmalar için kullanılan referans örnekler

Biyolojik akrabalar	Anne-baba, çocuk veya kardeş gibi yakın akrabalardan toplacak biyolojik örnekler
Kurbana ait örnekler	Süt dişleri Ulusal biyobankalar ve kemik iliği donör bankaları Klinik kan veya serum örnekleri Kriminal polis veri bankaları Sperm bankasından örnekler Göbek bağı Parafinlenmiş patalojik örnekler
Kişisel eşyalar	Diş fırçası veya taraklar Tıraş bıçağı Kullanılmış iç çamaşırları Sigara izmaritleri Kulaklıklar Gözlükler Takılar Kol saatleri

Açıklama notu. INTERPOL. (2014). Annexure 6: Phase 3:AnteMortem. Disaster Victim Identification Guide:INTERPOL, 1-17 kaynağından uyarlanmıştır.

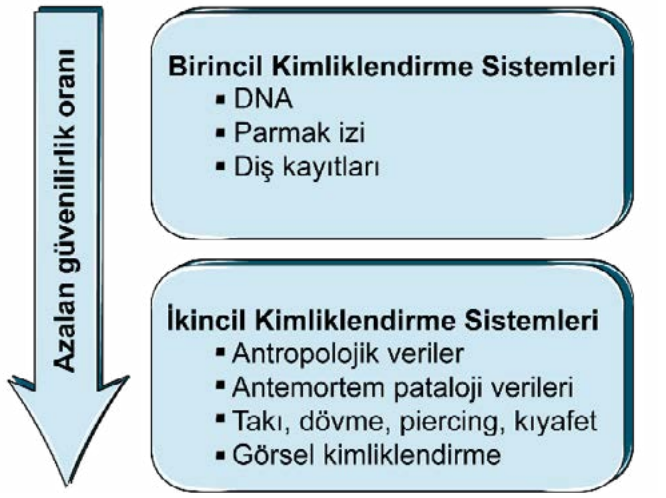
Faz IV: Postmortem ve Antemortem Verilerin Karşılaştırılması (Reconciliation)

Bu aşamada "**eşleştirme merkezi**"nde felaket kurbanlarının kimliklerini tespit etmek için ante-mortem ve post-mortem veriler toplandıktan sonra uzmanlardan oluşan bir ekip tarafından iki veri grubu karşılaştırılarak eşleştirilir. Veriler değerlendirildikten sonra güvenilir ve gerekli standartları karşılaması durumunda dosyalar "**Kimliklendirme Kurulu**"na gönderilir. Bu kurulda adli patoloji, odontoloji, parmak izi ve biyoloji uzmanları bulunur. Kimlik belirlenmesi için ülkedeki yargı yetkisine sahip soruşturma makamının gözetimi altında çalışmalarını yürütür. Savcılık veya yerel makam tarafından kimliğin kabul edilmesi durumunda, ölüm nedenini ve ölen kişinin kimliğini doğrulayan bir ölüm belgesi düzenlenerek ailesine teslim edilir (Answer All Ltd, 2018; Interpol, 2018c).

Felaket Kurbanlarının Kimliklendirilmesinde Kullanılan Sistemler

Felaket kurbanlarının kimliklendirilmesinde kullanılan sistemler birincil ve ikincil kimliklendirme yöntemleri olarak iki bölümde incelenmektedir (Şekil 4). **Birincil kimliklendirme yöntemleri;** parmak izi analizi, diş kayıtlarınon karşılaştırılması ve DNA analizidir. **İkincil kimliklendirme yöntemleri;** birincil kimliklendirme yöntemlerini desteklemek amacıyla kullanılan sistemlerdir. Bu amaçla tıbbi geçmiş kayıtları, ante-mortem patoloji verileri, antropolojik veriler (X-Ray, BT tarama sonuçları gibi), takılar, kıyafetler ve kimlik/pasaport bilgileri kullanılmaktadır (Interpol, 2018a). Kimliklendirmede kullanılacak en az güvenilir yöntemlerden biri görsel kimliklendirmedir. Görsel kimliklendirme, fotoğraf veya direkt olarak cesedin görülmesiyle aile üyeleri veya yakınları tarafından yapılır. Kişisel eşyaların tanımlanması ise eşyaların karışabilmesi sebebiyle her zaman güvenilir olmamaktadır. Fakat dövme, yüzük gibi daha çok kişisel bilgi sağlayabilecek belirteçler kimliklendirme için daha yüksek doğruluk oranına sahiptir (Ellis, 2019; Müslümanoğlu, 2016). Kimliklendirme için güvenilirlik oranı en yüksek olan sistemler birincil olarak tercih edilmektedir.

Şekil 4
DVI çalışmalarında kimliklendirme için kullanılan sistemler



Birincil Kimliklendirme Sistemleri

Parmak İzi Analizi

Biyometrik verilerden parmak izleri, dünya çapında bilimsel olarak kanıtlanmış ve yaygın olarak kullanılan bir sistemdir. Parmak izleri, pratik ve güvenilirlik özelliğiyle beraber son yıllarda kimlik kayıtları ve pasaportlar için oluşturulan veri bankaları sayesinde en hızlı kimliklendirme yöntemi olarak DVI çalışmalarında ilk tercih edilen sistemlerdir (Goodwin & Simmons, 2013; Johnson & Riemen, 2019). İnsanlarda avuç içi ve parmak uçlarında derinin incelip kalınlaşmasıyla meydana gelen girinti ve çıkıntılar bulunur. Bu girinti ve çıkıntıların yüzeyde bıraktığı iz *"parmak izi"* olarak adlandırılmaktadır. Ciltte kalıcı bir yara izi oluşmadığı sürece bu izler yaşam boyu değişmeden kalmaktadır. Parmaklar üzerinde bulunan bu izler sınıflandırılabilir olma özelliklerinden dolayı veri tabanında sistematik olarak kategorize edilerek karşılaştırabilir özelliktedir (Goodwin & Simmons, 2013; Interpol, 2018a; Johnson & Riemen, 2019; Tao et al., 2012).

Diş Analizi

İnsan dişleri ve çene yapısı eşsiz bir yapıya sahiptir. Dünyada birbirinin aynı olan diş dizilerinin bulunması oldukça zordur. Bu yapısal

özellikleri sayesinde yaşayan ve ölmüş kişilerde dişler kimliklendirme için güvenilir ve hızlı bir şekilde kullanılabilmektedir. İleri derecede zarar görmüş ve kemikleşmiş cesetlerde de dişlerden elde edilen DNA ile kimliklendirme yapmak mümkündür (Görmez & Yılmaz, 2014). Diş hekimleri hastalarının kayıtlarını doğru ve düzenli tutmaları halinde ante-mortem ve post-mortem kayıtlar arasında yapılan eşleşmelerle sağlanır. Postmortem ağız içinin tam muayenesi, ağıza yapılan müdahaleler, eksik dişler ve varsa anomaliler, tüm ağız radyografisi ve dişlerin ağız içi fotoğrafları çekilerek karşılaştırılır. Eşleşme derecesine göre kimliklendirme yapılabileceği gibi veriler arasındaki uyumsuzluklardan yararlanarak dışlama da yapılabilmektedir. İşlem görmemiş küçük azı dişler DNA çalışmaları için kullanılabilir (Nuzzolese & Di Vella, 2007; Yasar et al., 2019).

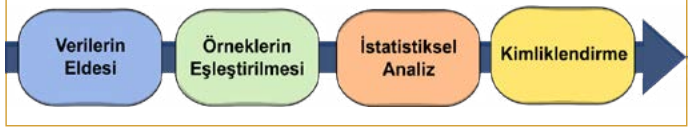
2004 yılında Tayland'da meydana gelen tsunami felaketinde kimliklendirmede birincil delil olarak diş verilerinin kullanılması, %87 oranında dental analiz ile felaket kurbanlarının kimliklendirilmesinde rol oynamıştır (James, 2005). 1977 yılında tarihin en ölümcül uçak kazası, Tenerife Faciasında Boeing 747 uçağının yakıt deposu saatlerce yandığı için cesetlerin büyük bir kısmı yanmış ve dental kimliklendirme birincil yöntem olarak kullanılmıştır (Brannon & Morlang, 2001; Weick, 1990). 2011 yılında Japonya'da 9.0 büyüklüğündeki Tohoku depreminin ardından meydana gelen tsunamide 15892 kişi hayatını kaybetmiştir. Felaket kurbanlarından 1259 kişi diş analizi ile kimliklendirilmiştir (Prajapati et al., 2018).

DNA Sistemleri ile Felaket Kurbanlarının Kimliklendirilmesi

DNA sistemlerinin, DVI çalışmalarında kullanılabilmesi için analizleri gerçekleştirecek laboratuvarların deneyimli olması ve kullandıkları yöntemlerin valide olması gerekir (Prinz et al., 2007). İnsan kalıntılarının kimliklendirilmesiyle ilgili süreçte örneklerin toplanması ve analizinde uluslararası uyulması gereken standartlar (ISO/IEC 17020, ISO/IEC 17025 ve ISO 18385) bulunmaktadır. Biyolojik materyal toplanması, depolanması, analiz edilmesi ve bu süreçte kontaminasyon riskini en aza indirgeme ile ilgili gereksinimleri içeren standartlara uyularak DVI çalışmalarının yapılması gerektiği önerilmektedir (Watherston et al., 2018).

Kitlesel felaketlerde adli DNA laboratuvarlarının birincil görevi, felaket kurbanlarını referans örneklerle karşılaştırarak kimliklendirmektir. Parçalanmış ve dağılmış kalıntıların ilişkilendirmesi DNA sistemleriyle yüksek doğrulukta yapılabilmektedir. Örnekler bozulmuş ve eser miktarda da olsalar yeni nesil genetik markırlarla (SNP ve InDel) başarılı DNA profili elde etmek mümkündür. DNA teknolojilerinin çok geliştiği günümüzde DNA profilinin çok ötesine geçilerek kişilerin biyocoğrafik soyları ve dış görünüşlerine dair bilgiler elde etmek mümkündür. DNA profillemesi ile yapılan kimliklendirme çalışmaları temel olarak 5 aşamada gerçekleştirilir (Şekil 5) (de Boer et al., 2018).

Şekil 5
DVI çalışmalarında DNA genotipleme basamakları



Örneklerin Toplanması ve Korunması. Fekalet kurbanlarının kimliklendirilmesinde ilk aşama, doğru ve sistematik bir şekilde olay yeri incelemesini yapmaktır. Örneklerin toplanması ve analizi sırasında gerek çevresel gerekse çapraz kontaminasyondan korunmak gerekir. Bu nedenle örnekleri toplayan kişilerin koruyucu giysileri giymeleri ve örneklerin bibirleriyle temasını engelleyecek şekilde gerekli önlemleri alması gerekir. Kimliklendirme çalışmaları mümkün olduğunca hızlı yapılır. Örnekler çalışılacak laboratuvara gönderilene kadar ve laboratuvarda analize kadar geçen sürede toplanan örneklerin DNA degradasyonunu önlemek için INTERPOL DVI yönergelerinde de önerildiği gibi bir takım koruyucu çözeltiler içerisinde muhafaza edilmelidirler (INTERPOL, 2014). Çünkü ölümden sonra örneklerin kendisinden veya mikroorganizmalardan kaynaklı nükeazların aktivitesiyle DNA parçalanmaya başlar. Nükleazların aktivitisini durdurmak için bir takım çözeltiler (Sodyum klorür (NaCl), Dimetil sülfoksit (DMSO), Etilen diamin tetraasetik asit (EDTA ve Etanol)) kullanılır. NaCl, nükleazları inaktive etme ve bakterilerin çoğalmasına engelleme özelliğine sahiptir. EDTA, kelatlaştırıcı özelliğinden dolayı ortamdaki metal iyonlarını kendine bağlar. Nükleazların aktive olabilmesi için gerekli metal iyonları (kofaktörleri) EDTA tarafından bağlandığı için nükleazlar inaktif olurlar. DMSO, PH'yı tamponlayarak DNA'nın kararlı halde kalmasını sağlar (Caputo et al., 2011; Grassberger et al., 2005).

DNA Örnekleri. Bir felaket olayında DNA kaynağı, felaketin türüne ve koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir. Aşağıda DNA kaynağı oluşturabilecek örnekler tanımlanmıştır.

Kan ve tükürük örnekleri; DNA analizi için en ideal örnekler kan veya tükürük örnekleridir. Bu örnekler felaket kurbalarının durumuna göre sıvap, FTA® kartına veya EDTA'lı tüpe kan örnekleri alınabilir. Sıvap veya FTA® kartına alınan örnekler mutlaka hava sirkülasyonun olduğu ortamda kurutulmalıdır.

Kas dokusu; Vücut parçalanmış ve çürümeye başlamışsa alınabilecek en iyi DNA kaynağı kırmızı kas dokusu ve iskelet kasıdır. Yanmış cesetlerde, mesaneden örnek alınması önerilmektedir.

Saçlar; Toplanan saç örnekleri diğer biyolojik svı veya dokularla karışmış halde olabilir. Bu durumdaki saçlar mutlaka kurutulmalı ve kağıt zarflara konulmalıdır.

Tırnaklar; Tırnaklar çürümeye karşı dirençlidir ve tırnağın kendisi veya çevresel dokuları iyi bir DNA kaynağı oluştururlar. Çeşitli çevresel faktörler gömülme veya suda kalma gibi durumlarda tırnaklarda DNA'nın tiplendirebildiği tespit edilmiştir (Watherston et al., 2018).

Dişler; Dişler, kemikler gibi yanmış ve çürümüş cesetlerde iyi bir DNA kaynağı olarak kullanılabilirler. Gerek yapılarından dolayı gerekse çene kemiğine gömülü olmalarından dolayı dişlerdeki DNA iyi korunmuştur. DNA çalışmaları için işlem görmemiş azı dişlerinin kullanılması önerilmektedir (Nuzzolese & Di Vella, 2007).

Kemikler; Olumsuz çevre koşullarında ve çürüme evresinde diğer biyolojik örneklere göre en güvenilir DNA kaynakları kemiklerdir. Kemikler, yapısal olarak %70'i kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat, kalsiyum florür ve kalsiyum hidroksit gibi kemiğe sertlik veren inorganik kısımdan, tip I kollajen ve glikozaminoglikan proteinlerinden oluşmuştur. Toplanacak kemik örnekleri için daha

çok kalsiyum içeren ve çevresel bozunmaya karşı daha dirençli olan femur gibi sert, tibia ve pelvis kemiklerinden birkaç santim alınabilir. Süngerimsi kemik dokuları daha fazla DNA içermesine rağmen daha çok sert ve kompakt kemikler tercih edilir. Felaketin şekli ve durumuna bağlı olarak cesetlerden ele geçen herhangi bir kemik parçasının kullanılması gerektiği veya parçalanmış ve dağılmış vücut parçalarının bir araya getirilmesi gerektiği durumlarda her türlü kemikle de (el ve ayak parmakları, ayak bileği, topuk kemikleri, kaburga kemikleri, kafa kemikleri veya kıkırdaklar) çalışılabilmektedir. Kemik kırılmalarında açığa çıkan kemik ilikleri de DNA için iyi bir kaynak oluştururlar (Watherston et al., 2018).

DNA İzolasyonu. DNA izolasyonunda ticari veya manuel bir çok yöntem kullanılmaktadır. Ancak adli alanda uzun zamandan beri hem elde edilen DNA miktarı ve saflığı hem de kolaylığı açısından ticari kitler tercih edilmektedir. Bu kitlerin ortak özellikleri DNA'yı inhibitörlerden ve kontaminantlardan uzaklaştırarak maksimum geri kazanımını sağlamalarıdır. Bu kitler, genellikle manyetik boncuk veya slika bazlı olup DNA'nın belirli bir yüzeye tuttturularak diğer hücresel yapılardan uzaklaştırılmasını sağlarlar (Sturk-Andreaggi et al., 2011). Bazen bozulmuş ve çok fazla kontaminantlara maruz kalmış kemik ve diğer biyolojik örneklerde izolasyon sonrası elde edilen DNA miktarı fazla olmasına rağmen başarılı bir profilleme yapılamamaktadır. Bunun nedeni çoğu zaman bakteriyal kontaminasyon sonucunda DNA'nın parçalanmış olmasından kaynaklanır. Bu nedenle gerek ticari kitlerde gerekse organik izolasyonlarda ultrafiltrasyon membranlar kullanılır (Parsons et al., 2019).

DNA İzolasyonu Öncesinde Uygulanacak Ön İşlemler. Biyolojik örneklerin yapısına ve çeşidine bağlı olarak DNA izolasyonundan önce bazı ön işlemler uygulamak gerekebilir. Örneğin toprağa gömülü veya uzun süre suda kalmış kemik örneklerinde DNA amplifikasyonunda (PCR, Polymerase Chain Reaction) inhibisyona neden olabilecek birçok inhibitöre (humik asit, fulvik asit, demir v.b) maruz kalınmış olabilir. DNA izolasyonundan önce bu inhibitörlerin mümkün olduğunca uzaklaştırılması gerekir. Ayrıca kemik yapısında bulunan Ca^{2+} ve kollajen gibi yapılarda PCR'de inhibitör etkisi yaratabilmektedir. İnhibitörler tamamen uzaklaştırılamazsa bile seyreltme ile inhibitör konsantrasyonu azaltılarak etki düzeyi azaltılabilir. Kemik örneklerinin hem sert yapısını yok etmek hem de inhibör etkisinden kurtulmak için bir gece EDTA ile dekalsifiye edilirek Ca^{2+} uzaklaştırılması sağlanır. Aynı şekilde dişler de Ca^{2+}'den zengin oldukları için DNA izolasyonundan önce EDTA ile dekalsifiye edilir. Yine kemik ve diş örneklerinden toprak ve çevresel etmenlerle oluşmuş kontaminantları uzaklaştırmak için yüzeylerini zımparalayarak %10'luk çamaşır suyu ile yıkamak veya UV ışığına maruz bırakmak gerekir (Edson & Christensen, 2013; Westen et al., 2008).

Dişin sert kısmını oluşturan pulpa ve sement kısmı hem nükleer DNA hem de mt DNA için zengin DNA kaynaklarıdırlar. Özellikle pulpada daha fazla hücre olduğu için DNA miktarı da bu yapıda daha fazladır. Kişinin yaşı ve diş yapısının sağlıklı olup olmaması gibi nedenlerden dolayı dişlerden elde edilen DNA miktarları kişiden kişiye değişklik gösterir. Kemiklerde ve dişlerde DNA iyi korunmasına rağmen elde edilen DNA miktarı genellikle düşüktür. Bu tür örneklerde nükleer DNA'dan çok mitokondriyal DNA (mtDNA) çalışılmaktadır. Çünkü mtDNA bozulmaya karşı daha dirençlidir ve hücredeki kopya sayısı da fazladır (Higgins & Austin, 2013). Yapısında bol miktarda keratin bulunan tırnak ve saçlar da DNA izolasyonu öncesinde Proteinaz K'da bekletilerek keratinin sindirimi sağlanır. Saçlar köklü ise nükleer DNA çalışılabilir. Ancak çoğunlukla köklü elde edilemezler bu nedenle DNA kaynağı olarak mtDNA çalışılır (Bengtsson et al., 2012). Çünkü saçın ana yapısını oluşturan keratin, DNA tarafından çok fazla üretilir ve hücrelerin içi keratinle dolar. Zamanla da hücre zarı kaybolmaya başlar ve nükleer DNA kalıntı halinde kalır.

DNA Miktar Tayini. DNA izolasyonu sonrasında elde edilen DNA miktarının ve kalitesinin belirlenmesi önemlidir. Çünkü PCR optimum DNA miktarıyla gerçekleştirilir. Düşük miktardaki DNA ile yapıldığında lokus kayıpları veya allelik kayıplar görülür. Lokus kaybı, kısmi profillemeye neden olur ve referans örneklerle daha az sayıdaki lokusla karşılaştırma yapıldığından istatiksel değerlendirmede gerekli ayırım gücüne ulaşılamıyabilir. Alel kaybı ise, heterozigot olan bir kişinin homozigotmuş gibi tiplendirilmesine neden olur. Bu da referans örneklerle yapılan eşleştirmede yanlış dışlamaya neden olur.

DNA miktar tayini spektrofotometrik veya florometrik yöntemle yapılmaktadır. Florometrik yöntem için çeşitli ticari kitler (Quant-iT™ dsDNA Assay Kit (Thermo Fisher Scientific) ve EZQuant™ dsDNA Quantitation Kit (BioVision)) kullanılmaktadır. Bir kısmı real time PCR'ye (Quantifiler™ Trio DNA Quantification Kit) dayalı yöntemlerdir. Quantifiler™ Trio kiti erkek DNA miktarını, inhibitörlerin varlığını ve bozulmuş DNA miktarını belirlemeye yardımcı degradasyon indeksi verir. Bu indeksten yararlanarak PCR'de kullanılacak DNA miktarı ve örneğin karışım olup olmadığını öğrenerek bir ön değerlendirme yapmak ve PCR etkinliğini artırmak mümkündür (Vieira-Silva et al., 2015).

Kimliklendirmede Kullanılan Polimorfik DNA Sistemleri

STR Polimorfizmi. Mikrosatellitler olarak da adlandırılan STR dizileri, 2-7 baz çifti uzunluğundaki birimlerin çeşitli sayılarda ardışık olarak tekrarlanması sonucu oluşmuş polimorfik belirteçlerdir. STR lokusları hem otozomal hem de cinsiyet kromozomlarında bulunmaktadır. STR'lerin, populasyon çalışmaları neredeyse tüm dünya popülasyonlarında çalışılmış olması, alel varyantlarının bilinmesi, yüksek heterozigotluk göstermesi, düşük miktarda ve degrade DNA örneklerinde başarılı profilleme yapabilmesi ve ulusal DNA veri bankalarının da bu sistemlerle oluşturulmuş olmasından dolayı uzun süredir adli alanda ve DVI çalışmalarında kullanılmaktadır (Butler & Willis, 2020; McDonald & Lehman, 2012).

Kimliklendirme amaçlı kullanılan STR lokuslarının hangilerinin çalışılması gerektiği uluslararası DNA çalışma komisyonları tarafından belirlenmiş olup degrade örneklerde daha başarılı amplifiye olabilen ve daha az artefakt oluşturma özelliğine sahip STR lokusları tercih edilmektedir. Bu amaçla son on yıldır konvansiyonel STR lokuslarına ek olarak kısa amplikonlara sahip mini STR lokusları keşfedilmiştir (Lopes et al., 2009). Daha önce temel olarak kullanılan ve dünyada ulusal DNA veri bankaları (CODIS, Combined DNA Index Systems) için kabül gören 13 STR lokusunun 2001 yılında meydana gelen 11 Eylül Saldırıları sonrasında Dünya Ticaret Merkezi'ndeki kurbanların kimliklendirilmesinde mini-STR dizilerinin kullanılabileceği belirlenmiştir (*MiniSTR*

Timeline, 2021). Mini-STR lokusları, daha kısa amplikona sahip oldukları için degrade örneklerde klasik STR lokuslarına oranla daha başarılı profilleme yapılabilmektedir (Butler et al., 2003; Lopes et al., 2009; Unsal et al., 2017). Ticari STR kitleri revize edilerek yeni mini STR lokusları eklenmiştir. Mini STR lokuslarını içeren ve dünyada yaygın kullanılan STR kitleri; GlobalFiler™ PCR Amplification Kit (Thermo Fischer), PowerPlex® Fusion 6C System Kit (Promega), Investigator 24plex QS Kit (Qiagen) ve yeni nesil dizileme platformunda çalışabilen Precision ID GlobalFiler NGS STR Panels (Thermo Fischer) ve The Illumina® ForenSeq™ DNA Signature Prep Kit (Promega)'leridir.

Felaket kurbanlarından elde edilen STR profilleri, DNA bankaları verileriyle, akrabalarıyla (anne, baba, kardeş veya çocuk) veya direkt olarak kişisel eşyalarıyla (diş fırçası, tıraş bıçağı gibi) karşılaştırılır. STR lokuslarıyla değerlendirme yapabilmek için mutlaka referans örneğe ihtiyaç vardır. Referans örnek bulunamadığında kimliklendirme yapılamamaktadır. Onun için sadece tek sistemle değil bir çok sistem (Y-STR, X-STR, mtDNA, SNP ve InDel gibi) bir arada çalışılarak kimliklendirme yapılmaktadır (Butler & Willis, 2020).

Otozomal STR lokuslarına ek olarak, felaket mağdurları erkeklerde Y-STR lokusları çalışılarak baba tarafından akrabaların teyit edilmesinde kullanılmaktadır. Çünkü Y-STR, baba tarafından akraba tüm erkeklerde mutasyonlar haricinde aynıdır ve kuşaklar boyunca değişmeden aktarılır (Ambers et al., 2018). 1943'de II. Dünya Savaşı sırasında Slovenya'da 43 mahkûmu idam edilerek öldürüldü. 2013 yılında bulunan toplu mezardaki kalıntılarda hem otozomal STR lokusları hem de gonozomal Y- STR lokusları çalışılarak kurbanların aileleri ile eşleştirildi ve yıllarca kayıp olan yakınlarının bulunması sağlandı (Zupanič Pajnič, 2020).

X kromozmu üzerinde bulunan STR lokusları da çalışılarak DVI çalışmalarında akrabalık tayininde iki kız kardeşin aynı babadan olup olmadığı veya babanın kayıp olduğu durumlarda babaanne kız torun X-STR çalışılarak babalık belirlenmesinde kullanılabilir.

"Bosna katliamı"

Yakın geçmişte yaşanan savaşlar sırasında oluşturulan toplu mezarlar sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. 1990-2000'li yıllarda ise Yugoslavya'nın dağılışı sırasında 40.000'e yakın kişi kaybolmuştur. Her geçen gün yeni toplu mezarların bulunmasıyla kayıp yakınları için yeni bir umut oluşmaktadır (Şekil 6). Kayıp kişilerin bulunması için 1996 yılında Uluslararası Kayıp Şahıslar Komisyonu (ICMP, International Commission on Missing Persons) kurularak geçmişten günümüze kadar binlerce kayıp kişinin kimliklendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Toplu mezarlarda bulunan iskelet kalıntılarına STR profilleme çalışmaları yapılarak, kayıp yakınları ve iskelet kalıntıları arasında karşılaştırma yapılarak kimliklendirme yapılmıştır (Mikellide, 2017; Parsons et al., 2019).

SNP Polimorfizmi. 2000'li yıllarda İnsan Genom Projesi'nin tamamlanmasıyla birlikte SNP lokusları (Single-Nucleotide Polymorphism, tek nükleotit polimorfizmi) keşfedilmiştir. SNP'ler, nokta mutasyonları sonucunda oluşmuş en yaygın varyasyon kaynağıdırlar. Bu lokuslar, DNA'nın kodlama yapan ve yapmayan bölgelerinde bulunurlar. Bu özellikleri sayesinde kişinin dış görünüşüne ait bilgi edinmek mümkündür. Adli genetik çalışmalarında kullanılan SNP belirteçleri kullanım amaçlarına göre 4 kategoride sınıflandırlabilirler; **1. Kimliklendirmede kullanılan SNP markırları** (IISNPs- Identity-. Informative SNPs) **2. Akrabalık/nesep belirlenmesinde kullanılan SNP markırları** (LISNPs- Lineage-Informative SNPs), **3. Biyocoğrafik soy analizinde kullanılan SNP markırları** (AIMSNPs- Ancestry Informative SNPs) ve **4. Fenotip tayininde kullanılan SNP markırları** (PISNPs-Phenotypic-Informative SNPs). Bu dört kategorideki SNP lokuslarıyla ilgili araştırıcılar tarafından çeşitli paneller üretilmiştir.

Adli DNA fenotiplemesi (FDP, Forensic DNA Phenotyping) olarak adlandırılan ve kişilerin dış görünüşlerine ait bilgi veren SNP'lerle, DVI çalışmalarında hem kurbanların teşhisinde hem de ölen kişilerin yakınlarına yol gösterici olarak kullanılabilmektedir. İnsana ait kalıntlardan kişinin biyocoğrafik soyu, saç, göz, ten rengi, saçın düz kıvırcık olup olmaması veya yüz yapısı ile ilgili bilgi edinmek mümkündür. Bu bilgilerle kriminal bir olayda şüpheli yoksa faile ait olduğu düşünülen biyolojik materyalden kişinin eşkali belirlenebilir ve şüpheli havuzu daraltılarak soruşturmanın hızlanmasını sağlayabilir. Aynı şekilde felaket kurbanlarının kimliklendirilmesinde de ileri derecede zarar görmüş tanımlanamayan cesetlerin dış görünüşleri hakkında fikir sahibi olunabilir.

Şekil 6
Srebranica'da tespit edilen bir toplu mezar ve 2010 yılında tabutlara konulmuş 775 kimliklendirilmiş ceset. Srebrenica massacre. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 08:44, April 30, 2024, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Srebrenica_massacre&oldid=1221



Biyocoğrafik soy analizi ile otozomal SNP lokusları kullanılarak kişilerin coğrafik özellikleri belirlenebilir.

Aynı zamanda STR ile analizi mümkün olmayan düşük miktarda ve kalitedeki DNA'dan SNP ile başarılı tiplendirme yapılabilir. Çünkü SNP'ler genomda çok az yer kapladığından degrade örneklerden STR'lere kıyasla daha az etkilenebilmektedirler. SNP'ler biallelik olduklarından ayırım güçleri STR'lerle kıyaslanmayacak derecede çok daha düşüktür. Ancak çok sayıda SNP lokusundan oluşan multipleks paneller çalışılarak STR'lerin ayırım gücüne ulaşılabilmektedir. Aynı zamanda mutasyon oranları da düşük olduğundan felaket kurbanlarının kimliklendirme çalışmalarında kullanılan, babalık ve akrabalık belirlenmelerinde hatalı dışlama olasılığı önlenebilmektedir.

SNP lokusları, Y-kromozomu ve mitokondriyal DNA'da da bulunduğundan kişinin baba taraftan veya anne taraftan soy analizi yapılabilmektedir (Bulbul & Filoglu, 2018; Pakstis et al., 2015).

"Madrid Terör Saldırısı"

11 Mart 2004 yılında İspanya'nın başkenti Madrid'de genel seçimler öncesi dört banliyö trenine bombalı terör saldırısı düzenlendi. Bu saldırıda 191 kişi hayatını kaybetti ve 2000'e yakın kişi de yaralandı. Saldırı kurbanlarının 145'i ciddi şekilde zarar görmediği için parmak izi analizi ile kimliklendirme yapılabilirken, geriye kalan 46 vaka ise DNA, diş analizleri ve diğer sistemler aracılığıyla kimliklendirildi. DNA için AmpflSTR Identifiler™ ve Y-filer™ kitleri kullanıldı.

Saldırıyı düzenleyenlere ait bazı biyolojik örnekler elde edildi. STR profilleriyle eşleşme göstermeyen, olay yerinden elde edilen 7 örneğe biyocoğrafik soy analizi yapıldı. Bunun için Phillips ve ark. (2009) tarafından geliştirilen 34plex AIM-SNP paneli kullanıldı. AIM-SNP sonuçları mtDNA ve Y-STR analizleriyle de doğrulanmıştır. Böylece geleneksel yöntemlerin yanıtsız kaldığı durumda SNP belirteçleri kullanılarak biyolojik materyalden daha fazla bilgi edinilemektedir (Phillips et al., 2009).

InDel Polimorfizmi. İnsan genom projesinin keşiflerinden biri de InDel polimorfizmidir. İnsersiyon-delesyon polimorfizmi (InDel), DNA dizisine belirli sayıda nükleotitlerin eklenmesi ve çıkarılmasıyla oluşan uzunluk varyasyonudur. Kısa dizilere sahip InDel'ler adli alanda kullanılmaya başlanmış olup bu polimorfizmle ilgili kimliklendirme panelleri oluşturulmaktadır. InDel'lerin, kısa amplikona ve düşük mutasyon oranına sahip olmaları, bialellik olmaları, degrade örneklerde analiz edilebilmeleri ve çok sayıda lokus içeren multipleks paneller oluşturma özellikleriyle SNP'lere benzerlik göstermektedirler (Cortellini et al., 2019). Adli alanda kullanılan InDel lokusları kodlama yapmayan bölgelerden seçilmiştir. Çünkü kodlayan bölgedeki InDel'ler çoğunlukla hastalıklarla ilişkilidir. Bu nedenle fenotipe dair bilgi vermez. Ancak populasyonlar arasında gen sıklıkları farklılıkları gösterdiğinden biyocoğrafik soy analizinde kullanılabilmektedirler. SNP'lere göre en büyük avantajı analiz yönteminin STR'lerle aynı şekilde yapılmasıdır. Bu nedenle DVI çalışmalarında hem analiz kolaylığı hem de degrade örneklerde profilleme başarısı yüksek olduğundan tercih edilmektedirler.

Mikrohaplotipler. Mikrohaplotipler, 200 baz çiftinden küçük ve birden fazla SNP lokusunu içeren polimorfik markırlardır. Bu markırlar, SNP'lerin özelliklerine sahip ancak çok alleli oldukları için kimliklendirmede SNP'lere oranla daha avantajlıdırlar. Son bir kaç yıldır bu polimorfizmle ilgili çalışılmalar başlamıştır (Kidd & Speed, 2015). Bu markırları rutin kimliklendirmede kullanılabilmek için yeni panellerin geliştirilmesi, populasyon çalışmalarının yapılması ve veritabanlarının oluşturulması gerekir.

mtDNA. Mitokondriler, hücrelerde enerji üretiminden sorumlu olan organellerdir. Dokuların enerji ihtiyacına uygun olarak değişik sayıda (10-1000) mitokondriyal DNA (mtDNA) bulunur. MtDNA, anne tarafından hem erkek hem de kız çocuklarına aktarılır ve anne tarafından akraba tüm bireylerde biribirinin aynısıdır. mtDNA'nın bu özelliğinden yararlanarak DVI çalışmalarında anne tarafından akrabalar kullanılarak felaket kurbanlarının kimliklendirilmesi yapılabilmektedir. İleri derecede degrade olmuş örneklerde nükleer DNA ile çalışmanın mümkün olmadığı veya yetersiz olduğu kemik, saç ve diş gibi örneklerde mtDNA çalışılarak akrabalık üzerinden kurbanların kimliklendirilmesi yapılabilmektedir. En azından aranılan kişinin ilgili ailenin bir mensubu olup olmadığı söylenebilir (Butler, 2012).

mt-DNA analizi, kodlama yapmayan kontrol bölgelerindeki (CR, control region) yüksek değişkenlik gösteren bölge (HVR, hipervariable region), HVR1 (16024-16365), HVR2 (73-340) ya da tüm mt-DNA dizilenerek yapılır. Aranılan kişinin anne tarafından aile bireyleriyle karşılaştırılarak ilgili ailenin bir üyesi olup olmadığı sorgulanmaktadır (Parson et al., 2014; Ziętkiewicz et al., 2012).

Hızlı DNA Tiplendirme Testleri. İzolasyon basamağı atlanarak direkt PCR yapılarak hızlı DNA profili oluşturmak mümkündür. Kan ve tükürük örnekleri için direkt PCR'ye gitmek mümkün iken tırnak, saç ve kemik örnekleri için bu mümkün değildir. Son yıllarda 90 dakikadan daha kısa sürede STR'ye dayalı DNA profili oluşturan kitler (RapidHIT ™ 200, ParaDNA (LGCf) ve DNAscan (NetBio)) üretilmiştir. Bu kitlerle kan, semen, tükürük gibi biyolojik örneklerden kısa sürede DNA analizi yapılarak soruşturmaya erken dönemde yön vermek ve DVI çalışmalarında mobil kurulan laboratuvarda çalışarak kısa sürede kimliklendirme yapmak mümkündür. Ancak klasik PCR ve kapiler elektroforeze dayalı kitlerle karşılaştırıldığında hassasiyetleri ve performanslarıyla ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekir (Watherston et al., 2018).

DNA Analiz Platformları. DNA izolasyonu ve PCR aşamasından sonra DNA'nın görünürleştirilmesinde elektroforez yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden kapiler elektroforez sistemi, adli genetikte uzun zamandan beri standart bir şekilde tüm kriminal laboratuvarlarda kullanılmaktadır. Bu sisteme dayalı birden fazla lokusun birarada çoğaltılabildiği (mültipleks) bir çok ticari kimliklendirme kitleri bulunmaktadır. STR lokusları ile ilgili son yıllarda 24-27 lokustan oluşan STR kitleri (GlobalFiler™ PCR Amplification Kit ve PowerPlex® Fusion 6C System Kit v.b) üretilmiştir. Bu kitlerle benzer DNA profilinin toplumda eşleşme olasılığı çok düşmüş ve ayırım gücü de artmıştır. Bu da felaket kurbanlarının kimliklendirilmesinde yapılan istatiksel değerlendirmelerde bulunan kalıntıların ilgili kişiye ait olma olasılığını güçlendirmektedir.

Felaketin şekli, çeşidi ve büyüklüğüne bağlı olarak bulunan kalıntılar çoğu zaman çevresel kontaminantlara maruz kalmış ve bozulmuş örneklerden oluştuğu için en iyi sonucu verebilen analiz sistemleri tercih edilmelidir. STR'lerin ayırt etme gücü çok yüksek olmasına rağmen bu tür örneklerde profilleme başarı

oranları düşük olabilmektedir. Bu nedenle yeni nesil polimorfik sistemleri (SNP, mikrohaplotipler ve InDel gibi) içeren multipleks panellerle az miktarda ve bozulmuş örneklerde daha başarılı profilleme yapmak mümkündür. Ancak bu sistemlerin lokus başına ayırt etme güçleri düşüktür ve STR sistemlerinin ayırt etme güçlerini yakalayabilmek için çok sayıda (50-60) lokustan oluşan multipleks panellerle profilleme yapmak gerekir. Bu kadar lokusu bir arada ve birden fazla polimorfik sistemi tek bir iş akışında çalışmayı mümkün kılan yöntem yeni nesil dizileme teknolojisi (NGS, Next-Generation Sequencing) ile yapılabilmektedir.

Son yıllarda adli alanda kullanılmaya başlanan yeni nesil dizileme teknolojileri sayesinde fragman (parçacık) analizi yerine DNA dizi analizi yapılarak polimorfik sistemlerden hem daha fazla bilgi elde etmek hem de birden fazla polimorfik sistemi tek bir iş akışında, bozulmuş ve az miktardaki örneklerde başarıyla analiz etmek mümkündür. Bu alanda yeni bir çok kit üretilmeye başlanmış olup kriminal laboratuvarlar tarafından optimizasyon ve validasyon çalışmaları tamamlandıkça daha fazla yaygınlaşacaktır. NGS temelli geliştirilen kitlerde rutin kimliklendirmede kullanılan STR lokusları ve mtDNA, SNP, Indel gibi birçok polimorfik sistem ve lokusu bir arada tek bir iş akışında çalışmak mümkündür (Filoglu et al., 2017).

Elde Edilen DNA Profillerinin Eşleştirilmesi. Çeşitli olaylar sonucu meydana gelen toplu ölümlerde kimliklendirme çalışmalarında yukarıdaki başlıklarda anlatıldığı şekilde ölüm öncesi ve ölüm sonrası yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucunda kurbanlara ait elde edilen kişisel bilgiler, ailesel bilgiler ve genetik profillemeler, bilinen referans örneklerle karşılaştırılarak bulunan kalıntıların araştırılan kişiye ait olup olmadığı belirlenerek kimliklendirme yapılır.

Felaket kurbanlarına ait kalıntılardan elde edilen genetik profillerin ya kişilerin yaşarken kullanmış oldukları kişisel eşyalardan (aksesuarlar, diş frçası , saç fırçası, tıaş bıçağı v.b) elde edilen DNA profilleriyle direkt olarak eşleştirilmesi yapılabilir veya birinci derece yakınlarıyla annelik babalık kardeşlik veya akrabalık belirlemesi yapılarak da aranılan kişilerin kimliklendirmesi yapılabilir. Bunun için STR, SNP, InDel, X, Y kromozomları ve mtDNA polimorfik sistemlerinden yararlanılır. Bu sistemlerin DVI çalışmalarında kullanılabilmeleri için ilgili popülasyonlarda gen sıklıklarının belirlenmiş olması gerekir. Çünkü referans örnek karşılaştırmasında paylaşılan alellerin popülasyonda görülme sıklıkları kullanılarak istatiksel değerlendirmesi yapılır ve kalıntıların araştırılan kişiye ait olma olasılıkları belirlenir. Klasik STR polimorfizmi DNA'nın adli genetikte kullanılmaya başlamasından bu yana bir çok popülasyon ve alt popülasyonlarda çalışılmıştır. Bu lokusların alel sayıları fazla olduğundan ayırım güçleri de yüksektir. Y kromozomu, mtDNA ve yeni nesil genetik markırlar (InDel,SNP, DNA metilasyonu) çalışılarak da kişinin biyocoğrafik soyu, yaşı ve dış görünüşe ait fiziksel karekterleri belirlenebilmektedir. Ancak yeni nesil markırların kayıp şahısların kimliklendirmesinde kullanılabilmeleri için geliştirilen panellerin optimizasyon ve validasyonlarının yapılması ve popülasyon çalışmalarının tamamlanması gerekir.

İkincil Kimliklendirme Sistemleri

İkincil kimliklendirme sistemleri, birincil sistemler kadar güvenilir olmayan fakat birincil verileri destekleyerek yorumlamayı sağlayan verilerdir. Birincil kimliklendirmede yapılan eşleşmeler doğrudan kullanılabilirken ikincil sistemlerin kullanılabilmesi için birincil sistemlerle de doğrulanması gerekmektedir. Bu amaçla kişisel veriler ve medikal bulgular ile giysi, kimlik/pasaport gibi kanıtlar kullanılmaktadır (Interpol, 2018a).

Adli Antropoloji Çalışmaları

DVI çalışmalarında ante-mortem ekibinde bulunan adli antropologlar felaket kurbanlarının kimliklendirilmesinde hem yeni olaylar hem de toplu mezarlarda bulunan iskeletlerin kimliklendirilmesinde büyük rol oynamaktadırlar. Kimliklendirme çalışmalarında vücut varyasyonlarını ve tıbbi geçmişlerini, cinsiyet, yaş, ırk, boy, ölüm sebebi, ölüm öncesi geçirdiği travmalar hakkında ve iskelet kalıntılarına ait karakteristik tüm özelliklerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu incelemelerde bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve X-Ray görüntüleme gibi çeşitli teknolojilerden yararlanırlar. Antropolojik veriler, birincil kimliklendirme çalışmalarıyla da desteklenmesi gerekmektedir. Böylece elde edilen bilgilerin güvenilirliği sağlanmaktadır (de Boer et al., 2019; INTERPOL, 2018a; Rutty et al., 2019).

"Daegu Metro Felaketi"

18 Şubat 2003'te Güney Kore, Daegu şehrinde metro istasyonunda bir kundakçı tarafından Daegu metrosunun ateşe verilmesi sonucu 192 kişi hayatını kaybetmiş, 151 kişi de yaralanmıştır. Yangın nedeniyle ileri derecede zarar görmüş cesetlerden antropolojik incelemeler ve DNA ile kurbanların kimliklendirilmesi gerçekleştirilmiştir (Park et al., 2009).

Tıbbi Geçmiş, Patoloji Verileri ve Diğer Kanıtlar

Felaket kurbanlarının kimliklendirilmesi için post-mortem verilerle birlikte ante-mortem bilgilerinin de tespit edilerek kullanılması gerekmektedir. Bu noktada ante-mortem ekiplerin görevi çok önemlidir. Olası şüphelilere dair hayattayken geçirdiği operasyonlar, tıbbi kayıtlara geçmiş bazı karakteristik vücut özelliklerinin belirlenmesi post-mortem incelemelerde yardımcı olmaktadır (Interpol, 2018a). Kişilerin hayattayken geçirdikleri operasyonlardan elde edilen patolojik dokular parafin bloklarda arşivlenmektedir. Bu dokulardan elde edilen DNA profilleri, felaket kurbanlarının elde edilen DNA profilleriyle karşılaştırılarak yüksek doğrulukta kimliklendirme yapılabilmektedir.

Bir diğer önemli kanıt ise kişisel eşyaların ve kıyafetlerin incelenmesidir. Kişilerin sahip olduğu dövme, piercing, kol saati, gözlük gibi aksesuarlar kimlik tespitinde yardımcı olabilecek materyallerdir. Özellikle toplu mezar gibi tarihi belirsiz olaylarda olay yerinin dikkatlice incelenmesi, çevresinde ve cesetlerin üzerinde bulunabilecek paralar olayın gerçekleştiği tarih hakkında bilgi verebilmektedir. Kimliklendirme çalışmalarında tanınmayacak derecede zarar görmüş kişilerin yeniden yüz yapılandırma yöntemleriyle kafatası üzerinden kişinin olası görüntüsü hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.

"Hac İzdihamı"

2015 yılında Suudi Arabistan'nın Mekke şehrinde Hac ibadeti için Mina bölgesinde yaşanan izdiham ve kargaşa sonucu yaklaşık olarak 2000 kişi hayatını kaybetmiş ve 887 kişi de yaralanmıştır. Çok uluslu bir kaza olması nedeniyle DVI çalışmaları ve organizasyon

süreci Interpol tarafından yapılmıştır. DVI çalışmalarında kimlik/pasaport, takı ve fiziksel özellikler gibi ante-mortem bilgiler kimliklendirme sürecine katkı sağlamıştır (Alsalamah et al., 2018; Alsalamah & Nuzzolese, 2020).

Sonuç

Doğal veya insan kaynaklı olarak meydana gelen felaketler geçmişten günümüze kadar birçok canlıyı olumsuz yönde etkilemiştir. Yaşanan bu felaketlerin türü, etkilediği bölge ve etkilenen canlı sayısı gibi faktörler sebebiyle her bir felaket kendine özgü karakteristik özellikler taşımaktadır. Bu özelliklerin doğru biçimde sınıflandırılması ve felaket kurbanlarının kimliklendirilmesi için farklı uzmanlık alanlarına sahip kişilerin çalışmaları oldukça önemlidir. Adli bilimler alanındaki çalışmalarla günümüze kadar geliştirilen ve kimliklendirme için altın standart olarak kabul edilen yöntemlerin yanı sıra gelişen teknolojiyle birlikte daha hızlı ve bilgi verici yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda adli bilimler alanında çalışmalar devam etmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Alsalamah, S., Alsalamah, H., Radianti, J., Alqahtani, S., Nouh, T., Abomhara, M., & Alyahya, I. (2018). Information requirements for disaster victim identification and emergency medical services: Hajj crowd disaster case study. *Proceedings of the International ISCRAM Conference*, 2018-May(April), 851-859.

Alsalamah, S., & Nuzzolese, E. (2020). Promising Blockchain Technology Applications and Use Case Designs for the Identification of Multinational Victims of Mass Disasters. *Frontiers in Blockchain, 3*, 34. [Crossref]

Ambers, A., Votrubova, J., Vanek, D., Sajantila, A., & Budowle, B. (2018). Improved Y-STR typing for disaster victim identification, missing persons investigations, and historical human skeletal remains. *International Journal of Legal Medicine, 132*(6), 1545-1553. [Crossref]

Answer All Ltd, N. (2018, November). Management of Disaster Victim Identification: *International Practices and Management Procedures*. All Answer Ltd. https://ukdiss.com/examples/management-of-disaster-victim-identification.php#citethis

Balkiz, G., Qiblawi, T., & Wedeman, B. (2020, August 5). Thousands injured across capital Beirut. CNN. https://edition.cnn.com/2020/08/04/middleeast/beirut-explosion-port-intl/index.html

Bengtsson, C. F., Olsen, M. E., Brandt, L. Ø., Bertelsen, M. F., Willerslev, E., Tobin, D. J., Wilson, A. S., & Gilbert, M. T. P. (2012). DNA from keratinous tissue. Part I: Hair and nail. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger, 194*(1), 17-25. [Crossref]

Brannon, R. B., & Morlang, W. M. (2001). Tenerife Revisited: The Critical Role of Dentistry. *Journal of Forensic Sciences, 46*(3), 15030J. [Crossref]

Britannica. (n.d.). Dirty War . Retrieved 27 April 2021, from https://www.britannica.com/event/Dirty-War

Britannica, T. E. of E. (2020). İzmit earthquake of 1999. *Encyclopedia Britannica*. https://www.britannica.com/event/Izmit-earthquake-of-1999

Bulbul, O., & Filoglu, G. (2018). Development of a SNP panel for predicting biogeographical ancestry and phenotype using massively parallel sequencing. *Electrophoresis, 39*(21), 2743-2751. [Crossref]

Butler, J. M. (2012). *Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Methodology*. In Elsevier.

Butler, J. M., Shen, Y., & Mccord, B. R. (2003). The Development of Reduced Size STR *Amplicons as Tools for Analysis of Degraded DNA. 48*(5), 1054-1064. [Crossref]

Butler, J. M., & Willis, S. (2020). Interpol review of forensic biology and forensic DNA typing 2016-2019. *Forensic Science International: Synergy*, 352-367. [Crossref]

Caputo, M., Bosio, L. A., & Corach, D. (2011). Long-term room temperature preservation of corpse soft tissue: An approach for tissue sample storage. *Investigative Genetics, 2*(1), 17. [Crossref]

Cattneo, C., De Angelis, D., & Grandi, M. (2006). Mass Disasters. *In Forensic Anthropology and Medicine* (pp. 431-443). Humana Press. [Crossref]

Corach, D., Sala, A., Penacino, G., Iannucci, N., Bernardi, P., Doretti, M., Fondebrider, L., Ginarte, A., Inchaurregui, A., Somigliana, C., Turner, S., & Hagelberg, E. (1997). Additional approaches to DNA typing of skeletal remains: The search for "missing" persons killed during the last dictatorship in Argentina. *Electrophoresis, 18*(9), 1608-1612. [Crossref]

Cortellini, V., Correa, H. S. D., Brescia, G., Cerri, N., & Verzeletti, A. (2019). 38 Insertion-deletion (InDel) markers analysis and its application in forensic cases. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series, 7*(1), 791-793. [Crossref]

Crossland, Z. (2000). Buried lives. *Archaeological Dialogues, 7*(2), 146-159. [Crossref]

de Boer, H. H., Blau, S., Delabarde, T., & Hackman, L. (2019). The role of forensic anthropology in disaster victim identification (DVI): recent developments and future prospects. *Forensic Sciences Research, 4*(4), 303-315. [Crossref]

de Boer, H. H., Maat, G. J. R., Kadarmo, D. A., Widodo, P. T., Kloosterman, A. D., & Kal, A. J. (2018). DNA identification of human remains in Disaster Victim Identification (DVI): An efficient sampling method for muscle, bone, bone marrow and teeth. *Forensic Science International, 289*(Dvi), 253-259. [Crossref]

de Boer, H. H., Roberts, J., Delabarde, T., Mundorff, A. Z., & Blau, S. (2020). Disaster victim identification operations with fragmented, burnt, or commingled remains: experience-based recommendations. *Forensic Sciences Research, 5*(3), 191-201. [Crossref]

Edson, S. M., & Christensen, A. F. (2013). Field Contamination of Skeletonized Human Remains with Exogenous DNA. *Journal of Forensic Sciences, 58*(1), 206-209. [Crossref]

Ellis, P. (2019). Modern advances in disaster victim identification. *Forensic Sciences Research, 4*(4), 291-292. [Crossref]

Filoglu, G., Sah, I., Dogan, M., Nalcaoglu, S., Tavaci, I., Bulbul, O., & Unsal, T. (2017). Application of next generation sequencing in forensic science [Yeni nesil dizilemenin adli bilimlerde kullanimi]. *Medicine Science | International Medical Journal, 6*(1), 1. [Crossref]

Fondevila, M., Pereira, R., Gusmão, L., Phillips, C., Lareu, M. V., Carracedo, A., Butler, J. M., & Vallone, P. M. (2011). Forensic performance of insertion-deletion marker systems. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series, 3*(1), 443-444. [Crossref]

Goodwin, W. H., & Simmons, T. (2013). Disaster Victim Identification. In *Encyclopedia of Forensic Sciences:* Second Edition (2nd ed.). Elsevier Ltd. [Crossref]

Görmez, Ö., & Yılmaz, H. (2014). Kimliklendirmede dental değerlendirmenin önemi. *S.D.Ü Tıp Fak. Derg., 21*(1), 29-34.

Grassberger, M., Stein, C., Hanslik, S., & Hochmeister, M. (2005). Evaluation of a novel tagging and tissue preservation system for potential use in forensic sample collection. *Forensic Science International, 151*(2-3), 233-237. [Crossref]

Gunn, A. (2008). Encyclopedia of Disasters. In *Disasters*.

Higgins, D., & Austin, J. J. (2013). Teeth as a source of DNA for forensic identification of human remains: A Review. *Science and Justice, 53*(4), 433-441. [Crossref]

Interpol. (2018a). Annexure 12: Method of identification. Disaster Victim Identification Guide:INTERPOL 2018, 31.

Interpol. (2018b). Annexure 4 : Phase 1: Scene. Disaster Victim Identification Guide : INTERPOL, 151-209.

Interpol. (2018c). Annexure 7 : Phase 4: Reconciliation. Disaster Victim Identification Guide : INTERPOL, 1-5.

Interpol. (2018d). Disaster Victim Identification. In S. Black, G. Sunderland, L. Hackman, & X. Mallett (Eds.), *Disaster Victim Identification*. CRC Press. [Crossref]

Interpol. (2021). Disaster Victim Identification (DVI). https://www.interpol.int/

INTERPOL. (2009). Annexure 5:Phase 2:Post-Mortem. *Disaster Victim Identification* Guide:INTERPOL.

INTERPOL. (2014). Annexure 6: Phase 3:AnteMortem. *Disaster Victim Identification* Guide:INTERPOL, 1-17.

James, H. (2005). Thai tsunami victim identification - Overview to date. *Journal of Forensic Odonto-Stomatology, 23*(1), 1-18.

Johnson, B. T., & Riemen, J. A. J. M. (2019). Digital capture of fingerprints in a disaster victim identification setting: a review and case study. *Forensic Sciences Research, 4*(4), 293-302. [Crossref]

Kidd, K. K., & Speed, W. C. (2015). Criteria for selecting microhaplotypes: mixture detection and deconvolution. *Investigative Genetics, 6*(1), 1. [Crossref]

Lay See, K., Aziz, S., & Shah Mahmood, M. (2016). Beyond DVI: Future identification, research and archiving. *Forensic Science and Criminology, 1*(1), 1-5. [Crossref]

Lessig, R., & Rothschild, M. (2012). International standards in cases of mass disaster victim identification (DVI). *Forensic Science, Medicine, and Pathology, 8*(2), 197-199. [Crossref]

Lopes, V., Andrade, L., Carvalho, M., Serra, A., Balsa, F., Bento, A. M., Batista, L., Oliveira, C., Corte-Real, F., & Anjos, M. J. (2009). Mini-STRs: A powerful tool to identify genetic profiles in samples with small amounts of DNA. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series, 2*(1), 121-122. [Crossref]

Marinatos, S. (1939). The Volcanic Destruction of Minoan Crete. *Antiquity, 13*(52), 425-439. [Crossref]

McDonald, J., & Lehman, D. C. (2012). Forensic DNA Analysis. Clinical Laboratory Science : *Journal of the American Society for Medical Technology, 25*(2), 109-113. [Crossref]

Mikellide, M. (2017). Recovery and identification of human remains in post-conflict environments: A comparative study of the humanitarian forensic programs in Cyprus and Kosovo. *Forensic Science International, 279*, 33-40. [Crossref]

miniSTR Timeline. (2021). https://strbase.nist.gov//miniSTR/timeline.htm

Müslümanoğlu, Ö. (2016). *Felaket Kurbanlarının Kimliklendirilmesi ve Adli Biyoloji*. 5. Tıp Hukuku Günleri. Savaş, Mültecilik ve Felaket Kurbanlarının Kimliklendirilmesi, 23-24 Ekim 2015, 136-155.

Natural Disasters. (2021). https://www.scaruffi.com/politics/disaster.html

Nuzzolese, E., & Di Vella, G. (2007). Future project concerning Mass Disaster Management: A forensic odontology prospectus. *International Dental Journal, 57*(4), 261-266. [Crossref]

Obafunwa, J., Faduyile, F., Soyemi, S., Eze, U., Nwana, E., & Odesanmi, W. (2015). Forensic Investigation of mass disasters in Nigeria: *A review. Nigerian Medical Journal, 56*(1), 1. [Crossref]

Pakstis, A. J., Haigh, E., Cherni, L., Elgaaied, A. B. A., Barton, A., Evsanaa, B., Togtokh, A., Brissenden, J., Roscoe, J., Bulbul, O., Filoglu, G., Gurkan, C., Meiklejohn, K. A., Robertson, J. M., Li, C. X., Wei, Y. L., Li, H., Soundararajan, U., Rajeevan, H., ... Kidd, K. K. (2015). 52 additional reference population samples for the 55 AISNP panel. *Forensic Science International: Genetics, 19,* 269-271. [Crossref]

Park, D.-K., Park, K.-H., Ko, J.-S., Kim, Y.-S., Chung, N.-E., Ahn, Y.-W., & Han, S.-H. (2009). The Role of Forensic Anthropology in the Examination of the Daegu Subway Disaster (2003, Korea). *Journal of Forensic Sciences, 54*(3), 513-518. [Crossref]

Parson, W., Gusmão, L., Hares, D. R., Irwin, J. A., Mayr, W. R., Morling, N., Pokorak, E., Prinz, M., Salas, A., Schneider, P. M., & Parsons, T. J. (2014). DNA Commission of the International Society for Forensic Genetics: Revised and extended guidelines for mitochondrial DNA typing. *Forensic Science International: Genetics, 13,* 134-142. [Crossref]

Parsons, T. J., Huel, R. M. L., Bajunović, Z., & Rizvić, A. (2019). Large scale DNA identification: The ICMP experience. *Forensic Science International: Genetics, 38*(July 2018), 236-244. [Crossref]

Phillips, C., Prieto, L., Fondevila, M., Salas, A., Gómez-Tato, A., Álvarez-Dios, J., Alonso, A., Blanco-Verea, A., Brión, M., Montesino, M., Carracedo, Á., & Lareu, M. V. (2009). Ancestry analysis in the 11-M Madrid bomb attack investigation. *PLoS ONE, 4*(8), e6583. [Crossref]

Prajapati, G., Sarode, S. C., Sarode, G. S., Shelke, P., Awan, K. H., & Patil, S. (2018). Role of forensic odontology in the identification of victims of major mass disasters across the world: A systematic review. *PLoS ONE, 13*(6), 1-12. [Crossref]

Prinz, M., Carracedo, A., Mayr, W. R., Morling, N., Parsons, T. J., Sajantila, A., Scheithauer, R., Schmitter, H., & Schneider, P. M. (2007). DNA Commission of the International Society for Forensic Genetics (ISFG): Recommendations regarding the role of forensic genetics for disaster victim identification (DVI). *Forensic Science International: Genetics, 1*(1), 3-12. [Crossref]

Romanini, C., Catelli, M. L., Borosky, A., Pereira, R., Romero, M., Salado Puerto, M., Phillips, C., Fondevila, M., Freire, A., Santos, C., Carracedo, A., Lareu, M. V., Gusmao, L., & Vullo, C. M. (2012). Typing short amplicon binary polymorphisms: Supplementary SNP and Indel genetic information in the analysis of highly degraded skeletal remains. *Forensic Science International: Genetics, 6*(4), 469-476. [Crossref]

Rutty, G. N., Biggs, M. J. P., Brough, A., Morgan, B., Webster, P., Heathcote, A., Dolan, J., & Robinson, C. (2019). Remote post-mortem radiology reporting in disaster victim identification: experience gained in the 2017 Grenfell Tower disaster. *International Journal of Legal Medicine,* 637-643. [Crossref]

Schuster, R. L., & Highland, L. M. (2001). *Socioeconomic and Environmental Impacts of Landslides in the Western Hemisphere. U.S. Geological Survey Open-File Report, 1*(276). [Crossref]

Sturk-Andreaggi, K., Diegoli, T. M., Just, R., & Irwin, J. (2011). Evaluation of automatable silica-based extraction methods for low quantity samples. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series, 3*(1), e504-e505. [Crossref]

Sweet O.C., D. (2010). INTERPOL DVI best-practice standards-An overview. *Forensic Science International, 201*(1-3), 18-21. [Crossref]

Tao, X., Chen, X., Yang, X., & Tian, J. (2012). Fingerprint Recognition with Identical Twin Fingerprints. *PLoS ONE, 7*(4), e35704. [Crossref]

The Guardian. (2017). Final destination: the legacy of Argentina's death flights. https://www.theguardian.com/artanddesign/gallery/2017/apr/25/argentina-death-flights-giancarlo-ceraudo-destino-final

The Terror Attacks in Madrid, Spain,2004, Kamedo-report 90. (2007).

Tsokos, M., Lessig, R., Grundmann, C., Benthaus, S., & Peschel, O. (2006). Experiences in tsunami victim identification. *International Journal of Legal Medicine, 120*(3), 185-187. [Crossref]

Unsal, T., Filoglu, G., Altuncul, H., Dastan, K., & Bulbul, O. (2017). Profiling of 6 mini STR loci (D1S1677,D2S441,D4S2364, D10S1248, D14S1434, D22S1045) on blood spots waited on various surfaces. *Medicine Science | International Medical Journal, 1*. [Crossref]

Vieira-Silva, C., Afonso-Costa, H., Ribeiro, T., Porto, M. J., Dias, M., & Amorim, A. (2015). Quantifiler ® Trio DNA validation and usefulness in casework samples. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 5, e246-e247. [Crossref]

Watherston, J., McNevin, D., Gahan, M. E. E., Bruce, D., & Ward, J. (2018). Current and emerging tools for the recovery of genetic information from post mortem samples: New directions for disaster victim identification. *Forensic Science International: Genetics, 37*(March), 270-282. [Crossref]

Weick, K. E. (1990). The Vulnerable System: An Analysis of the Tenerife Air Disaster. *Journal of Management, 16*(3), 571-593. [Crossref]

Westen, A. A., Gerretsen, R. R. R., & Maat, G. J. R. (2008). Femur, rib, and tooth sample collection for DNA analysis in disaster victim identification (DVI). *Forensic Science, Medicine, and Pathology, 4*(1), 15-21. [Crossref]

Yasar, Z. F., Durukan, E., & Buken, E. (2019). The Knowledge Level of Dentists in Turkey About Their Potential Role on the Disaster Victims Identification (DVI) Team. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness, 13*(03), 533-538. [Crossref]

Ziętkiewicz, E., Witt, M. M. M. M., Daca, P., Żebracka-Gala, J., Goniewicz, M., Jarząb, B., & Witt, M. M. M. M. (2012). Current genetic methodologies in the identification of disaster victims and in forensic analysis. *Journal of Applied Genetics, 53*(1), 41-60. [Crossref]

IUC UNIVERSITY PRESS

BÖLÜM 14
ADLİ KİMYA

Orhan DESTANOĞLU
Mustafa ÖZCAN

DOI: 10.5152/0614

Adli Kimya

Forensic Chemistry

BÖLÜM HAKKINDA

Adli kimya, kimya biliminin kriminal incelemelere uygulaması olarak tanımlanır ve olay yerinden veya şüpheli kişiler ile mağdurlardan toplanan bulgu/delillerin kimyasal analizi ve bunların yorumlanması üzerine yoğunlaşmaktadır. Kimya, evreni, dünyamızı, canlı ve cansız tüm varlıkları, nesneleri; element, bileşik ve/veya bunların karışımı olarak karakterize eden ve aralarındaki reaksiyonlar sonucu oluşan değişimlerini inceleyen bilimdir. Etrafımızdaki taş, toprak, hava, su, cam, boya gibi tüm maddeler kimyasal bir bileşime sahip olduğu gibi nefes alıp vermemiz (canlıların solunumu), yanma/yangın, zehirlenme, patlama olayları dahil bir çok olay bir kimyasal reaksiyon sonucu gerçekleşmektedir. Bu açıdan adli olayların açıklanması/aydınlatılması/çözümünde Kimya biliminin kullanılması kaçınılmaz bir gerekliliktir. Trafikte sürücülerde alkol analizleri, zehirler, uyuşturucu madde analizleri, patlayıcılar, ilaçlar, canlılara ve çevreye zarar veren ve suça konu olan her türlü maddenin analizi, tespiti ve yorumlanması Adli Kimyanın konusudur. Bir adli kimya uzmanı, temel kimya bilgilerine ve farklı tipte kimyasal analiz tekniklerine en üst düzeyde hakimdir ancak bu alanda uzmanlaşması için laboratuvara girdiği andan itibaren adli dosyalardan ve aldığı ilave eğitimlerden sürekli yeni bilgiler edinir ve tecrübe kazanır. Bu bölümde, organik ve inorganik maddelerin sınıflandırılmaları ve analiz yöntemleri ile inceleme, değerlendirme ve raporlama aşamalarında gerekli kilit bilgiler adli kimya yönünden örneklerle anlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: Adli kimya, delil, analitik yöntemler, inceleme.

ABOUT the CHAPTER

Forensic chemistry is defined as the application of the science of chemistry to criminal investigations and focuses on the chemical analysis and interpretation of findings/evidence collected from the crime scene or suspects and victims. Chemistry is the branch of science that explains the universe, our earth, all living and non-living beings and objects by characterizing them as elements, compounds and/or mixtures of them and it examines the changes that occur as a result of reactions between subtances. Just as all the matters around us, such as stone, soil, air, water, glass and paint, have a chemical composition, many events, including our breathing (respiration of living things), combustion/fire, poisoning and explosion, occur as a result of a chemical reaction. In this respect, it is an inevitable necessity to use the science of Chemistry in explaining/clarifying/solving forensic cases. Analysis, detection and interpretation of alcohol in traffic, poisons, drug analysis, explosives, drugs, all kinds of substances that could harm living things and the environment are the subject of Forensic Chemistry. A forensic chemistry expert has the highest level of knowledge of basic chemistry knowledge and different types of chemical analysis techniques, but in order to specialize in this field, he constantly acquires new information and gains experience from forensic files and additional training he receives from the moment he enters the laboratory. In this chapter, the classification and analysis methods of organic and inorganic substances and the key information required in the examination, evaluation and reporting stages are explained with examples in terms of forensic chemistry.

Keywords: Forensic chemistry, evidence, analytical methods, investigation.

Giriş

Adli Bilimler, adli vakalara doğru çözümleri bulmak amacıyla en iyi bilimsel tekniklerden faydalanan ve uzmanlık gerektiren farklı disiplinlerden dinamik çalışmaları kapsayan pozitif bilimlerin tümüdür. Yeni teknolojiler, bilimsel araştırmalar ve metodolojilerdeki gelişmelerin yanı sıra yeni vaka uygulamalarıyla beslenen Adli Bilimler her geçen gün gelişmeye devam etmektedir. Bu bağlamda, Adli Bilim adamları, bulgu analizlerini ve yorumlarını iyileştirmekte ve en son gelişmelerden haberdar olarak sürekli kendilerini güncellemektedirler (Siegel, 2016). Ayrıca, Adli Bilim adamları tarafsız ve yetkin uzman kişiler olarak kullandıkları yöntemlerin güvenirliğinden, kesinliğinden ve tekrarlanabilirliğinden emin olarak incelemelerinde sadece gerçek ve doğru sonuca ulaşmayı ve bu doğrultuda hazırladıkları raporları adaletin hizmetine sunmayı amaçlarlar.

Adli Bilimler alanları arasında çok önemli bir yere sahip olan Adli Kimya, olay yerinden

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Orhan Destanoğlu[1]

Mustafa Özcan[2]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, İstanbul, Türkiye
E-posta: orhan.destanoglu@iuc.edu.tr
ozcanm@itu.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Destanoğlu, O., Özcan M. (2024). Adli kimya. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 165-175). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

toplanan, şüpheli kişilerden ve mağdurdan alınan fiziksel ve biyolojik deliller üzerinde nitel ve nicel analizler yapan, Kimya biliminin kriminal incelemelere uygulamasıdır. Atış artığı, yangın ve patlayıcı, jeolojik malzeme, ağır metaller ve diğer eser elementler, uyutucu-uyuşturucu-uyarıcı maddeler ve adli toksikoloji incelemeleri Adli Kimya' nın alt dallarıdır. Adli Kimya inceleme uzmanı kimyasal maddelerin isimlendirilmesi, maddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri, kimyasal tepkimeleri, olay yerinden laboratuvardaki incelemelere kadar her safhadaki oluşabilecek kontaminasyonları, canlı kişilerden alınan veya post-mortem biyolojik materyallerde meydana gelen biyokimyasal tepkimeleri ve metabolitleri, toksik maddeleri ve muhtelif maddelerde uygun numune hazırlama ve analitik yöntem seçimi konularına ileri düzeyde hakimdir.

Adli Tıp ve Adli Bilimlerin kalbi konumundaki kimya bilimini de kısaca tanımlamak gerekmektedir. Kimya, maddenin özelliklerinin saptanması, bileşimi ve dönüşümleri ile ilgilenen bir bilim olarak tanımlanabilir. "Kimyasal madde" dendiğinde aklımıza sadece asit, kostik, aşındırıcı sıvılar, radyoaktif maddeler gibi örnekler gelmemelidir. Maddenin tanımı; boşlukta yer tutan, kütlesi ve eylemsizliği olan bir nesnedir. Bir diğer deyişle kimya, maddelerin yapısal özelliklerini ve birbiri ile olan etkileşimlerini, sebep ve sonuçları ile birlikte inceleyen bir bilim dalıdır. Organik yetiştirilmiş gıdalar dahil tüm besinler kimyasal maddelerden oluşmuştur. Madde görebildiğimiz ve dokunabildiğimiz (su, toprak, hava gibi) şeyler olduğu gibi göremediğimiz (hava gibi) şeyler de olabilir. Kimyanın ilk uygulamaları olan maden cevherlerinin eritilerek metal üretimi, çömlekçilik, camların sırlanması, kumaş boyaları ve deri tabaklama gibi örneklerin yanı sıra sabun, bira, şarap ve peynir yapılması ile aslında insanlar her zaman kimyasal maddeler ile temastadır. İnsanın ilgilendiği alanların çoğunda kimya kaçınılmaz olduğu için merkez bilim olarak adlandırılır. Kimyacılar atomun yapısını inceledikleri gibi petrolden yakıtlar, plastikler, ilaçlar, sentetik kumaşlar ve pestisitler gibi binlerce kimyasal madde üretimini de başarmışlardır (Petrucci et al., 2011). İnsanlığın faydasına sunulan bazı kimyasal maddelerin doğrudan veya dolaylı olarak insana ve çevreye zararı da olabilmektedir. Sürdürülebilir çevre için kimyasal maddelerin kontrol ve analizlerini veya tedavi amacıyla keşfedilen maddelerin kötüye kullanımı durumunda bulguların analizlerini yapacak uzmanların ileri kimya bilgisine ve derin tecrübeye sahip olmaları gerekmektedir.

Yasa dışı yollarla üretilen gıda, içki, ilaç, kozmetik ürünleri ve benzeri örneklerin yapı tayinlerinin belirlenerek orijinalliğinin tespit edilmesi ve bunların insan sağlığına etkilerinin belirlenmesi ve diğer bir yandan insanlara ve çevreye zarar verebilecek zirai ilaçlar, yangın hızlandırıcıları, patlayıcı yapımında kullanılan kimyasallar ve adli soruşturmalara konu olan her türlü kimyasal maddenin incelenmesi Adli Kimya'nın alanına girmektedir. Örneğin, intihara veya adam öldürmeye teşebbüs amacıyla bir kişinin gıdasında veya maruz kaldığı ortamda siyanür, ağır metal (kurşun, arsenik, cıva, vd), alüminyum fosfür (AlP) ve çinko fosfür (Zn_3P_2) gibi fare zehirleri, ilaç, çamaşır suyu, deterjan, asitler veya bazların; bir kozmetik ürünü insan cildinde şiddetli yanıklara neden olduysa bu örneğin; ateşli silahlar ile meydana gelen vakalarda makdulün cilt, doku ve kıyafetlerinden ve şüphelilerden alınan örneklerde atış artıklarının; yasa dışı gizli laboratuvarlarda üretilen alkollü içkilerin ve uyutucu-uyuşturucu maddelerin ve ölümlü olay meydana geldiyse otopside alınan biyolojik materyallerde kimyasal incelemeler ve diğer Adli vakalardaki farklı tipte bulgunun kimyasal incelemeleri Adli Kimya laboratuvarlarında yapılmaktadırlar. Bir delilde analizi yapılacak bileşenin kimyasal yapısına bağlı olarak örnekler farklı yöntemler ile incelenmektedir.

Organik ve İnorganik Maddeler

Kimyasal bileşikler, organik ve inorganik bileşikler şeklinde de sınıflandırılır.

Organik Maddeler

Organik maddeler, uçucu bileşikler, alkoller ve diğer organik bileşikler olmak üzere üç alt başlıkta anlatılmıştır.

Uçucu Bileşikler

- Gazlar: Hidrojen siyanür (Siyanür tuzları asitle temas ettiği gibi çok toksik hidrojen siyanür gazı HCN (pKa = 9,2) oluşmaktadır (Destanoglu & Ateş, 2021)), hidrojen sülfür, fosfin, metan, etan, propan, karbonmonoksit, karbondioksit vd.
- Farklı tip yapıştırıcılarda kullanılan bileşikler: etilasetat, bütanon, heksan, toluene, ksilenler, asetonsikloheksan, trikloroetilen
- Aerosoller: Ksilenler, saflaştırılmış LPG, DME ve/veya florokarbonlar, esterler
- Anestezik/aneljezikler: Azot oksit, siklopropan, dietileter, halotan, enfluran, desfluran, isofluran, metoksifluran, sevofluran, ksenon.
- Boya ve boya incelticiler: Aseton, bütanon, esterler, heksan, toluen, trikloetilen ksilenler.
- Boya sökücüler: Metanol, diklorometan, toluen
- Endüstriyel ve laboratuvar çözücüleri, kuru temizleme çözücüleri ve evde kullanılan leke çıkarıcılar gibi bir çok örnekte benzer organik uçucu maddeler kullanılmaktadır (Jickells & Negrusz, 2008).

Alkoller

Fermentasyon yoluyla alkollü içki üretimi dünyanın bir çok yerinde eski zamanlardan beri yapılmaktadır. Fermantasyon sırasında etanolün yanında az miktarda olmakla birlikte 3-8 karbon içeren alifatik alkoller, çeşitli aldehit türevleri, organik asit esterleri, ketonlar ve metanol oluşur. Bu maddelerin çoğu distilasyonla geçerler. Bunlar Fuzel yağları olarak adlandırılır ve yüksek alkollerdir (n-propanol, n-butanol, 2-butanol, izobutanol, 2-metil butanol, izoamil alkol (3-metil-1-butanol)). Alkoller, moleküllerinde doymuş bir karbon atomuna bağlı hidroksil grubu (–OH) bulunduran bileşiklerdir (Metanol: CH_3OH, Etanol: CH_3CH_2OH). Adli vakalarda antemortem veya post-mortem kanlarda yapılan alkol analizlerinin sonucuna göre bir kişinin bir suça alkol tesiri altında karışıp karışmadığı değerlendirilmektedir.

AB ve Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği kriterlerine göre spiritlerde kullanılacak etanol, tarımsal kökenli, hacimce en az %96 lık olmalı ve metanol içeriği, hacmen %100 alkolün hektolitresinde 30 gramdan (% 0,038, d_{MetOH} = 0.792 g/mL) yüksek olmamalıdır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).

T.C. Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu'nun "Etil Alkol ve Metanolün Üretimi ile İç ve Diş Ticaretine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliği"ne göre alkollü içki tanımı dışında kalan

ve içinde hacmen %60 ve daha fazla etil alkol içeren her türlü karışımını alkol karışımı olarak tanımlamaktadır (T.C. Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu, 2011). Etil alkolün veya metanolün içine renk, koku ve tat vermesi amacıyla tiyofen, denatonyum benzoat, tersiyer butanol, isopropanol, CI Reaktif Kırmızı 24, metil etil keton ve dietilfitalat maddelerinden bir veya birkaçının katılması işlemine denaturasyon, katılan bu maddelere de denaturan adı verilir. Bu Yönetmelikte "gıda alkolü", Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliğinde tanımlanan tarımsal etil alkolü ifade etmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016; T.C. Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu, 2011). Ayrıca, sanayi tipi etil alkol, piyasaya denatüre edilmiş olarak arz edilen etil alkolü ifade etmektedir. Ancak normal piyasa fiyatının çok altında satılan içkiler bilinçsiz tüketiciler tarafından talep görebilmektedir. Yasa dışı yolla gizli laboratuvarlarda üretilmiş bu içkilere fermentasyon yoluyla üretilen etanol yerine maalesef sanayi tipi denature etanol veya daha da kötüsü vicdansız satıcılar içkide toplam alkol miktarını arttırmak ve maliyeti azaltmak için metanol katabilmektedirler. Metanolün etanole göre daha ucuz olması bu sahte içkilerin maliyetini daha da düşürmektedir. Renksiz, berrak ve uçucu bir sıvı olan metanol, boyalar, çözücüler, parlatıcılar, temizleyiciler, parfümler, benzin katkısı, antifriz ve yasa dışı alkoller gibi çok sayıda alanda kullanılan en yaygın maddelerin başında gelmektedir. Metanol içeren içkilerin tüketilmesi sonucu ciddi sağlık sorunları veya ölümler meydana gelebilmektedir. Akut matenol zehirlenmesi ve sonrasında tedavisi Dünya çapında ciddi bir konudur. İlgili Tebliğ ve Yönetmelikler'den dikkate alınarak tıbbi kullanım amaçlı, farmasötik amaçlı, evsel ve gıda kullanım amaçlı etil alkoller denature edilmemelidirler. Tersiyer butanol, Gaz Kromatografi (GC) cihazları ile yapılan alkol analizleri sırasında tespit edilebilen bir denaturandır. Bu yüzden içki analizlerinde tersiyer butanol tespit edildiği zaman bu içkide denaturan katılmış bir karışım olduğu not edilmelidir. Ayrıca, tersiyer butanol antropojenik kaynaklı organik bir maddedir (Kingsbury et al., 2008) ve literatürde tersiyer butanolün doğal olarak meydana geldiğine dair bir bilgi yoktur. Bu yüzden tersiyer butanol gıda alkollerinde doğal olarak bulunmamaktadır. Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği'ne göre Türk Rakısında metanol içeriğinin hacmen %100 toplam alkolün hektolitresinde 150 gramdan fazla olmaması gerektiği ve hacmen toplam alkol miktarının en az %40 olması gerekmektedir. Bir rakı örneğinin söz konusu tebliğe uygunluğunu özetlemek gerekirse; I) Gıda etanolü kullanılması gereklidir ve denaturan içermemelidir; II) yüksek alkolleri (fuzel yağı) içermelidir, II) metanol konsantrasyonu %100 toplam alkolde 150 g/hL den fazla olmamalı, III) bir rakı örneği metanol içermese bile bu içkide gıda etanolü dışında bir etanol kullanıldıysa içeriğinde sadece etanol, anetol ve tersiyer butanol tespit edilmektedir (Destanoğlu & Ateş, 2019).

Diğer Organik Bileşikler

Anestezikler (Benzokain, Bupivacain, Ketamin, Butacain, Butanilicain, Cloroprocain, Lidokain, Propofol, Mepivacain, Piperocain, Prilocain ve Tetracain), **Analjezikler** (Asetanilid, Alclofenak, Aletamin, Aminofenazon, Benzidamin, Bufeksamak, Diklofenak, Etadolak, Diflunisal, Fenbufen, Ibuprofen, Metamizol, İndoprofen, Ketoprofen, Naproksen, Paracetamol, Propifenazon, Salisilik asit), **Antidepresanlar** (Amitriptilin, Clomipramin, Citalopram, Desipramin, Doksepin, Fluoksetin, Fluvoksamin, İmipramin, Mianserin, Mirtazepen, Moklobemid, Nortriptilin, Opipramol, Paroksetin, Sertalin, Trimipramin, Venlafaksin), **Antidiabetikler** (Gliklazid, Glipizid, Metformin vb.), **Antipsikotikler** (Amisülprid, Haloperidol, Klozapin, Ketiapin, Klorpromazin, Olanzapin, Risperidon,Tiyoridazin), **Antihistaminikler** (Difenilhidramin, Doksilamin, Feniramin, Hidroksizin, Klorfenamin vb.), **Antiepileptikler** (Valproik asit, Karbamazepin, Okskarbazepin, Fenitoin), **Kardiyovasküler** (Atenolol, Atropin, Amlodipin, Digoksin, Diltiazem, Metoprolol, Nifedipin, Verapamil, Warfarin vb.), **Steroidler** (Androstanolon, Androsteron, Beclometazon, Kortizon, Deksametazon), **Sülfoamidler** (Sülfamerazin, Sülfacetamid Sülfadiazin, Sülfadimetoksi, Sulfudimidin, Sülfafurazol, Sülfapiridin), **Halisünojenler** (LSD (Liserjik asit dietilamid), **Meskalin ve sihirli mantarlar** (magic mushroom) psilosin ve psilosibin), **Barbitüratlar** (Allobarbital, Amobarbital, Barbital, Fenobarbital Siklobarbital, Siklopentobarbital, Pentobarbital, Secobarbital,Tiopental vb.), **Benzodiazepinler** (Alprazolam, Bromazepam, Diazepem, Flunitrazepam, Florazepam, Lorazepam, Clobazam, Klonazepam, Klordiazepoksid, Midazolam, Nitrazepam, Nordiazepam, Oksazepam, Temazepam vb.), **Cannabinoidler** (THC, THC-OH, THC-COOH, Cannabinol, Cannabidiol, Sentetik Cannabinodler (JWH analogları)), **Narkotik Analjezikler** (Buprenorfin, Dihydokodein, Dihidromofin, Eroin, Fentanil, Kodein, Metadon, Morfin, Naloksen, Normorfin, Oksicodon, Oksimorfon, Petidin, Tramadol vb.) ve **Uyarıcılar** (Amfetamin, Metamfetamin, MDMA, MDA, MDEA, Kokain ve Metabolitleri) (Hussain et al., 2021; Jickells & Negrusz, 2008).

İnorganik Maddeler

Metal ve metallerin bileşikleri ile anyonların analizi Adli Kimya açısından çok önemlidir. Fakat bu maddelerin sistematik kimyasal analizlerinde bir çok zorluk ve tecrübe gerektiren uygulamalar vardır. Gelişmiş ülkelerde metaller ve anyonlar ile akut zehirlenme vakaları nadir iken gelişmemiş ülkelerde bu vakalar yaygındır. Endüstriyel ve çevresel maruziyet sonucu kronik zehirlenme vakaları ise bir çok ülkede görülmektedir. Vücuda alınan metalik zehirlerin toksik etkisi onların yükseltgenme basamağı, çözünürlük, inorganik veya organik bileşiği gibi kimyasal özelliklerine bağlıdır. Arsin, hidrojen siyanür, cıva ve fosfin gibi gazların solunması şiddetli zehirlenme ve hızlı ölüme neden olabilir (Jickells & Negrusz, 2008).

Başlıca ağır metaller; Cıva (Hg), Arsenik (As), Kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb), Krom (Cr), Antimon (Sb), Nikel (Ni), Talyum (Tl), Bizmut (Bi), Kobalt (Co), Bakır (Cu), Vanadyum (V), Çinko (Zn), Gümüş (Ag), Demir (Fe), Altın (Au), Mangan (Mn), Platinyum (Pt), Seryum (Ce). Bu ağır metallerin yanı sıra sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), selenyum (Se), alüminyum (Al) ve fosfor (P) da Adli Kimya'da önemli yere sahip diğer inorganik elementlerdir (Jickells & Negrusz, 2008; Siegel, 2016).

Kasten veya bilmeden ve hatta cinayet işleme teşebbüsünde kullanılan çok zehirli ağır metal türlerini içeren delillerde incelemelerin doğru yapılması ve bu türlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyi bilinmesi gereklidir.

Arsenik bileşikleri doğada çok yayılmış olarak bulunur. Arsenik üç yükseltgenme basamağına sahiptir: 0 (metaloid), +3 (arsenit) ve +5 (arsenat). Elementel hali toksik değildir. Ancak, arsenit bileşikleri (As(III)) başta olmak üzere (özellikle $NaAsO_2$) sırasıyla Arsin gazı (AsH_3), arsenat bileşikleri (As(V)), arsfenamin ve neoarsfenamin çok zehirlidir. AsH_3 genellikle endüstriyel kazalarda maruz kalınması sonucu hızlı ölüm meydana gelmektedir.

Antimon, endüstride kurşunlu pil, yarı iletken malzemeler, boya, seramik ve kalaylı eşyaların üretiminde kullanılmaktadır. Antimon oksiklorür ($Sb_6O_6Cl_4$) kumaşlarda yanmayı geciktirici olarak kullanılır. Stibin (SbH_3) bileşiğinin etkisi ise AsH_3 gazına benzer.

Alüminyum, yer kabuğunda en fazla bulunan elementtir. İnsanlar yiyecek ve içeceklerden günde yaklaşık vücuduna 100 mg alabilmektedirler. Alüminyum fosfür bileşiği asit veya su ile temas ettiği zaman oluşan fosfin gazı (PH_3) çok zehirlidir. Fosfin gazı çok uçucu (kaynama noktası: -87,7 °C) olduğu için bu örneklerde alüminyum analizi önem kazanmaktadır.

Cıva, yüzyıllardır termometre yapımında ve bilimsel çalışmalarda kullanılmış ancak artık kullanımı azalmıştır. Ayrıca cıva bileşikleri ilaç ve pestisit yapımında da kullanılmıştır. Günümüzde bir çok ülkede amalgam diş dolgusu olarak kullanılmaya devam edilmektedir. Cıvanın toksik hali +2 değerlikli cıva klorürdür. Elementel cıva, yoğunluğu en fazla olan (d=13,6 g/mL) ve elementel olarak metaller arasında tek olan parlak açık gümüş renkli bir sıvıdır. Delil olarak gönderilen bir sıvı bu özellikleri taşıyorsa kalitatif olarak cıva pozitif sonucu verilebilir. Ayrıca gizli laboratuvarlarda yasa dışı kozmetik ürün üretilen ten ağartıcı ve açıcı kremlerde bulunan çok yüksek miktardaki cıva insan sağlığına zarar verdiği için bu örnekler Adli Kimya laboratuvarlarında incelenirler.

Kurşunun toksik etkisi eski çağlardan beri bilinmesine rağmen günümüzde halâ önemli sağlık sorunları ile karşımıza çıkmaktadır. Kurşun bileşikleri kozmetikte ve ilaç bileşenlerinde kullanılmıştır. Akut zehirlenmeler yaygın olmamasına rağmen en yaygın semptomatik vakalar kurşun duman ve tozlarının kronik yutulması veya solunması, kurşun içeren geleneksel tıp tedavileri ve çocukların boyaları yemesi ile karşımıza çıkmaktadır. Lipofilik özellikteki toksik tetraetil kurşun ve tetrametil kurşun bileşikleri eskiden benzine katılırdı (Jickells & Negrusz, 2008).

Adli Tıp ve Adli Bilimler'de incelemeye konu olan anyonlar ise florür, asetat, format, klorit, klorür, klorat, perklorat, bromür, bromat, nitrit, nitrat, benzoat, sorbat, okzalat, karbonat, sülfat ve fosfattır (Jickells & Negrusz, 2008).

Boratlar; borik asit yıllardır evlerde harici kullanılan antiseptiktir. Sodyum borat (boraks) temizleyici, ahşap koruyucu fungusit olarak kullanılmaktadır. Bromür tuzları tıpta kullanılmasına rağmen karbromal gibi organik türleri artık kısıtlanmıştır.

Kloratlar; sodyum klorat ($NaClO_3$) etkili, ucuz ve seçici olmayan bir herbisittir. $KClO_3$ ise kibrit ve bazı patlayıcıların yapımında kullanılır.

Hipokloritler; sodyum ve kalsiyum hipoklorit dezenfektan olarak kullanılmaktadır. Evde kullanılan çamaşır sularında nispeten daha düşük konsantrasyonda olmasına rağmen endüstride yüksek konsantrasyonda kullanılır ve yutulması halinde şiddetli zehir etkisi gösterir.

Nitrat ve nitritler; Sodyum nitrat bileşikleri suni gübrelerde, gıda koruyucularında ve patlayıcılarda (ve potasyum nitrat) kullanılır. Sodyum nitrit de gıda koruyucularında ve patlayıcılarda kullanıldığı gibi ayrıca dişçilikte temizleyici olarak kullanılır.

Fosfür ve fosfin; fosfin (PH_3) sarımsak veya balık kokusuna benzeyen renksiz çok zehirli bir gazdır. Asetilen gazı ve yarı iletken üretimi gibi bir çok endüstriyel kullanımı vardır. Gelişmiş ülkeler, tahıl fümigantı ve rodentisit olarak alüminyum fosfür (AlP) bileşiğini kullanmaktadır. AlP, su veya asit ile temas ettiği gibi PH_3 gazı oluşturmaktadır. AlP kullanarak intihar vakaları bir çok ülkede görülmüştür (Jickells & Negrusz, 2008; Siegel, 2016).

Ağır metal, korozif madde, asit, çamaşır suyu, zehirli iyonlar, elektrolitler vb gibi maddelerin;

- Su ve gıdalara katılması
- İçilmesi/yenmesi sonucu intihar veya cinayete teşebbüs
- Kişilerin vücuduna dökülerek zarar verilmesi
- Tehlikeli atıkların doğal sulara deşarjı
- Gizli laboratuvarlarda kozmetik ürün üretilmesi gibi çok sayıda vaka Adli Kimya inceleme alanına girmektedir (Jickells & Negrusz, 2008; Siegel, 2016).

Kimyasal Analiz

Kimyasal analiz, bir örnekteki bileşenleri tespit etmek ve/veya bileşenlerin konsantrasyonlarını tayin etmek için yapılan işlemlerin genel adıdır. Mühendislik, tıp, malzeme bilimleri, çevre bilimleri, madencilik, arkeoloji, ziraat, eczacılık, biyoloji ve adli olaylar gibi birçok alanda kimyasal analizler kullanılır. Örneğin, olay yerinde bulunan fiziki ve biyolojik deliller ile otopside alınan biyolojik materyallerde incelemeler yapmak için, bir maddenin çevreye ve sağlığa zararlı bileşenler içerip içermediği, yiyecek, içecek, ilaç, kozmetik maddeler gibi muhtelif ürünlerin Yönetmelik ve Tebliğlerde belirtilen kriterlere sahip olup olmadığı, dolandırıcılık vakalarının çözülmesi, hatta bir hastalığın teşhisi gibi bir çok noktada kimyasal analize ihtiyaç vardır.

Adli Kimya'da bulgular üzerinde yapılan incelemelerde Kimya Biliminin en çok Analitik Kimya bilim dalından faydalanılır. Maddelerin hangi bileşenlerden ve bileşenlerin numune içinde hangi oranlarda (bağıl miktarlarda) olduğunu, belli bir maddenin yapısının ve konsantrasyonunun tayini ile ilgili yöntemlerin teorik ve pratik uygulamalarını inceleyen kimya dalı Analitik Kimya olarak isimlendirilir. Bu yüzden Analitik Kimya'nın temel terimleri, kimyasal analiz yöntem seçimi ve metot geçerli kılma parametreleri iyi bilinmelidir. Adli Kimya Laboratuvarlarında kullanılan metotların uygun bir yolla geçerli kılınması (valide edilmesi) veya doğrulanması, verilen raporların güvenirliği açısından gereklidir.

Bazı Analitik Kimya Terimleri

Numune, bir maddeden (örnekten) analiz edilmek üzere alınan temsili kısımdır.

Analit, bir numunede tayin edilecek bileşendir.

Matriks, örneği oluşturan tüm bileşenler olarak adlandırılır.

Kontaminasyon, analizin herhangi bir basamağında analizin sonucunu etkiyecek bir kirliliğin bulaşması olarak tanımlanır.

Teknik, örneğin analizinde yaralanılan fiziksel veya kimyasal prensiptir (temel ilkeler).

Yöntem, bir tekniğin belli bir matriks ortamındaki bir analitin analizine uygulanmasıdır.

Prosedür, bir metodun belli bir örneğin analizinde nasıl uygulanacağının adım adım yazılmış halidir.

Makro (Ana) bileşen, numunede % 1-100 oranında bulunan maddedir.

Minör bileşen, numunede % 0,01-1 oranında bulunan maddedir.

Eser (iz) bileşen, numunede < %0,01 oranında bulunan maddedir.

Ağırlıkça yüzde, 100g çözelti içindeki çözünenin kütlesidir (gram).

Hacimce yüzde, 100 mL çözelti içindeki çözünenin hacmidir (mL).

Ağırlık/hacim yüzdesi, 100 mL çözelti içindeki çözünen kütlesidir (g/100mL).

Molarite, Çözeltinin bir litresinde çözünmüş maddenin mol sayısıdır.

Milyonda bir kısım (ppm), 1 kg çözelti içinde çözünen maddenin mg kütlesidir (mg/kg).

Milyarda bir kısım (ppb), 1 kg çözelti içinde çözünen maddenin µg kütlesi (µg/kg)

Kimyasal analiz, bir örnekteki bileşenlerin varlığının tespitine yönelik yapılıyorsa nitel (kalitatif) analiz, bileşenlerin konsansantrasyonlarının belirlenmesine yönelik yapılırsa nicel (kantitatif) analiz olarak adlandırılır. Ayrıca analiz yöntemleri Tablo 1'de gösterildiği gibi analiz sırasında kullanılan kimyasal çözeltiler kullanımı ve/veya Aletsel ölçümler içermesi bakımından da Klasik (Yaş) Yöntemler ve Enstrümantal Yöntemler olarak iki ana başlıkta sınıflandırılabilir.

Tablo 1
Kimyasal Analiz Yöntemlerinin Sınıflandırılması

Kalitatif (nitel) Analiz	Kantitatif (nicel) Analiz
Numunedeki türlerin (bileşenlerin) belirlenmesi için yapılan analizdir	Bileşenlerin hangi oranlarda bulunduğunu (bağıl miktarlarını) belirlemek için yapılan Analiz.
Analiz Yöntemleri	
Klasik (Yaş) Yöntemler	Enstrümantal (Aletli) Yöntemler
Analiz sadece inorganik veya organik kimyasal maddelerin çözeltileri kullanılarak gerçekleştiriyorsa buna yaş analiz denir. Gravimetrik analiz Volumetrik analiz Spot testler (Damla ve renk deneyleri)	Analiz kimyasal çözeltilerin yanı sıra cihaz kullanılarak gerçekleştiriliyorsa enstrümantal analiz denir Spektroskopik analiz Elektrokimyasal analiz Kromatografik analiz

Kalitatif analizlerde bir analitin numune içinde olup olmadığı test edilir. Kalitatif analizler yaş kimyadan faydalanılarak yapıldığı gibi enstrümantal yöntemler ile de yapılabilir. Örneğin kromatografik bir analizde kromatogram üzerinde beklenen alıkonma süresinde çıkan bir pik o analitin varlığını gösterir.

Spot testlerde organik ve inorganik kimyasal maddelerin çözeltileri kullanıldığı için analitik kimyanın klasik (yaş) analizine girerler. Damla deneyi veya renk deneyleri olarak da isimlendirilen spot testler küçük bir deney tübü, saat camı veya tüpfil içinde yapılır. Kaptaki numunenin üstüne renk reaktifi damlatılır ve karıştırılır. Karakteristik renk oluşumu belli gruba giren maddelerin varlığını gösterir. Spot testler, analitler için spesifik değildir ama renk oluşmaması o analitin yokluğunu gösteren iyi bir indikatördür. Örnek olarak kan lekesi belirlenmesinde kullanılan Kastle-Mayer testinde numuneye fenolftalein uygulandığında hemoglobinle reaksiyon sonucu pembe-mor renk oluşursa leke kandır. Ayrıca, Luminol uygulandığında oluşan mavi ışık da kan lekesi varlığını gösterir.

Kimyasal Analiz Basamakları

Bir analizin başarısında hayati rol oynayan dört basamağın genel hatları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2
Analiz Basamakları

(1) Yöntem ve Cihaz seçimi
(2) Numune alma ve ölçüme hazırlama Temsili Numune Alma Laboratuvar Numunesinin Hazırlanması Numunelerin Çözülmesi Bozucu Etkilerin Giderilmesi
(3) Ölçüm Analitin Özelliğinin Ölçülmesi
(4) Sonuçların Rapor edilmesi Sonuçların Hesaplanması Sonuçların Güvenirliliğinin Belirlenmesi

Yöntem ve Cihaz Seçimi

Analiz işleminin ilk basamağı, analizde istenen bilgiye göre kullanılacak teknik ve cihazların seçimi ile örneğe uygulanacak işlem adımlarının belirlenmesidir. Yöntem seçimi, şu noktalar göz önünde bulundurularak belirlenir; elde edilmek istenen bilgi, analiz edilecek maddenin konsantrasyon aralığı, örneğin bileşiminde bulunan diğer türler, örneğin fiziksel hali ve kimyasal özellikleri, analiz edilecek örnek sayısı, analiz süresi, örnek miktarı ve istenen hassasiyet. Cihaz seçimi yaparken; ölçüm konsantrasyon aralığı, kullanılacak örnek miktarı, örneğin fiziksel hali ve kimyasal özellikleri, analiz süresi, ilk alım fiyatı, işletim masrafı ve kullanıcının yetkinliği dikkate alınmalıdır. Metot seçiminde uluslararası, bölgesel ya da ulusal standartlardan (ISO, EN, TSE, ASTM, EPA gibi) veya literatür taraması yapılarak (JAOAC, bilimsel yayınlar) faydalanılacaksa metotlar doğrulanmalı, diğer yandan yeni bir metot geliştiriliyorsa tam geçerli kılınmalıdır (validasyon). Adli Bilimler laboratuvarlarında mutlaka valide edilmiş metotlar kullanılır. Bir metodun validasyon parametreleri; ölçüm aralığı, doğrusallık, tespit sınırı (LOD), tayin sınırı (LOQ), seçicilik, spesifiklik, doğruluk, kesinlik (tekrarlanabilirlik ve tekrar üretilebilirlik), hassasiyet, sağlamlık ve sapmaların belirlenmesidir. Örnek metota uygun hale geldiğinde analitlerin ölçümü yapılır. Sonuçlar hesaplandıktan sonra değerlendirmeler yapılır (Barbooti, 2015; Çoruh et al., 2019; Özcan, 2003; Skoog et al., 1999).

Numune Alma ve Ölçüme Hazırlama

Analiz edilecek örnekten, onun tüm özelliklerini birebir yansıtan temsili kısım/parça alınmasına numune alma denir. Bir kimyasal

analizde yapılan ölçüm, alınan numuneden gerçekleştirilerek, ana örnek hakkında karar verildiğinden dolayı, numune alma ve numune hazırlama oldukça önemli bir basamaktır. Numune alma üç basamaktan oluşur:

I. Analiz edilecek maddenin özelliklerinin tanımlanması,

II. Analiz edilecek maddeyi tam olarak temsil eden bir numunenin alınması ve laboratuvara nakledilmesi,

III. Alınan numuneden analiz/ölçüm numunesinin hazırlanması.

Numunenin alınması ve taşınması sırasında "nereden, ne zaman, nasıl, ne büyüklükte, ne sıklıkta, kim tarafından alınmalı?" ve "ne tür saklama kabına konulmalı, nasıl korunmalı, nasıl nakledilmeli, ne kadar süre kararlı kalır, taşıma sırasında sağlığa etkisi var mı?" soruları mutlaka göz önünde bulundurulmalı ve her hangi bir noktada en ufak bir belirsizlik varsa yetkili mercilerden destek alınmalıdır. Numune, laboratuvara taşınırken uygun saklama kapları içine alınmalı, kap yüzeyine tutunma, buharlaşma gibi analit konsantrasyonunda değişiklikler olmamalı ve kaplardan numuneye kirlilik ve bulaş gelmemelidir. Adli örnekler için bunlara ek olarak delil zincirinin güvenlik kurallarına da riayet edilmelidir.

Ölçüm öncesi işlemler ise analiz edilecek numunenin fiziksel halinin ölçüm yapılacak cihaza uygun olması hale getirilmesi ve ölçümde hatalı sonuca neden olabilecek türlerin etkilerinin giderilmesini içerir. Örneğin, birçok cihaz sıvı çözeltilerden ölçüm yapmaktadır. Bu durumda katı numunelerin çözünürleştirilmesi veya ekstraksiyon işlemi ile analitin sıvı faza alınması gerekecektir.

Örneklerin Alınması ve Saklanmasında Dikkat Edilecek Hususlar

Olay yerinden toplanan bulgularda ve otopside alınan biyolojik materyallerde kimyasal inceleme yapılması talep edilen materyallerin örnek toplanması, paketlenmesi, taşınması ve Adli laboratuvarlara tesliminin her bir aşaması güvenlik ve soğuk zincir usulleri dikkate alınarak uygun bir şekilde yapılmalıdır. Örneklemenin bilimsel yöntemlere dayalı olarak yapılması ile örneğin tamamını temsil eden raporlandırma yapılır. Kimyasal analiz yapılması istenen örneğin ve analitin yapısı dikkate alınarak olay yeri veya otopside örneğin toplanmasından itibaren uygun adımlar izlenir. Uyutucu-uyuşturucu analizi yapılacak saç örneği şahıstan metal makasla kesilerek alındıktan sonra alüminyum folyo içinde laboratuvara gönderilmesi analiz için sorun teşkil etmezken bir örnekte eser element analizi yapılacaksa bu durumda kullanılacak kabın örneği kontamine ederek pozitif hataya veya örnekteki analitleri adsorplayarak negatif hataya sebebiyet vermeyecek özellikte olması gereklidir. Eser element analizleri ve iyon analizleri için temiz plastik kaplar kullanılması uygunken cam veya metal örnek kapları tercih edilmemelidir. Diğer yandan yangın enkazından toplanan bulguların kaptan gelen organik maddeler ile kontamine olmaması için cam kavanozlara veya metal kaplara alınması daha uygundur.

Örneklerde kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar sonucu bileşimlerinin değişmesinin önüne geçmek gereklidir. Örneğin bir kan örneğinin şahıstan alındığı andan laboratuvar incelemesine kadar geçen sürede yapısında değişiklik gelmemesi için

Tablo 3
Adli analizlerde kullanılan bazı önemli spot testler.

Test Adı	Kimyasal Bileşimi	Kullanıldığı Analit	Verdiği Renk
Kastle-Meyer	Fenolftalein	Kan varlığı	Pembe
Conway difüzyon ile Alkol testi	Dikromat	Alkol varlığı	Mavi
Marquis	Formaldehit ve sülfürik asit	-Eroin, morfin ve çoğu opium türevleri	Mor
		-Amfetaminler	Turuncu-kahverengi
Dillie-Koppanyi	Kobalt Tiyosiyanat, metanol ve izopropilamin	Barbituratlar	Menekşe
Simon's	Sodyum Nitroprussid ve sodyum bikarbonat	Metamfetamin	Koyu mavi
Mecke	Selenöz asidi ve sülfürik asit	-MDMA (Ekstazi)	Mor
		-Eroin	Yeşil
Duquenois-Levine	Vanilin, asetaldehit, etanol, kloroform	Esrar	Mor
Scott Test	Kobalt Tiyosiyanat, su, gliserin, HCl, kloroform	Kokain	Mavi
Van Urk	p-DMAB, Demir(III) Klorür	LSD	Mavi-mor
Siyanür Grupları Testi	Sodyum Pikrat	Siyanür	Kırmızı
Atış artığı	-Sodyum Rodizonat	Baryum, Kurşun	Mor
	-Trifenilmetilarsonyum İyodür	Antimon	
	-Difenil Amin Testi	Nitrat ve nitrit	Mavi

Tablo 4
Adli analizlerde numune, analit türleri ve kullanılabilecek cihazlar

İncelenecek materyal tipi	Analiz Tipi	İnorganik Analizler için Cihazlar	Organik Analizler için Cihazlar
- Biyolojik materyal (Kan, Saç, Tükürük, İdrar, Doku, Organ gibi) - Ateşli Silah - Sürüntü - Gıda - Boya - Cam, Kağıt.. - Ve her türlü fiziksel ve kimyasal madde.	- Ağır metaller - Uyuşturucu maddeler - Zehirler - Tarım İlaçları - Alkoller - Atış artığı - Uçucu organik bileşenler	AAS ICP-MS SEM XRF	GC HPLC GC-MS LC-MS IR NMR

analize uygun bir tüpe aktarılması ve tüpün en az beş – altı kez yavaşça ters düz edilmesinden sonra diğer materyallerde olduğu gibi soğuk zincir ve güvenlik zincirine uygun şekilde laboratuvara gönderilmesi sağlanır. Kanda yapılması istenen analize bağlı olarak uygun koruyuculu tüp kullanması önemli olduğu için tüplerin üretim etiketlerinin üzerilerinde hangi koruyucuyu bulundurduğu ve buna göre kapak renkleri farklıdır. Örneğin, kanda alkol analizi talebi varsa kan örneği içerisinde koruyucu olarak florür ve EDTA içeren gri kapaklı tüpe aktarılır. Kan alınacak deri bölgesi, alkol ihtiva etmeyen bir solüsyon ile dezenfekte edilmelidir. Florür, enzimlerin aktivasyonunu inhibe ederek biyokimyasal reaksiyonların durmasına neden olduğu için içinde bulunduğu gri kapaklı tüpler kanda alkol, sahte içki içilmesi vakalarında formik asit ve ayrıca siyanür analizleri için uygundur. NaF içeren tüp kullanılmayan postmortem kanlarda biyokimyasal reaksiyonlar sonucu formik asit konsantrasyonu sahte içki içerek ex olan kişilerin kanındaki değerlere kadar ulaşabildiğinden hatalı pozitif sonuca neden olabilir (Destanoglu & Ateş, 2019). Diğer yandan kan örneği koruyucu içermeyen tüpte bekletildiğinde bakteri ve mantarların etkisi ile kanda siyanür konsantrasyonu değişkenlik gösterebilir (Destanoglu & Ateş, 2021). Ayrıca eser element analizleri için lacivert kapaklı tüpler ve uyutucu-uyuşturucu analizleri içinse mor kapaklı tüpler kan örnekleri için uygundur. Elektrolit analizi yapılacak bir kan örneği için tüpün içeriğindeki koruyucu ile analitlerin aynı olmamasına dikkat edilir. Örneğin, kanda sodyum, potasyum ve diğer elektrolitlerin analizi yapılacağı zaman NaF ve K_3EDTA içeren bir tüp tercih edilmez. Ayrıca ağır metal analizi istenen sıvılar genellikle %2 HNO_3 içeren çözelti içinde laboratuvara gönderilir ancak aynı bu örnekte amonyum nitrat analizi yapılması anlamlı değildir.

Biyolojik materyaller ve gıda örnekleri gibi sıcaklığa bağlı olarak kolayca bozulan örnekler uygun kaplarda ve soğuk zincirde laboratuvara gönderilirler. Civa ve arsenik gibi uçucu ağır metallerinin analizlerinin istendiği fiziki materyallerin de aynı tedbirler alınarak laboratuvara ulaştırılması gereklidir.

Kalitatif ve Kantitatif Ölçüm Yöntemleri ve Cihazları

Analiz yöntemlerini tanımladıktan sonra bu kısımda Adli Kimya'da en sık incelemesi yapılan numune tipleri, ölçüm yöntemleri ve analiz cihazları anlatılacaktır. Spot testler (Damla ve renk deneyleri) tarama testi olarak analitin varlığı yokluğu konusunda hızlı karar vermede analitin varlığı yokluğu konusunda kullanabilirler. Analitler için spesifik değildirler ancak beklenen rengin oluşmaması o analitin yokluğunu gösteren iyi bir indikatördür. Adli Analizlerde kullanılan bazı spot testler hakkında temel bilgiler Tablo 3'de özetlenmiştir.

Adli bulguların analizi sırasında basit bir renk testi kullanılabileceği gibi kullanımı bilgi ve tecrübe isteyen görece olarak daha komplike aletlerin kullanılması da gerekebilir. Bu noktada uzmanın analizi nasıl yapılacağına karar verirken bilgi birikimi ön plana çıkmaktadır. Adli Analizlerde incelenen örnekler, bileşenler ve analitik cihazlar Tablo 4'de özetlenmiştir.

İnorganik Maddeler ve Analiz Yöntemleri

Bir bulgu incelenmek üzere Adli laboratuvarlara gönderildikten sonra inceleme uzmanı maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini mümkünse ön kalitatif testler ile dikkatlice inceler. Anyon ve katyonlar için eskiden uygulanan sistematik kalitatif analizleri zordur. Ancak belli gruptaki maddeleri belirlemek için önemli yol göstericidir.

Endüstride cilde zarar veren veya bir mağdurun yüzüne dökülerek zarar vermek istenilen vakalarda kullanılan sıvı delilin pH değeri çok ise ve bu örneğin temsili bir kısım hacmine baryum klorür ilave edildiğinde beyaz çökelti oluşması örnekte sülfürik asit bulunduğu anlamına gelir. Baryum asidik ortamda sadece sülfat ile beyaz çökelek oluşturduğu için bu örnekte seçici bir yöntem gibi gözükse de asit çözeltisinin sadece sülfürik asitten oluştuğu sonucuna hızlıca varmak hataya neden olabilir.

Cıva olduğu iddia edilen ve olay yerinde bulunan veya gıdalara katılma şüphesi olan vakalarda laboratuvara gönderilen delilin belli bir hacmi tartılarak yoğunluğu hesaplandığında sonucu yaklaşık 13,6 g/mL bulunuyorsa ve fiziksel özellikleri uyumluysa örneğin elementel cıva olduğu sonucuna hızlıca varılır.

Ağır metaller ve çok sayıda elementin analizleri için günümüzde Adli laboratuvarlarda kullanılan en yaygın cihazlar Endüktif Eşleşmiş Plazma – Kütle Spektrometre (ICP-MS) sistemleridir. ICP-MS sistemleri ile her türlü delilde yüksek hassasiyette ve seçicilikte elementel analiz yapılabilmektedir. İdeal şekilde toplanmış ve analize hazır hale getirilmiş delillerde ICP-MS sistemleri ile tek bir yüklemede birkaç dakika içinde çok sayıda elementin analizi hassas, doğru ve kesin bir şekilde yapılabilir. Ağır metal analizlerinde Atomik Absorpsiyon Spektrometreleri (AAS) de kullanılmaktadır. Örneğin toprağın kazılmasında kullanılan aletlerde, şahısların giysi ve araçlarında kalmış toprak delillerinde yapılan elementel incelemelerde olay yeri, fail ve mağdur eşleştirilmeleri; mahkeme kararı ile feth-i kabir bulgularında ağır metal analizleri adli kimyada önemli konulardır.

İyonik bileşiklerin (anyon ve katyon) analizleri için ise İyon Kromatografi (IC) sistemleri hassas ve güvenilir sonuçlar vermektedirler.

IC sistemleri özellikle sulu çözeltilerde anyon ve/veya katyon analizleri için kullanılan yüksek seçici, hassas ve güvenilir tekniklerdir. Temelde sistem olarak yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) prensibinde çalışır, ama ayırım mekanizması iyonik etkileşimlere dayanır. IC sistemlerinde, anyon analizi için bazik mobil faz, katyon analizi içinse asidik mobil faz kullanılır. Kolon ve dedektör seçimi analitlere göre farklılık gösterir. IC sistemlerinde genellikle iletkenlik dedektörü ve analitin cevabına göre yrıca elektrokimyasal (ED), UV ve kütle spektrometre de kullanılan diğer dedektörlerdir.

Ateşli silahlar kullanarak meydana gelen vakalarda, karakteristik inorganik atış artığı analitleri olan Pb, Sb ve Ba elementlerinin analizleri yapılır. Silah ateşlendiği zaman, kapsül içeriğinde bulunan kurşun stifnat ($C_6HN_3O_8Pb$), baryum nitrat ($Ba(NO_3)_2$) ve antimon sülfür (Sb_2S_3) tuzlarından kaynaklı olarak etrafa dağılan gaz bulutunda mikro ve nano parçacıklarda bu elementler bulunur. Eskiden HCl ile nemlendirilmiş pamuk uçlu swap alma çubuklarına geçen numunede Ba ve Pb analizi için sodyum rodizonat ile ve Sb için trifenilmetilarsanyum iyodür ile testlere veya parafin testine başvurulurken günümüzde yüksek hassasiyetli ileri enstrumantal analiz teknikleri kullanılmaktadır. Pb, Sb ve Ba elementlerinin yanı sıra cephane ve silahın yapısına bağlı olarak çok sayıda diğer element (Ag, Al, As, Bi, B, Ca, Cd, Cr, Cu, Au, Fe, Hg, Ni, K, Sr, S, Sn, Ti ve W elementleri ile buzlu cam, pirinç, bronz, sarı pirinç, kızıl pirinç, çelik, Zn ve Zr içeren element, bileşik ve alaşımlar) atış artığı analizlerine katkıda bulunabilir. Bu elementlerin hepsini bir yüklemede ve kısa süre içinde analizleyebilmesi ve ayrıca elementlerin farklı izotoplarının analizlerine de imkan vermesi açısından ICP-MS cihazları inceleme için uygun cihazlardır. Pb izotop oranı yöntemi ile kapsülün kökeni de tespit edilebilmektedir. Atış artıklarının ICP-MS ile analizleri için örnek asitli çözelti ile muamele edilerek çözeltiye alındığı için tekrar analizleri göz önünde bulundurularak analiz için kullanılacak çözelti miktarına ve örnek farklı bir analiz için de kullanılacaksa zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Atış artığı partiküllerinin morfolojisinin yüksek hassasiyette analizlenmesine imkan veren enerji saçınımlı X-ışını spektroskopi-taramalı elektron mikroskobu (SEM-EDX) atış artıkları analizleri için kullanılan standart bir yöntemdir. ICP-MS analizlerinin aksine SEM-EDX cihazlarında analizler çözeltide değil yapışkan koçan üzerine yapışmış örnekte yapılır. Atış artıklarının kendine has morfolojisi sayesinde örnek çevresel etmenlere maruz kalsa da SEM-EDX ile analizlenebilmektedir. Ancak ICP-MS veya AAS ile yapılan analizlerde çözeltideki toplam analit konsantrasyonu ölçüldüğü için analitlerin silahtan mı yoksa çevreden mi bulaştığı ayrımı yapılamamaktadır (Destanoglu & Ateş, 2020).

Yukarıda bahsedilen analiz cihazlarını kullanarak delillerde analiz yapan uzman, örnek toplanması, örneğin analize hazırlanması, kullandığı suyun saflığı ve diğer reaktiflerin kimyasal özellikleri, potansiyel reaksiyonlar, cihazların kullanımı, analiz yöntemleri, yöntemlerin validasyonu, yeni yöntem geliştirilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi noktalarında derin temel kimya bilgisi ve adli kimya tecrübesine sahiptir. Örneğin, IC veya farklı bir cihaz ile yapılan analiz sonucu okzalat sonucu doğrudan raporlanmadan önce delil sıvı ise pH göz önünde bulundurulur. Diyelimki çözeltinin pH = 1,5 ise raporlandırma okzalik asit olarak yapılır (pKa_1: 1,46 ve pKa_2: 4,40). Bu bilgi ışığında kimyasal bir türün insan sağlığına olumsuz etkisinin olup olmadığına ilgili mercilerin karar vermesi de kolaylaştırılır. Ayrıca, kontaminasyona neden olmamak için Adli Kimya laboratuvarında yapılan inorganik madde incelemelerinde çok dikkatli ve uygun malzemelerle çalışılmalıdır çünkü bu analitler çevreden kolayca bulaşabilmektedirler.

Organik Yapılı Maddelerin İncelenmesi

Adli Bilimler laboratuvarlarına gönderilen fiziksel ve biyolojik delillerde organik madde analizi için çeşitli enstrümantal yöntemler ve spot testler uygulanmaktadır. Enstrümantal yöntemler olarak Ultraviyole/Görünür Bölge Spektrofotometri (UV/VIS), Infrared Spektrofotometri (IR), Kütle Spektrometri (MS) ve Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) teknikleri organik maddelerin yapılarının aydınlatılmasında kullanılan spektroskopik yöntemlerin başında gelmektedir (Christian, 2012; Skoog et al., 1999). Kompleks matrisli örneklerde tek bir bileşenin analizi spektroskopik yöntemlerde girişimler meydana geldiği için kromatografik yöntemlere başvurulur. Spektroskopi, madde ile ışık arasındaki ilişkiyi inceleyen bilim dalı olarak tanımlanır. Kromatografi, bir karışımdaki maddelerin, hareketli (taşıyıcı) bir faz yardımıyla, sabit (durgun) bir faz arasından değişik hızlarda hareket etmeleri esasına dayanır (Skoog et al., 1999).

Spektroskopik Yöntemler ile Bulgularda Organik Bileşik Analizleri. Spektroskopik analiz teknikleri örnek ile elektromanyetik radyasyon arasındaki etkileşimlere dayanır. Elektromanyetik radyasyon elektrik ve manyetik bileşenlerden oluşur. Elektromanyetik radyasyonun dalga ve tanecik olmak üzere iki özelliği vardır. Spektroskopik analiz yöntemleri saf maddelerin karakterizasyonunda çok önemlidirler. Tablo 5'de UV/Görünür Bölge moleküler absorpsiyon spektroskopi, Floresans Spektroskopi ve İnfrared (IR) absorpsiyon spektroskopi, Raman Spektroskopi ve Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) Adli Kimyada uygulamaları özetlenmiştir (Christian, 2012; Hussain et al., 2021). FT-IR ve Raman Spektrometre cihazları yangın hızlandırıcı bileşiklerinin yapı

Tablo 5
Spektroskopik Yöntemlerin Adli Kimyada uygulamaları

UV/GB ve Floresans Spektroskopi	FTIR ve NIR Spektroskopi	Raman Spektroskopi	NMR
- Vücut sıvıları (kan ve kan lekesi, tükürük). - Alkollü içkiler. - İlaçlar, Uyuşturucular - Lifler - Parmak izleri - Boya - Petrol ürünleri - Belge inceleme	- Biyolojik örnekler (kan ve kan lekesi analizi, parmak izi, saç, tırnak, idrar, feçes, sperm, ...) - Mürekkep ve Belge inceleme - Patlayıcılar ve atış artıkları - İlaçlar, Uyuşturucular - Boya	- Biyolojik örnekler - Resimler, boyalar ve pigmentler - Patlayıcılar ve atış artıkları - Lifler - Toprak - Mürekkep analizi - Yangın	- İlaçlar - Patlayıcılar - Postmortem değişimler - Ksenebiyotikler Sahtecilikler (ilaç, gıda, takı, vd)

tayini gibi çok fazla sayıda bileşiğin analizi uygulamaları için delile zarar vermeyen (tahribatsız) analiz sistemleri olsalarda FT-IR ve Raman sistemlerinde kullanıcılar mutlaka kendi kütüphanelerini oluşturmalıdırlar. Yangın incelemelerinde karşılaşılan yakıtların büyük çoğunluğu petrol türevleridir. Rafine edilmiş petrol ürünleri tipik olarak nispeten basit hidrokarbonlar, özellikle normal alkanlar, izoalkanlar, sikloalkanlar, basit aromatikler, indanlar ve polinükleer aromatik bileşikleri içerir. Elde edilen tek bir bileşik değil çok sayıda bileşiğin toplam spektrumunun cihaza bağlı bilgisayarda satın alınmış bir kütüphaneden tek bir bileşikmiş gibi cevap alınması hatalı olduğu için her laboratuvar potansiyel karışımları deneyerek kendi kütüphanesi oluşturmalı ve elde edilen parmak izi niteliğindeki spektrumları kemometrik analiz yöntemleri uygulanarak yorumlamalıdır.

Kromatografik Yöntemler ile Bulgularda Organik Bileşik Analizleri. Farklı tipte uygulamaları olan kromatografik yöntemler, kompleks matrisli örneklerde bulunan ve birbirlerine yakın fiziksel ve kimyasal yapıdaki bileşikleri birbirlerinden ayırarak tespit ve tayin etmek için adli kimya laboratuvarlarında yaygın olarak kullanırlar. Adli Kimya laboratuvarlarında kromatografik yöntemler ile genellikle uyutucu-uyuşturucu analizleri, pestisit analizi, bitkisel zehirler ve alkaloidler, patlayıcı analizi, lif analizi, gıda analizleri, mürekkep ve belge inceleme, zehirler, boya ve pigment analizleri gibi bir çok analiz yapılabilmektedir (Christian, 2012; Hussain et al., 2021).

Gazlar (metan, etan, propan, bütan, hidrojen siyanür gibi) ve uçucu bileşiklerin ve alkollerin analizi için headspace GC (HS-GC-FID, HS-GC-MS) sistemleri Adli Bilimler laboratuvarlarında yaygın olarak kullanılırlar. Ayrıca, Amfetaminler ve diğer uyarıcılar, Antidepresanlar, Benzodiazepinler, Narkotik analjezikler, opiatlar ve opioidler, Amfetamin olmayan stimulanlar, hallusinojenler ve yangın hızlandırıcıları için GC teknikleri ile analizler yapılır (Jickells & Negrusz, 2008; Newman, 2015). Yangın hızlandırıcıları olarak kullanılan sıvıların kimyasal ve fiziksel özelliklerinden dolayı analizlerinde GC sistemlerinin kullanılması oldukça uygundur. Yanıcı sıvılar genellikle nispeten düşük bir kaynama noktası aralığındaki yüzlerce bileşik içerebilirler. GC sisteminde apolar özellikli kolon kullanılması bileşiklerin makul bir şekilde ayrılmasına izin verir. Bununla birlikte, benzer kaynama noktalarına sahip bileşiklerin sayısı göz önüne alındığında, GC kromatogramında piklerin taban tabana ayrılması mümkün olamayabilmektedir ve neyse ki bu yangın analizleri için öncelikli sorun değildir. Heterojen bir yapıda olan yangın kalıntısı örneği tipik olarak birden çok matriks katkısı (örneğin halı, halı pedi, ahşap alt döşeme, döşeme, vb.) ve dolayısıyla analizlere çok sayıda girişim yapabilecek bileşik kaynağı içerebilmektedir. Bu yüzden, GC-MS analiz sonuçlarında, yanıcı sıvılar dışında matriksteki maddelerin mevcut bileşikleri de bulunabilir. Bazı durumlarda, yangın esnasında matriksteki bileşenlenlerin parçalanması sonucu oluşan ürünler de hedef analitler ile aynı olabilir ve bu durum sonraki yorumlama basamağını da etkileyebilir. Bir yangın kalıntısı numunesinde bir yanıcı sıvının tanımlanması, numune verilerinin aynı kromatografik koşullarla analiz edilen bir referans yanıcı sıvı ile doğrudan karşılaştırılmasını gerektirir. GC kromatogramlarında patern tanıma adı verilen bir teknik kullanılarak çoğu yanıcı sıvının tanımlanması ve sınıflandırılması yapılabilmektedir.

HPLC, uyuşturucu maddelerin ilaçlarda ve yasadışı ürünlerde analizinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu uygulamalarda sıklıkla UV/VIS, FL, RI ve MS dedektörleri kullanılmaktadır. Ayrıca HPLC sistemleri biyolojik sıvılar ve dokularda ilaç etken maddeleri ve diğer organik madde analizleri için de Adli Kimya'da sıklıkla başvurulan metottur. Ayrıca pestisitlerin ve bitkisel zehirler ile alkaloidlerin analizleri de HPLC ile yapılabilmektedir (Christian, 2012; Hussain et al., 2021; Jickells & Negrusz, 2008).

Tabletler ve fiziki narkotik delillerde eroin, morfin, kodein, kokain, amfetamin, metamfetamin, MDMA, MDA, MDEA ve MBDB bileşikleri için ters faz; Δ9-tetrahydrocannabinol (THC), CBD ve CBN bileşikleri için ise normal faz ince tabaka kromatografisi (TLC) kullanarak yapılan yürütme işlemi sonrası plakalara farklı dalga boylarında ışıklar gönderilerek görülen bölgeler işaretlenir. Standart ekimlerin Rf değerleri ve lekelere püskürtülen reaktif çözeltileri ile bu maddelerin varlığı tespit edilir. Tablet gibi fiziki delillerde TLC ile güvenilir sonuçlar elde edilse de GC sistemleri ile sonuçlar doğrulanır (Christian, 2012; Hussain et al., 2021).

HS-GC sistemleri kan, içki ve diğer örneklerde alkol analizleri için en uygun cihazlardır. FID dedektörlü GC sistemlerinde eğer alkollü içki analizleri için polar kolonlar kullanılıyorsa genellikle metanol ile tert-butanol bileşiklerinin kolondan hemen hemen aynı anda ayrılabileceği dikkate alınmalıdır. FID dedektörlü GC sistemlerinden elde edilen sonuçların bilimsel geçerlilik kazanması için biri polar diğeri apolar olmak üzere çift kolonlu sistemlerde çalışılması gereklidir. Tüm adli incelemelerde olduğu gibi bu noktada da sonuçların güvenirliği garanti altına alınarak örneğin söz konusu girişim sonucu tert-butanol piki yerine metanol tespit edilmesi ve konsantrasyonunun düşük bulunması halinde dosyanın yanlış yönlendirilmesinin önüne geçilir. Diğer yandan MS dedektörlü sistemlerde tek kolon kullanılsa dahi uygun iyon kütlesi seçilerek bu sorunun üstesinden gelinebilmektedir.

Yasal Boyut

5237 sayılı Türk Ceza Kanunu (TCK)'nun; 171. maddesine göre bir kişi taksirle yangına neden olarak başka insanların hayatına, sağlığına ve malvarlığına zarar vermesi durumunda bu kişi üç aydan bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılmaktadır. TCK 172. maddesinin 1. fıkrasına göre başka bir kişinin sağlığına zarar vermek için bilinçli radyasyona maruz bırakan kişi, üç yıldan onbeş yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılmaktadır. Aynı maddenin 2. fıkrasına göre, fiilin belirsiz sayıda kişilere karşı işlenmiş olması halinde, beş yıldan az olmamak üzere hapis cezası ile; 3. fıkrasına göre başkasına önemli ölçüde zarar vermeye elverişli olacak biçimde radyasyon yayan veya atom çekirdeklerinin parçalanması sürecine etkide bulunan kişi, iki yıldan beş yıla kadar hapis cezası ile; 4. fıkrasına göre nükleer bir tesis veya laboratuvarda çalışan kişi, dikkatsizliği ve özensizliği sonucu başkasının radyasyona maruz kalmasına neden olması durumunda altı aydan üç yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılmaktadır. TCK 174. maddesi, 1. fıkrasına göre yetkili makamlardan gerekli izni almaksızın, patlayıcı, yakıcı, aşındırıcı, yaralayıcı, boğucu, zehirleyici, sürekli hastalığa yol açıcı nükleer, radyoaktif, kimyasal, biyolojik maddeyi imal, ithal veya ihraç eden, ülke içinde bir yerden diğer bir yere nakleden, muhafaza eden, satan, satın alan veya işleyen kişi, dört yıldan sekiz yıla kadar hapis ve beşbin güne kadar adlî para cezası ile cezalandırılmaktadır. Yetkili makamların izni olmaksızın, bu fıkra kapsamına giren maddeleri imal etmek, işlemek veya

kullanmak amacıyla, gerekli olan malzeme ve teçhizatı ithal eden, ihraç eden, satışa arz eden, başkalarına veren, nakleden, depolayan, satın alan, kabul eden veya bulunduran kişi de aynı ceza ile cezalandırılır. Aynı maddenin 2. fıkrasında; bu fiillerin suç işlemek için teşkil edilmiş bir örgütün faaliyeti çerçevesinde işlenmesi halinde, verilecek ceza bir kat artırılır. TCK 174. Maddesi 3. fıkrasına göre ise önemsiz tür ve miktarda patlayıcı maddeyi satın alan, kabul eden veya bulunduran kişi hakkında, kullanılış amacı gözetilerek, bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılmaktadır.

TCK 179. maddesi 3. Fıkrasına göre Alkol veya uyuşturucu madde etkisiyle ya da başka bir nedenle emniyetli bir şekilde araç sevk ve idare edemeyecek halde olmasına rağmen araç kullanarak trafik güvenliğini tehlikeye sokan kişi üç aydan iki yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır. TCK 34. Maddesi 1. Fıkrasına göre geçici bir nedenle ya da irade dışı alınan alkol veya uyuşturucu madde etkisiyle, işlediği fiilin hukuki anlam ve sonuçlarını algılayamayan veya bu fiille ilgili olarak davranışlarını yönlendirme yeteneği önemli derecede azalmış olan kişiye ceza verilmez. Ancak, iradi olarak alınan alkol veya uyuşturucu madde etkisinde suç işleyen kişi hakkında birinci fıkra hükmü uygulanmaz.

Çevreye kontrolsüz yayılan atıklar ve kimyasallar ne yazıkki her geçen gün soluduğumuz havanın, yer altı ve yüzey sularının, toprağın ve biz insanlar ile birlikte yaşadığımız canlıların sağlığının olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. TCK üçüncü kısmı (topluma karşı suçlar) ikinci bölümünde çevreye karşı suçlara verilen cezalar belirtilmektedir. Çevreye karşı işlenen suçlar, TCK'nun 181. ve 182. maddelerinde düzenlenmiştir. 181. maddede çevreyi kasten kirletenlere, 182. maddede ise taksirle kirletenlere uygulanan cezalar açıklanmıştır.

Bir kişi veya kişilerin hayatını ve sağlığını tehlikeye sokmak amacıyla tüketilen gıda, içecek veya her hangi bir şeye zehirli madde katan veya bunları bir şekilde bozan kimseye TCK 185. maddesi 1. fıkrasına göre iki yıldan onbeş yıla kadar hapis cezası verilmektedir. Ancak belirtilen fiillerin dikkat ve özen yükümlülüğüne aykırı olarak işleyen kimse, aynı maddenin 2. fıkrasına göre üç aydan bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılmaktadır. Bozulmuş veya değiştirilmiş gıda veya ilaçların ticaretine ilişkin TCK 186. maddesi 1. fıkrasına göre kişilerin hayatını ve sağlığını tehlikeye sokacak biçimde bozulmuş, değiştirilmiş her tür yenilecek veya içilecek şeyleri veya ilaçları satan, tedarik eden, bulunduran kimseye bir yıldan beş yıla kadar hapis ve binbeşyüz güne kadar adlî para cezası verilirken, kişilerin hayatını ve sağlığını tehlikeye sokacak biçimde ilaç yapan veya satan kimseye, TCK 187. maddesi 1. fıkrasına göre bir yıldan beş yıla kadar hapis ve adlî para cezası verilir.

Uyutucu ve uyarıcı maddelerin imali, ithali ve ihracı, nakli, bulundurulması, alımı ve satımı ile ilgili tüm denetimleri 2313 sayılı "Uyuşturucu Maddelerin Murakabesi Hakkında Kanun" da belirtilmiştir. Bu kanuna göre; izin belgesi almadan ya da izin belgesi almasına rağmen bilerek belgesinde belirtilen alandan fazla yerde veya izin belgesinde kayıtlı yerden başka yerde kenevir ekimi yapan kişi, elli günden az olmamak üzere adlî para cezası ile, esrar elde etmek amacıyla kenevir ekimi yapan kişi dört yıldan on iki yıla kadar hapis ve beşyüz günden onbin güne kadar adlî para cezası ile, münhasıran kendi kullanımı için ihtiyaç duyduğu esrarı elde etmek amacıyla kenevir ekimi yapan kişi bir yıldan üç yıla kadar hapis cezası ile, imali, ithali ve ihracı, nakli, bulundurulması, alımı ve satımı Sağlık Bakanlığının iznine tabi Uyuşturucu ve Psikotrop maddelerden herhangi birini izinsiz imal, ithal ve ihraç edenler, nakledenler veya bulunduranlar, satın alanlar veya satanlara, mahallî mülkî amir tarafından onbin Türk Lirasından yüzbin Türk Lirasına kadar idarî para cezası ile ve bu maddelerden herhangi birini, uyuşturucu veya uyarıcı maddelerin imalatında kullanılmak amacıyla imal, ithal veya ihraç edenler, nakledenler veya bulunduranlar, satın alan veya satanlar, TCK 188. Maddesinin ilgili fıkralarına göre cezalandırılmaktadır. TCK 188. Maddesinin 1. fıkrasına göre, Uyuşturucu veya uyarıcı maddeleri ruhsatsız veya ruhsata aykırı olarak imal, ithal veya ihraç eden kişi, yirmi yıldan otuz yıla kadar hapis ve ikibin günden yirmibin güne kadar adlî para cezası ile cezalandırılmaktadır (TCK, 2004).

Sonuç

Kimya bilimi, hayatın her alanında olduğu gibi Adli olayların çözüm noktasında da oldukça önemli bir katkı yapmaktadır. Bu açıdan Adli Bilimcilerin temel düzeyde Kimya bilgisine sahip olması, karşılaştıkları olaylarda neden sonuç ilişkisini yorumlamada ve karar vermede oldukça yardımcı olacaktır. Bu bölümde, Adli Bilimler meraklısı öğrenciler ve uzmanlar için başucu kaynağı nitelikte Kimya bilgisi ve Kimyanın Adli Bilimlere katkısı kısa ve öz bir şekilde anlatılmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Barbooti, M. M. (2015). Environmental applications of instrumental chemical analysis. In *Environmental Applications of Instrumental Chemical Analysis*. [Crossref]

Christian, D. (2012). Forensic chemistry handbook: Procedure and Practice. *In Choice Reviews Online 50*(2) [Crossref]

Çoruh, B. T., Yılmaz, A., Demirtaş, A., Ekmekci, K., Topal, K., Tunç, M. & Yolcu Ömeroğlu, P. (2019). Metodun Geçerli Kılınması Ve Doğrulanması İçin Bilgilendirme Kılavuzu. In Türkak Türk Akreditasyon Kurumu.

Destanoglu, O. & Ateş, İ. (2019). Evaluation of Formic Acid Concentrations in Postmortem Blood Samples Using HS-GC-MS System. *Turkiye Klinikleri Journal of Forensic Medicine and Forensic Sciences, 16*(3), 155-163. [Crossref]

Destanoglu, O. & Ateş, İ. (2020). *Ateşli Silahlar ile Gerçekleştirilen Terör Saldırısı Vakalarında ICP-MS Kullanarak Atış Artıklarının Analiz Yöntemi. 1*, 32-39.

Destanoglu, O. & Ateş, İ. (2021). Headspace gas chromatography-mass spectrometry method for the determination of total cyanide concentration in water and post-mortem blood samples. *Journal of the Serbian Chemical Society, 86*(1), 77-90. [Crossref]

Destanoğlu, O. & Ateş, İ. (2019). Determination and evaluation of methanol, ethanol and higher alcohols in legally and illegally produced alcoholic beverages. *Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry, 6*(1). [Crossref]

Hussain, C. M., Rawtani, D., Pandey, G. & Tharmavaram, M. (2021). *Handbook Of Analytical Techniques for Forensic Samples*. In Elsevier. [Crossref]

Jickells, S. & Negrusz, A. (2008). *Clarke's Analytical Forensic Toxicology.* Pharmaceutical Press. [Crossref]

Kingsbury, J. A., Delzer, G. C. & Hopple, J. A. (2008). Anthropogenic Organic Compounds in Source Water of Nine Community Water System that Withdraw from Streams, 2002-05: U.S. *Geological Survey Scientific Investigations Report* 2008-5208. [Crossref]

Newman, R. (2015). Forensic fire debris analysis. *Forensic Chemistry,* 135-174. [Crossref]

Özcan, M. (2003). Kimyasal analiz ve numune hazırlama. *Kimya Teknolojileri, 31*, 68-70.

Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D. & Bisonnette, C. (2011). *General Chemistry* (10th ed.). Pearson Education.

Siegel, J. A. (2016). *Forensic chemistry*. In WILEY Blackwell.

Skoog, D. A., West, D. M. & Holler, F. J. (1999). *ANALİTİK KİMYA Temelleri* 2 (7th ed.).

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2016). Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği (2016/55). http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.

T.C. Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu. (2011). Etil Alkol ve Metanolün Üretimi ile İç ve Dış Ticaretine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliği. http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.

TCK. (2004). Türk Ceza Kanunu (Kanun Numarası:5237). https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5237.pdf

IUC UNIVERSITY PRESS

BÖLÜM 15
BELGE KİMYASI VE MÜREKKEP YAŞ TESPİTİ

Dilek Salkım İŞLEK

DOI: 10.5152/0615

Belge Kimyası ve Mürekkep Yaş Tespiti

Document Analysis and Determination of Ink Aging

BÖLÜM HAKKINDA

Belge sahteciliği hukuk sisteminde en çok karşılaşılan suç türlerinden biridir. Belge sahteciliği gibi suçlarla ilgili soruşturmalarda, adli bilimlerin sunduğu teknikler ve yöntemler kritik önem taşır. Yargı sistemi, uzmanlardan iki önemli sorunun cevabını istemektedir. Bunlar; belgedeki şüpheli yazıların kim tarafından ve ne zaman oluşturulduğudur. Belgenin kim tarafından oluşturulduğu sorunun cevabı yazı analizi ile yapılır. Yazı analizi, şüphelinin geçmişte yazdığı belgelerle şüpheli belgedeki yazıları karşılaştırarak kim tarafından oluşturulduğunu belirlemeyi amaçlar. Diğer yandan, mürekkep yaş tayini, belgenin ne zaman oluşturulduğunu belirlemek için önemlidir. Belgenin oluşturulma zamanı şüpheli belgedeki mürekkebin zamana bağlı değişiminin analitik yöntemler kullanılarak tespit edilmektedir. Bu süreçte, belgedeki mürekkebin kimyasal analizi yapılır. Mürekkebin bileşimi ve özellikleri incelenerek yazının ne zaman yazıldığına dair ipuçları elde edilir. Yurtdışında mürekkep yapı ve yaş tayini ile ilgili çalışmaların temeli çok eskilere dayanmasına rağmen ülkemizde sayı olarak çok yetersizdir. Ancak ülkemizde son yıllarda resmi ve özel başvuruların artması ile bu alandaki çalışmaların sayısı da artış göstermektedir. Adli belge inceleme uzmanları, belge sahteciliği ile ilgili soruşturmalarda geliştirilen yöntemleri etkin bir şekilde kullanır, yargı sistemine önemli katkılar sağlar ve adil bir yargılama sürecinin gerçekleşmesine yardımcı olur.

Anahtar kelimeler: Adli bilimler, şüpheli belge analizi, mürekkep yaş analizi

ABOUT the CHAPTER

Document forgery is one of the most common types of offences in the legal system. The techniques and methods offered by forensic sciences are of critical importance in investigations of offences such as document forgery. The judicial system asks experts to answer two important questions. These are; by whom and when the suspicious writings in the document were created. The answer to the question of who created the document is done by handwriting analysis. Handwriting analysis aims to determine who created the document by comparing the suspect's past writings with the writings in the suspect document. On the other hand, ink age determination is important to determine when the document was created. The time of creation of the document is determined by analytical methods of the time-dependent change of the ink in the suspect document. In this process, the ink in the document is chemically analysed. By analysing the composition and properties of the ink, clues are obtained as to when the writing was written. Although the basis of studies on ink structure and age determination abroad is very old, it is very insufficient in number in our country. However, with the increase in official and private applications in our country in recent years, the number of studies in this field is also increasing. Forensic document examiners effectively use the methods developed in investigations related to document forgery, make significant contributions to the judicial system and help to realise a fair trial process.

Keywords: Forensic sciences, questioned document analysis, ınk aging analysis

Giriş

Adli bilimler, birçok bilim dalının beraber çalıştığı multidispliner bir alandır. Yargı sisteminde en çok karşılaşılan suç türlerinden biri belge sahteciliğidir. Belge sahteciliğinde iki ana soru yargı sistemini suçluya götürmektedir. Bunlardan ilki belgenin kim tarafından oluşturulduğu, diğeri ise belgenin ne zaman oluşturulduğudur. Belgenin kim tarafından oluşturulduğunun tespiti için uzmanlar, şüphelinin geçmişte yazdığı yazılarla şüpheli belgedeki yazıları optik yöntemler yardımı ile kıyaslayarak bir sonuca ulaşırlar. Belgenin ne zaman oluşturulduğunun cevabı ise kağıt üzerindeki mürekkebin kimyasal açıdan incelenmesi ile ortaya çıkmaktadır. Belge üzerindeki mürekkebin zamanla yapısındaki değişimlerin analitik yöntemlerle tespit edilmesine mürekkep yaş tayini denir (Aginsky, 1993).

Mürekkep yaş tayini ile ilgili çalışmaların temeli 1903 yılına dolma kalem mürekkebinin analizine dayanmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile beraber günlük hayatta kullandığımız yazı araçları da çeşitlilik göstermeye başlamıştır. Tükenmez kalem, jel kalem, dolma

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Dilek Salkım İşlek

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: dsislek@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Salkım İşlek, D. (2024). Belge kimyası ve mürekkep yaş tespiti. F Aşıcıoğlu (Ed). Adli Bilimler içinde (s. 177-181). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

kalem, roller kalem, keçeli kalem yaygın kullanılan yazı araçlarına örnek olarak verilebilir (Kikuchi, 1963). Kalem çeşitliliğinin artması ile uzmanlar sadece tükenmez kalem mürekkebi ile değil jel kalem, roller kalem, keçeli kalem mürekkepleri ile ilgili çalışmalara da yönelmişlerdir. Kalem çeşitlerinin ilk kez piyasaya çıkış tarihlerine baktığımızda 1945 li yıllarda tükenmez kalemler, 1960 lı yılların başında keçeli kalemler ve 1984 yılında ise jel kalemlerdir (Brunell, 1984).

Adli belge inceleme uzmanları kalemleri, mürekkeplerindeki renklendiricilerin kimyasal yapılarına göre ikiye ayırmaktadır. Bunlar; tükenmez kalemler ve tükenmez kalem olmayan kalemlerdir.

Adli belge inceleme uzmanları belgeyi üç ana unsurda inceler:

- Kağıt
- Yazı Gereçleri
- Mürekkep

Kağıt

Kağıt; odun, saman gibi bitkisel kaynaklı maddelerin liflerinin saçaklandırılarak birbirine bağlanması ile oluşturulan üzerinde yazı yazmaya ve/veya baskı yapmaya elverişli tabakadır.

Kağıdın eldesinde ilk aşama ağaçların kesilerek ve kabuklarından ayrılmasıdır. Bu işlemin ardından ağaçlar, kütük haline getirilmektedir. Daha sonra küçük parçalara ayrılarak içine su konarak hamur haline getirilmektedir. Bu hamurun içine selüloz maddesi suda eritilerek eklenir. Kağıdın renginin beyaz olması için karışıma mürekkep eklenerek, mikserler yardımı ile karıştırılır. Karıştırıcılardan çıkan kağıt hamuru, makineye işlenmek üzere gönderilir, burada karışıma vakum ve basınç uygulanır. Kağıt hamurundaki su oranı sıcak silindirler yardımı ile azaltılır. Tüm bu süreçlerin ardından kağıt üretilmiş olur (Levinson, 2000).

Kağıdın Kriminal İncelemesi

Adli bilimler açısından kağıdın incelenmesi oldukça önemlidir. Özellikle tehdit mektuplarının kaynağının belirlenmesinde ya da sözleşmelerde ilave sayfaların tespitinde kağıt analizinden faydalanılabilir. Kağıt incelemesinde belgeye zarar vermeyen yöntemlerin tercih edilmesi önemlidir. Şüpheli belgeleri karşılaştırırken fiziksel özellikleri ve yapıları birbiri ile kıyaslanmalıdır (Brunell, 1995).

1. Fiziksel Özellikler

Laboratuvarlarda yapılabilecek fiziksel ve görsel testler:

- Kâğıdın boyutlarının karşılaştırılması,
- Kâğıdın ağırlıklarının kıyaslanması (en az 10 ölçüm alınmalı),
- Kâğıdın opaklığı,
- Kâğıdın kalınlığı,

2. Optik Özellikler

Kâğıdın optik özellikleri, fiziksel özelliklerden daha önemlidir. Optik özelliklerin büyük önem taşıdığı bazı kâğıt cinsleri; baskı kâğıtları, saydam sargılık kâğıtlar ve yazı kâğıtlarıdır. Kâğıt özelliklerinin anlaşılabilmesi için opaklık, parlaklık saydamlık, beyazlık ve renk gibi önemli optik özelliklerinin tespit edilmesi gerekmektedir.

Kâğıdın optik özelliklerini kâğıda ulaşan ışığın nispi miktarı ile gelen ışığın kâğıt tarafından yansıtılma, geçirilme ve absorbe edilmesi şekli tayin eder. Kâğıdın optik özelliklerini, kâğıtta bulunan maddelerin optik özellikleri etkiler. Bunlar;

- Selülozun beyazlık derecesi,
- Beyaz pigmentlerin, dolgu maddesi veya yüzey kuşesi olarak kullanılması,
- Boya maddelerinin veya renkli pigmentlerin kullanılması,
- Hamur hazırlama metodu,

Lif Analizi

Kâğıt yapımında kullanılan yıllık bitkilerin/odunların lifleri yapısal ve biçimsel olarak farklıdır. Bir kâğıdın yapımında kullanılan lifler; pamuk, odun, paçavra vb. dir. Bitkisel esaslı liflerin boyutları ağacın cinsine, yaşına, yetişme yeri koşullarına ve iklime bağlıdır. Kağıdı oluşturan liflerin boyutlarının anlaşılması, yapısını büyük ölçüde etkiler. Liflerin ortalama uzunluğunu, keçeleşmelerini ve kağıt hamuru içindeki lif sayısını belirlemek, kağıt kalitesini yönetmek ve çeşitli kağıt türleri arasında karşılaştırma yapmak için çok önemlidir.

Finlandiya'da geliştirilen ve mikroskobik ölçüme dayanmayan bir teknik, özel olarak tasarlanmış Kajaani FS-200 fiber analizörüdür. Bu cihazda, lif uzunluğu veya miktarı, kılcal bir tüpten geçen liflerin neden olduğu ışık polarizasyonundaki değişiklikle belirlenir. Bu sayede iğne yapraklı ağaç hamurundan elde edilen uzun lifler (3-5 mm) ile yapraklı ağaç hamurundan elde edilen kısa lifler (0,8-1,5 mm) birbirinden ayırt edilebilmektedir. Ayrıca, mikroskobik yöntemlerle liflerin tanımlanması, lif ayrımının ve kağıt tabakasında yapraklı odun hamurunu gösteren 0,1 ila 1,0 arasında değişen "trakeidlerin" veya iğne yapraklı odun hamurundan "trakeidlerin" varlığının belirlenmesini sağlar (Levinson, 2000).

Yazı Gereçleri

Yazı gereçlerinin tarihi, yazının tarihinden eskidir. İlk çağda, insanlar anlatmak istediklerini toprağa parmakları ile çizerek anlatmışlardır. Daha sonra kil tabletlerinin üstüne çivi gibi sivri objelerle şekiller çizmeye başlamıştır. Daha sonra ise sivri objelerin yerini kamış fırçalar, şimşir veya metal objeler, fildişi kalemler, kuş tüyleri, mürekkepli kalem, kurşun kalem, tükenmez kalem, daktilo ve klavye kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde en yaygın kullanılan kalem çeşitleri ise tükenmez kalem, jel kalem, dolmakalem, keçeli kalem ve roller kalem vb.dir (Güngör, 2013).

Mürekkep

Mürekkep yapısında renklendiriciler (boyar madde, pigment), çözücüler, reçineler ve katkı maddeleri bulunan karışımdır. Adli belge uzmanları, mürekkepleri açık sistem ve kapalı sistem olarak tanımlar. Açık sistem kağıt üzerindeki mürekkebi tanımlarken, kapalı sistem kartuştaki mürekkebi tanımlar (Bügler ve ark., 2008).

Renklendiriciler

Renklendiriciler; mürekkebe rengini veren maddelerdir. Mürekkeplerin yapısında renklendirici olarak boyar maddeler ve pigmentler bulunmaktadır.

Tükenmez kalem mürekkeplerinde renklendirici olarak viyole ailesi kullanılmaktadır. Kristal viyole, metil viyole, viktorya mavisi mavi tükenmez kalem mürekkeplerinde yaygın olarak kullanılan boyar maddelerdir. Jel kalemlerde ise pigmentler ve/veya boyar maddeler kullanılmaktadır. (Ezcurra ve ark., 2010).

Çözücüler

Çözücülerin mürekkeplerin yapısına katılma nedenleri;

- Renklendiricilerin seyreltilmesi
- Mürekkebin kağıt üzerinde hızlı kurumasını sağlamak
- Kağıda tatbikini kolaylaştırmaktır.

Mürekkebin yapısına katılan çözücüler sudan daha yoğun ve hızlı buharlaşan bileşiklerdir. Genellikle glikol bazlı çözücüler kullanılmaktadır. En sık kullanılan çözücüler; fenoksietanol, fenoksietoksietanol, dipropilen glikol, etilen glikol, dietilen glikol, gliserol vb.dir (Weyermann ve ark., 2007).

Reçineler

Reçineler; monomerlerin polimerizasyonu sonucu oluşan, yüksek molekül ağırlığına sahip bileşiklerdir. Reçinelerin mürekkebe katılma nedenleri; viskozitenin ayarlanması, film dayanıklılığını arttırmak, mürekkebin bilyeden kağıda aktarılması aşamasında yağlama kalitesini arttırmak, mürekkebin kağıt üzerindeki kuruma aşamasında polimerleşerek mürekkep ile kağıt arasında bir bağ oluşturmaktır.

Suda çözünmezler ancak mürekkep formülünde bulunan organik çözücülerde çözünürler. Reçineler yüksek molekül ağırlığına sahip doğal ve sentetik maddelerdir. Başlangıçta sıvı iken, yavaş yavaş polimerleşerek sertleşirler. Mürekkeplerde kullanılan reçineler; alkid reçine, poliester reçine, kolofon reçine, fenolik reçineler, klorür ve polivinil asetat, oleylamin, etoksilat, ftalik asit esteri, hidrojenlenmiş asetofenon ve kondense formaldehittir (Weyermann ve ark., 2007).

Yaş Tayini Raporlamasında Kullanılan Yaklaşımlar

Mürekkep yaş tayini raporlamasında uzmanların benimsediği yaklaşımlar; statik, dinamik ve bağıl dinamik yaklaşımdır.

Mürekkebin yapısında bulunan bazı maddeler zamanla çevresel faktörlerin etkisiyle değişimlere uğrarken, bazı maddeler ise zaman geçse bile değişime uğramaz.

Statik yaklaşım; Mürekkebin yapısında zamanla değişmeyen maddelerin analizine dayanan yaklaşıma statik yaklaşım denir. Bu bileşenlere örnek vermek gerekirse nadir toprak elementleri verilebilir. Bu yaklaşımda; laboratuvar, tüm mürekkep üreticilerinden ürettikleri mürekkeplerin üretim reçetelerini alarak bir kütüphane oluştururdu. Şüpheli yazıdaki mürekkep bileşenleri analizlenerek kütüphanedeki mürekkep bileşenleri ile karşılaştırılırdı. Mürekkebin piyasaya çıkış tarihi kütüphaneden bakılarak bu tarihten sonra belgenin oluşturulduğuna dair rapor verilirdi. Ancak mürekkep üreticilerinin artması kütüphane verilerinin güncelliğini kaybetmesine neden oldu. Etkin bir raporlamanın olabilmesi için üreticilerin 5 yılda bir üretim reçetelerini değiştirmeleri gerektiği, ancak bu mümkün olmadığından bu yaklaşımdan yetmişli yılların sonlarında vazgeçildi.

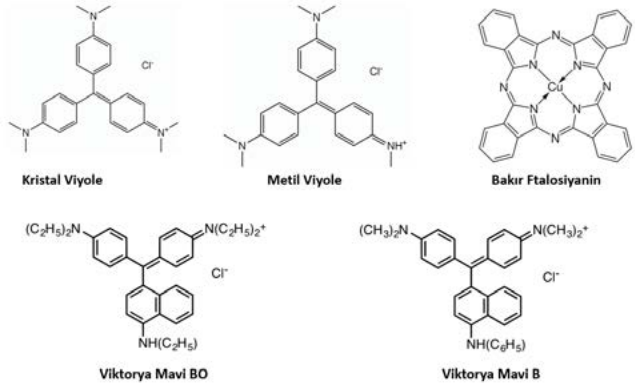
Dinamik yaklaşım; mürekkebin yapısında meydana gelen değişimlerin tespitine dayanır. Bu değişimler; boyar maddelerin bozunması, çözücülerin buharlaşması ve reçinelerin polimerleşmesidir.

Bağıl dinamik yaklaşım; bağıl dinamik yaklaşımın temeli dinamik yaklaşımla aynıdır. Tek farkı, aynı saklama koşullarına sahip belgeler üzerindeki şüpheli yazıları analizler. Bunun nedeni de çevresel faktörlerin etkisidir (Weyermann, 2005).

Boyar Maddelerin Bozunması

Tükenmez kalem mürekkeplerinde renklendirici olarak viyole ailesi kullanılmaktadır. Viyole ailesi, triarilmetan boyalarıdır. Bu boyalar şiddetli renkleri ve düşük maliyetleri ile çok sık tercih edilmektedir. Viyole ailesi üyelerinden; kristal viyole ana renklendiricidir. Mavi tükenmez kalem renginin menekşe renginde olması için ise viktorya mavisi kullanılmaktadır. Kalemler mürekkeplerinde sıklıkla kullanılan renklendiricilerin kimyasal yapıları Şekil-1'de gösterilmiştir.

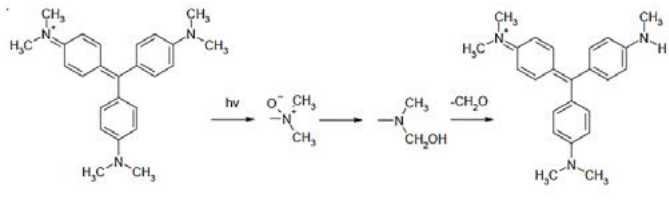
Şekil 1
Kalem mürekkeplerinde sık kullanılan boyar maddeler



Mürekkep kağıt yüzeyine aktarıldığı andan itibaren boyar maddelerde özellikle ışık etkisiyle bozunmalar başlar, rengi solmaya başlar. Solma reaksiyonları yaş tespitinde kullanıldığı için oldukça önemlidir. Kristal viyolenin bozulma reaksiyonları 3 şekilde gerçekleşir. Ancak en kolay tespit edileni demetilasyon reaksiyonudur.

Demetilasyon reaksiyonunda kristal viyole, metil viyoleye; metil viyole de tetrametil pararosanile dönüşür. Bu dönüşüm tespit edilerek yaş tayini yapılabilir (Andrasko,2001). Kristal viyolenin demtilasyon reaksiyonu Şekil 2 de verilmiştir.

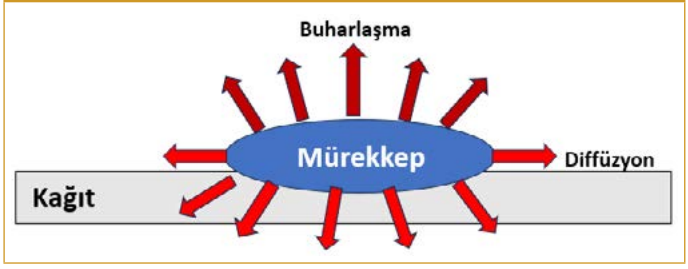
Şekil 2
Kristal Viyolenin Demetilasyon Reaksiyonu



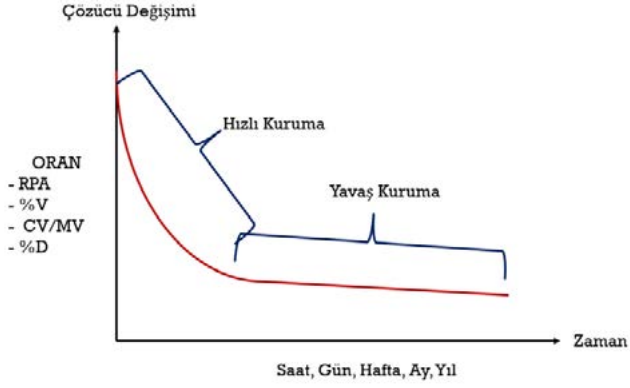
Çözücülerin Buharlaşması

Mürekkep kağıda aktarıldığı andan itibaren, kağıdın ana maddesi selüloz tarafından, çözücüler yatay ve dikey olarak diffüzlenmektedir. Çözücülerin buharlaşması iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşama hızlı evre olarak adlandırılırken, ikinci aşama yavaş evre olarak adlandırılmaktadır. İlk aşamanın hızlı evre olarak adlandırılmasının nedeni; kağıt yüzeyine zayıf bağlarla tutunamayan çözücüler kağıt yüzeyinden hızla buharlaşır; kağıt yüzeyine tutunanların buharlaşması ise daha uzun zaman alır (Lociciro ve ark., 2004). Şekil-3'de mürekkebin kağıt yüzeyinden kuruma süreci gösterilmiştir.

Şekil 3
Mürekkebin kağıt yüzeyinden buharlaşma süreci



Şekil 4
Mürekkebin kağıt yüzeyinden buharlaşma süreçleri



Mürekkebin kağıt yüzeyinden buharlaşmasını etkileyen faktörler; sıcaklık, nem, kağıt üzerindeki çözücü sisteminin kağıda dağılma ve tutunma özellikleridir. Çözücülerin kağıt yüzeyinden buharlaşma süreci aşağıdaki denklemle ifade edilmektedir.

$$y(t) = m_o + m_f e^{-(t/t_f)^{1/2}} + m_s e^{-(t/t_s)^{1/2}}$$

Bu eşitlikte; y çözücünün zamanla azalma miktarını, m_0 sabiti, m_f hızlı buharlaşanın kütlesini, m_s yavaş buharlaşanın kütlesini ve t ise zamanı temsil etmektedir (Cantu, 2012).

Reçinelerin Polimerleşmesi

Reçinelerin polimerleşmesi; monemer moleküller arası uzaklıkların azalması, çapraz bağların oluşması, gibi birçok süreci içeren fizikokimyasal olaydırr. Reçinelerin polimerleşmesiyle çözünürlükleri azalmaktadır. Bu süreçte; reçine çözücüleri ve boyaları çapraz bağları arasına hapseder. Böylece; mürekkebin yaşlanması ile mürekkep çözünürlüğü arasında ters bir orantı meydana gelir. Ancak bu polimerleşme 8 ay ile 2 yıl arasında stabil hale gelmektedir (Ezcurra ve ark., 2010).

Mürekkep Yapı ve Yaş Tayininde Kullanılan Sistemler

Adli açıdan bakıldığında adli belge incelemeleri ile ilgili davaların sayısı çok fazladır. Bu davalarda; sahte belgeler, tehdit mektupları ve terör saldırıları gibi suç vakalarında belgeler önemli birer delildir. Bu delillerin incelenmesinde fiziksel ve kimyasal analizler büyük önem taşımaktadır. 90'lı yıllarda yapılan çalışmalar daha çok kromatografi ve elektroforez yöntemleri kullanılarak gerçekleştirildi (Stewart, 1985). 2000'li yıllarda ise çalışmalar daha çok optik ve fiziksel incelemelere doğru kaydı. Literatür taraması yapıldığında mürekkep yaş tayinin büyük gelişmelerden geçtiği ve günümüzde gerçek vakalarında bu geliştirilen yöntemler kullanılarak çözüldüğü ile ilgili çalışmaların olduğu tespit edilmiştir. Mürekkep yaş tayininde metodoloji seçimini karmaşık hale getiren etkenler; yazı ve baskı araçları, analitik teknikler ve gerçek vakalar arasındaki farklardır.

Son yıllarda bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde; çalışmaların %60 dan fazlası kalem mürekkeplerinin analiziyle ilgilidir (Islek, 2015). Yazıcılar, kağıt, mürekkep kesişmeleri ve diğer örnekler daha az çalışılmıştır. Ayrıca kalemlerin analizine ilişkin çalışmaların %60 dan fazlası tükenmez kalemlerle ilgilidir. Bu çalışmaların %70 i mürekkebin yapı analizlerine ilişkin iken geri kalan çalışmalar ise yaş tespitidir. Çalışmalar incelendiğinde spektroskopik yöntemlerle yapılan çalışmaların sayısının çok fazla olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların nerdeyse %50 sinde kütle spektroskopisi kullanılmış iken, kalan çalışmalar ise kızılötesi, raman veya ultraviyole-görünür spektroskopisidir.

Mürekkep yapı ve yaş tayininde kromatografik ve spektroskopik yöntemler kullanılmaktadır. Kromatografik yöntemler doğrudan numune alma aşaması olduğu için belgeye zarar verdiğinden son yıllarda spektroskopik yöntemlerle yapılan çalışmaların sayısı artmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Andrasko, J. (2001). HPLC analysis of ballpoint pen inks stored at different light conditions. *Journal of Forensic Sciences, 46*(1), 21-30. [Crossref]

Aginsky, V. N. (1993). Some new ideas for dating ballpoint inks-a feasibility study. *Journal of Forensic Sciences, 38*(5), 1134-1150. [Crossref]

Brunelle, R. L., & Reed, R. W. (1984). *Forensic examination of ink and paper* (pp. 124-133). Springfield, IL: CC Thomas.

Brunelle, R. L. (1995). A sequential multiple approach to determining

the relative age of writing inks. *International Journal of Forensic Document Examiners, 1*(2), 94-98.

Bügler, J. H., Buchner, H., & Dallmayer, A. (2008). Age determination of ballpoint pen ink by thermal desorption and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Forensic Sciences, 53*(4), 982-988. [Crossref]

Cantú, A. A. (2012). A study of the evaporation of a solvent from a solution-application to writing ink aging. *Forensic science international, 219*(1-3), 119-128. [Crossref]

Ezcurra, M., Góngora, J. M., Maguregui, I., & Alonso, R. (2010). Analytical methods for dating modern writing instrument inks on paper. *Forensic Science International, 197*(1-3), 1-20. [Crossref]

Güngör, B. H. (2013). *Siyah tükenmez kalem mürekkeplerinin fotokimyasal dönüşümlerinin HPLC ile incelenmesi*. [Master's thesis] Adli Tıp Enstitüsü.

Islek D., (2015). *Belgeden Mavi Renkli Tükenmez Kalemlerin Yapı ve Yaş Tayini* [Doktora Tezi], İstanbul, İstanbul Üniversitesi.

Kikuchi, Y. (1963). Estimation of age of blue black ink writing (III). *Japanese Police Science Report, 16*(1), 83-86.

Levinson, J. (2000). *Questioned documents: A lawyer's handbook*. Academic Press.

Lociciro, S., Dujourdy, L., Mazzella, W., Margot, P., & Lock, E. (2004). Dynamic of the ageing of ballpoint pen inks: quantification of phenoxyethanol by GC-MS. *Science & justice: journal of the Forensic Science Society, 44*(3), 165-171. [Crossref]

Stewart, L. F. (1985). Ballpoint ink age determination by volatile component comparison-a preliminary study. *Journal of Forensic Sciences, 30*(2), 405-411. [Crossref]

Weyermann, C. (2005). Mass spectrometric investigation of the aging processes of ballpoint ink for the examination of questioned documents. [Doktora Tezi]. Justus-Liebig-University Giessen, Faculty of Biology and Chemistry.

Weyermann, C., Kirsch, D., Vera, C. C., & Spengler, B. (2007). A GC/MS study of the drying of ballpoint pen ink on paper. *Forensic science international, 168*(2-3), 119-127. [Crossref]

BÖLÜM 16
ADLİ TOKSİKOLOJİ

Selda MERCAN
Merve KULOĞLU GENÇ

DOI: 10.5152/0616

Adli Toksikoloji

Forensic Toxicology

BÖLÜM HAKKINDA

Adli toksikoloji, adli bilimler çatısı altında bulunan kritik bir disiplin olup, bu kitap bölümünde adli toksikolojinin tarihsel evrimi, toksik maddelerin sınıflandırmaları, uygun örnek tipleri, örnek hazırlama ve analiz teknikleri ele alınmaktadır. Zehirlenmeler konusunda eski gözlemlerden yola çıkan adli toksikoloji, 19. yüzyıldaki gelişmeleri temel prensip olarak benimseyerek yüz yıllar boyunca bilimsel ilerlemeler kaydetmiştir. Genel olarak çevresel, klinik ve adli dallara ayrılan toksikoloji, zararlı maddelerin biyolojik sistemler üzerindeki etkilerini incelemeye odaklanır. Adli toksikolojinin kapsamında, postmortem muayeneler, insan performansı değerlendirmesi ve işyerinde toksik madde maruziyeti soruşturmaları gibi günlük hayatın içinden alanlar bulunmaktadır. Adli toksikolojiyi ilgilendiren kimyasallar, farmasötik ürünlerden yasadışı maddelere, yeni psikoaktif maddelerden, metallere ve pestisitlere kadar çeşitlenmektedir. Kan, idrar, tükürük ve dokular gibi biyolojik örnekler, toksikolojik analizler için kritik matrisler olarak hizmet ederken, tüketilen ya da maruz kalınan maddenin varlığı, metabolizasyonu ve maruz kalma zamanlamaları hakkında öngörüler sunar. Örnek hazırlama teknikleri, hedef analitleri karmaşık matrislerden izole etmek için çekitleme, saflaştırma ve türevlendirme amaçlarını içermekte, böylece sonraki analiz süreçler kolaylaştırılmaktadır. Gaz kromatografisi, sıvı kromatografisi, ve immünoanaliz gibi analitik teknikler, toksikolojik yorumlama ve adli soruşturmalar için hassasiyet, özgüllük ve nicel veriler sağlayan yaygın analiz yöntemlerindendir. Bu kapsamlı bölüm, adli toksikoloji pratiğini gerçekleştiren uzmanlara branşa dair genel bir bakış sunmak için gerekli temel bilgilerle donatılmıştır.

Anahtar kelimeler: Zehirlenme, toksisite, yasadışı madde, analitik kimya, biyolojik örnek

ABOUT the CHAPTER

Forensic toxicology is a critical discipline under the umbrella of forensic sciences and this book chapter covers the historical evolution of forensic toxicology, classifications of toxic substances, appropriate sample types, sample preparation, and analysis techniques. Originating from ancient observations of poisonings, forensic toxicology has progressed through centuries of scientific advancements, contributing foundational principles in the 19th century. Broadly categorized into environmental, clinical, and forensic toxicology branches focuses on the study of harmful substances and their effects on biological systems. Within the realm of forensic toxicology, distinct areas including postmortem examinations, human performance assessment, and workplace toxicant exposure investigations can be encountered in our daily lives. Toxic substances of interest range from pharmaceuticals and illicit drugs to emerging compounds like new psychoactive substances, metals, and pesticides. Biological specimens such as blood, urine, saliva, and tissues serve as crucial matrices for toxicological analysis, offering insights into drug presence, metabolism, and exposure timelines. Sample preparation techniques involve extraction, purification, and derivatization to isolate target analytes from complex matrices, facilitating subsequent analytical processes. Analytical techniques like gas chromatography, liquid chromatography, and immunoassays provide sensitivity, specificity, and quantitative data essential for toxicological interpretation and forensic investigations. This comprehensive overview equips practitioners with fundamental knowledge essential for navigating the complexities of forensic toxicology.

Keywords: Intoxication, toxicity, illicit drug, analytical chemistry, biological specimen

Siz de her biri on yıl süren iki kolay ders sonunda birer toksikolog olabilirsiniz"
Arnold J. Lehman

Giriş

Adli toksikoloji, kelime anlamı **"zehir bilimi"** olan ve "toksikoloji" biliminin adalete hizmet eden alt koludur. Ceza hukuku, medeni hukuk, ticaret hukuku davaları vb. birçok davaya konu olabilecek herhangi bir etken maddenin söz konusu olduğu her durum adli toksikolojinin ilgi alanına girmektedir. Bağımlılık yapma özelliği olan yasal veya yasadışı bir maddenin; akut veya kronik zehirlenmeye yol açan herhangi bir maddenin kullanımı, etkileri, yasal durumu, biyolojik veya fiziksel bir delilden tespit edilmesi gerektiğinde;

Selda Mercan
Merve Kuloğlu Genç

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: mercans@iuc.edu.tr
merve.kuloglu@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Mercan, S., Kuloğlu Genç, M.(2024). Adli toksikoloji. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli Bilimler* içinde (s. 183-194). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

trafik kazası, iş kazası, intihar, cinayet, cinsel saldırı, gasp, kasıtlı/kasıtsız zehirlenmeler gibi olaylarda, mağdur ya da failin madde etkisi altında olma olasılığının değerlendirilmesi gerektiğinde adli toksikoloji bilim dalı devreye girer. Hukuki sürecin başlaması, meydana gelen olayın bir adli vaka olarak değerlendirilmesi ile başlar. Bu süreçte resmi ya da özel bilirkişi olarak hizmet veren adli toksikoloji laboratuvarları gerek olay yerinden ele geçen delilleri, gerekse ante-mortem veya post-mortem biyolojik delilleri inceleyerek olaya sebebiyet veren herhangi bir yasal/yasadışı etken maddenin veya toksik maddenin varlığını araştırır. Kitabın bu bölümünde, adli bilimlerin multidisipliner yapısının en önemli bileşenlerinden biri olan adli toksikoloji hakkında temel bilgiye yer verilirken; kısa tarihçesinden, toksikolojinin sınıflandırmasından, toksik madde sınıflandırmasından, örnek alma, hazırlama ve analiz tekniklerinden, adli toksikoloji laboratuvarlarından ve alandaki güncel gelişmelerden bahsedilmektedir.

Adli Toksikolojinin Kısa Tarihçesi

Kayıtlı olmayan tarihçesi insanlığın başlangıcı ile aynı yaşta olsa da toksikolojinin kayıtlı geçmişi M.Ö. 1500'lerde kaydedilmiş Ebers Papirüsleri'ne dayanmaktadır. Bu kayıtlarda yer alan ilk zehirler arasında baldıran otu, akonit, opiyat, kurşun, bakır, antimon ve venomlar bulunmaktadır. Prehistorik çağlarda "güvenli" ve "zehirli" şeklinde sınıflandırılan bitkisel ve hayvansal maddeler; sıklıkla savaş, savunma, cinayet ve intihar aracı olarak kullanılmış; M.Ö. 400'lü yıllara damgasını vuran ve halen tarihsel süreci gözden geçirirken anılan en önemli olaylardan biri ise Socrates'in baldıran otu ile (*Hemlock Cicuta*) ölüme mahkûm edilmesi olmuştur. M.Ö. 300'lü yıllarda Aristotales'in öğrencilerinden Theophrastus tarafından kaleme alınan "Historia Plantarum (Theophrastus book)" bitkilerin sınıflandırılmasını içeren bir kitap olup, zehirli bitkiler hakkında geniş bilgiye yer vermiştir. Antik Mısır'ın son kraliçesi olan Kleopatra'nın M.Ö. 30 yılında yılan zehri ile hayatına son vermesi de toksikoloji adına önemli tarihsel gelişmelerden bir diğeridir (Mercan & Türkmen, 2018). M.S. 1. yüzyılda Anadolu topraklarında yaşayan ve Roma İmparatorluğu'nda ordu hekimi olarak görev yapan Dioscorides Pedanius, mahkemelerde zehirli bitkilerin çizimlerini yaparak ve açıklamalarda bulunarak zehirlerin bugünkü sınıflandırmasına dayanak oluşturan bilgilere yer vermiş; daha sonra "De Materia Medica" başlıklı kitapta bu bilgileri yazılı kaynak haline getirmiştir. Kitapta yaklaşık 600 bitkisel, 35 hayvansal ve yaklaşık 100 mineral maddeye, hatta zehirlenmeye nasıl yaklaşılacağına dair tedavi yöntemlerine değinmiştir (Demirci Kayıran, 2019). Antidotlar hakkında en geniş tarihsel kayıt ise, Pontus Kralı Mitridates'in ölümden ve hayvan zehirlerinden korkusuna dayanarak ortaya çıkan çalışmaları göstermektedir. Mitridates'in, suçluları çeşitli toksik maddelerle zehirleyerek, geliştirdiği bazı antidotların etkilerini bu kişiler sayesinde araştırdığı, sonrasında içerisinde 36 adet antidot olan bir karışım hazırlayarak kendisini olası bir suikasta karşı koruduğu ile ilgili kayıtlar bulunmaktadır (Wexler, 2014).

Orta Çağ'da yaşanan ve örgütsel bir harekete dönüşen "Aqua Toffana" olayında, Toffana adlı bir kadının içerisinde arsenik ve etken maddesi atropin olan *Atropa belladona* L. (güzel avrat otu) içeren bir sıvı karışımı, varlıklı kadınlara, eşlerini uzun vadede zehirlemeleri için verdiği ve hatta ünlü sanatçı Mozart'ın da bu sıvı ile zehirlendiği düşünülmektedir. Rönesans döneminin en etkileyici toksikolojik olaylarından bir diğeri de kuşkusuz "Catherine de Medici" olayıdır. Gıda yardımı adı altında hazırladığı toksik karışımları hasta ve yaşlı bireylere, çocuklara ve evli erkeklere uygulayan Catherine, ortaya çıkan toksik etkileri, doz-yanıt ilişkisini, toksik etki başlangıcını ve daha pek çok deneysel gözlemi bu sayede gerçekleştirerek binlerce kişinin ölümüne yol açarak, yasadışı yollarla bir nevi in-vivo toksikokinetik ve toksikodinamik bir araştırma yaparak tarihte yerini almıştır. Orta Çağ'ın sonlarında, antik felsefe ve bilim arasındaki bir çizgide bulunan toksikoloji bilimini somutlaştıran ve yapılandıran isim ise Paracelsus olmuştur. Asıl adı Phillipus Theophratus Bombastus von Hohenheim olan ve 1493-1541 yılları arasında yaşamış bir hekim ve kimyager olan Paracelsus, günümüz toksikolojisinin temellerini oluşturan ilkeleri ortaya koymuştur. Doz-yanıt ilişkisini, toksik etkilerin bilinmesi için deneysel çalışmalar yapılması gerektiğini, kimyasal reaksiyonların tümünün canlı organizma içinde de meydana geldiğini savunarak toksikoloji biliminin temel ilkelerinden biri olan o meşhur söylemini gerçekleştirmiş, *"her madde zehirdir, zehir etkisi göstermeyen madde yoktur, su bile zehirdir, ilacı zehirden ayıran dozdur"* diyerek günümüzde halen geçerliliğini sürdüren en önemli farmakolojik/toksikolojik prensibi kayıtlara geçirmiştir. 19. yüzyıla kadar yaşanan gelişmeler sonrasında Mathieu Joseph Bonaventure Orfila (1787-1853), ilk kez bir Fransız mahkemesinde, otopsi sırasında biyolojik örnek alınarak sistematik toksikolojik analiz yapılması ve zehirlenmenin kanıta dayalı ortaya koyulması gerektiğini belirterek modern toksikolojinin kurucusu olarak anılmıştır. Gelinen noktadan sonra, tıp ve kimya alanlarında yaşanan gelişmelerin de sayesinde, toksikoloji bilimi gerek etki mekanizmalarının keşfi, gerekse tayin yöntemlerinin çoğalması sayesinde ileriye taşınmış, renk testleri, ayırıcı tanılar, antidot tedavileri, tarama-tayin yöntemleri ve analitik tekniklerin geliştirilmesi ile birlikte toksikoloji bilimi her geçen gün genişleyerek bugünkü durumuna gelmiştir (Goulding, 2008; Mercan & Türkmen, 2018; Oser, 1968).

Adli Toksikolojide Temel Kavramlar

Adli toksikoloji biliminden söz edebilmek için öncelikle bu bilim dalının ilişkili olduğu disiplinleri tanımak gereklidir. Adli tıp, eczacılık, kimya, analitik kimya, biyoloji, farmakoloji, farmasötik toksikoloji, hukuk, mühendislik gibi bilim dallarının adli toksikoloji ile olan dirsek teması kuşkusuz adli bilimlerin multidisipliner yapısının bir gerekliliğidir. Öte yandan, her ne kadar her biri ayrıntılı açıklanması gereken hususlar olsa da adli toksikolojinin derinlerine inmeden önce bazı terim ve kavramlardan kısaca bahsedilmesinde fayda olacaktır. Bu kavramlardan önemli görülen ancak sadece bunlarla sınırlı olmayan bazıları şunlardır;

Ksenobiyotik: Organizmaya dışarıdan alınan her tür yabancı maddedir (ilaç, gıda katkı maddeleri, yasadışı madde, pestisit vb).

Zehir / Toksin: Canlı organizmaya zarar veren, ciddi olabilecek yan etkiler oluşturan ve/veya ölüme yol açabilen maddelerdir.

Toksik madde: Çeşitli yollarla organizmaya girdiğinde hayati değişikliklere neden olan, organizmanın mekanizmalarını ve çalışmasını etkileyen ya da engelleyen maddelerdir.

Toksisite: Bir kimyasal maddenin organizmaya ya da çevreye zarar verme kapasitesidir.

İntoksikasyon (zehirlenme): Organizmanın toksik maddelerden zarar görmesi olayıdır.

Doz: Bir kimyasalın ya da ilacın belirli bir zaman aralığı içerisinde bir defada maruz kalınan veya alınan miktarıdır.

Ante-mortem: Bir canlıda tıbben ölümün gerçekleşmediği, ölümden önceki aşamayı belirten terimdir.

Post-mortem: Bir canlıda hayatın tıbben kesin olarak sona erdikten sonrasını belirten terimdir.

Post-mortem yeniden dağılım (redistribüsyon): Organizmanın ölümünden sonra, yüksek konsantrasyonda ilaç/madde içeren organ ve dokulardan pasif difüzyon yoluyla bu maddelerin diğer yerlere dağılması, salınması anlamına gelmektedir. İlacın kimyasal özelliklerine ve bireysel faktörlere bağlı olarak da değişen dağılım hacmi, post-mortem madde konsantrasyonunun değerlendirilmesi ve dolayısıyla ölüm sebebinin belirlenmesini etkileyen önemli bir faktördür.

İn-vivo: Organizma içinde gerçekleşen her türlü fizyolojik olay veya tepkime için kullanılan terimdir.

İn-vitro: Organizmanın dışında, organizmadaki ortamı taklit ederek hazırlanan, yapay bir ortamda gerçekleştirilen her çeşit deney ve araştırmayı ifade etmek için kullanılır.

İn-silico: Biyolojik ortamda gerçekleşen olayların bilgisayar simülasyonu yoluyla canlandırılması işlemidir.

Kalitatif (Nitel): Bir bileşiği oluşturan elementlerin her birinin varlığının belirlenmesi işlemidir.

Kantitatif (Nicel): Bir bileşiği oluşturan elementlerden her birinin miktarının belirlenmesi işlemidir.

Yukarıda bahsi geçen temel kavramların dışında, adli toksikolojiyi temelden kavramak ve anlayabilmek için öncelikle farmakokinetik/toksikokinetik ve farmakodinamik/toksikodinamik terimlerinin bu alandaki önemini vurgulamak gerekir. Canlı organizmanın, vücuda giren bir madde üzerindeki etkisini ve maddenin organizma içerisindeki serüvenini anlamak; **absorbsiyon**, **dağılım**, **metabolizasyon** ve **atılım (boşaltım)** basamaklarını bilmekten yani farmakokinetik/toksikokinetik kavramlarının içeriğini anlamaktan geçer. Bir maddenin bir canlı organizmayı etkilemesi için gerekli ilk şart maruziyettir. **Maruziyet**; oral, inhalasyon, dermal, intravenöz, intramuskular, intranazal, plasenta gibi çeşitli yollarla meydana gelebilir. Maruziyetin boyutu doz ile ilişkili olduğu kadar etken maddenin absorbsiyon dinamiklerine de bağlıdır. **Absorbsiyon** sonrasında maruz kalınan maddenin dağılımı gerçekleşir ve dolaşıma katılan bu madde hedef organ ve dokulara taşınır. **Metabolizasyon** basamağında ise, canlı organizmanın yabancı maddeyi zararsızlaştırarak vücuttan uzaklaştırma refleksi esastır ve bu aşamada rol oynayan ancak tek olmayan en önemli organ karaciğerdir. Metabolizasyonu etkileyen pek çok faktör devreye girse de bunlardan genetik faktörler, yaş, cinsiyet ve madde etkileşimleri, dikkate alınması gereken faktörlerden en önemlileridir. Kinetik basamakların sonuncusu olan **atılım (boşaltım)** ise metabolize edilen/edilmeyen maddenin vücuttan atılması, uzaklaştırılması şeklinde kısaca tanımlanabilir ve adli toksikologların derin bilgi edinmesi gereken bir konudur. Zira atılım yolakları, atılımı gerçekleşen maddenin ve metabolitlerinin neler olduğu, hangi biyolojik materyalden hangi madde ve metabolitlerinin aranması gerektiği soruları bu basamaktan edinilecek bilgi ile cevaplanabilir. **Farmakodinamik/toksikodinamik** kavramları ise etken maddenin canlı organizmayı nasıl etkilediğini araştıran, söz konusu maddenin doku ve organlara verdiği hasarı araştıran, bu maddelerin depolanma yöntemlerini inceleyen bilim dalıdır. Bu aşamada adli toksikologların özellikle maddelerin depolandığı organ ve dokuları tanıması ve bu organ ve dokularda maddenin hangi formunu araması gerektiği soruları yanıt bulur. Hiç kuşkusuz toksikoloji deyince ilk akla gelen terim olan "doz" ve "yanıt" kavramlarından da söz etmek gerekmektedir. Bu konuda toksikolojinin kurucusu olarak tanınan ünlü bilim adamı Paracelsus'un "Her madde zehirdir, su bile zehirdir, zehri ilaçtan ayıran ise dozdur" söylemini hatırlamak, bu enine boyuna açıklanması gereken kavramları tek bir cümleyle özetlememizi sağlamaktadır (Boroujerdi, 2015; Goulding, 2008; Jickells Negrusz, Adam., 2008; Mercan, 2020).

Toksikolojinin Sınıflandırılması

Toksikoloji, günlük hayatın pek çok alanını ve bütün organizmaları ilgilendiren bir branş olması sebebiyle araştırma yöntemlerine ve hizmet alanlarına göre farklı alt dallara ayrılmaktadır. Araştırma yöntemlerine göre yapılan sınıflandırılma 3'e ayrılmaktadır. Bunlardan ilki, **Mekanistik (Mechanistic) toksikoloji** olup genel olarak; kimyasalların, canlı organizmalar üzerindeki olası toksik etkileri, hücresel ve moleküler düzeydeki biyokimyasal mekanizmaları tanımlamak ve anlamakla ilgilenir. Bu alandan edinilen veriler daha güvenli kimyasalların üretilmesine alternatif çözümler de sunmaktadır. Sınıflandırmadaki ikinci toksikoloji alt dalı ise **Tanımlayıcı (Descriptive) toksikolojidir.** Bu alan, insan, hayvan ve çevrenin maruz kaldığı kimyasalların üzerinde toksisite testleri yürüterek risk değerlendirmelerine olanak sağlar. Mekanistik toksikolojiden elde edilen biyokimyasal mekanizma bilgilerini kullanarak, hücre kültürü, hayvan deneyleri veya daha ileri düzeylerde deney tasarımları gerçekleştirilebilmektedir. Araştırma yöntemlerine göre yapılan sınıflandırılmada son olarak, **Düzenleyici (Regulatory) toksikoloji** yer almaktadır. Bu alan ise, tanımlayıcı ve mekanistik toksikolojiye dayalı elde edilen verileri kullanarak, bir kimyasalın ya da ilacın canlı organizmalar üzerinde kullanılmaya uygun olup olmadığının, insan ya da çevre üzerindeki olası risklerin değerlendirmesi gerçekleştirilmektedir. Bu alana en iyi örnek, piyasaya sürülecek ilaç, kozmetik, gıda katkı ve destek ürünlerini denetleyen Amerika Birleşik Devletleri'ndeki The Food and Drug Administration (FDA) kuruluşudur (Goulding, 2008; Jickells Negrusz, Adam., 2008).

Hizmet ettiği alana göre yapılan toksikolojik sınıflandırılma ise, kullanım alanı bakımından birbiri içine dahil olabilecek 5 ana başlıktan oluşmaktadır. Bunlardan ilki, **adli toksikoloji** olup, genel tanım olarak kimyasalların yaralı veya ölü kişiler üzerindeki toksik etkilerinin tıbbi ve yasal yönleriyle ilgilenen branştır. Toksik maddelerin araştırılması sırasında analitik toksikolojiye ait enstrümantasyon ve yöntemler kullanılmaktadır. İkinci kategori ise toksisitenin doğasını ortaya çıkarabilmek ve maruz kalınan toksik madde miktarını ölçmek için yararlanılan **analitik toksikolojidir**. Rutin olarak, fiziksel ya da biyolojik materyalden (kan, idrar, saç vb.) analitik kimya teknikleri kullanarak ksenobiyotiklerin kalitatif (nitel) ve/veya kantitatif (nicel) analizlerini gerçekleştirmektedir. Her ne kadar ayrı bir alt dal olarak sınıflandırılsa da analitik toksikolojiyi adli ve klinik başta olmak üzere diğer toksikoloji dallarından ayrı düşünmek mümkün değildir. Toksikolojinin hizmet

ettiği diğer bir alan ise **klinik toksikoloji** olup, toksik maddelerin neden olduğu hastalıkların veya semptomların teşhis ve tedavisi ile ilgilenen alandır. Bir klinik toksikoloji laboratuvarında kullanılan enstrümantasyon ve metodoloji, analitik toksikologların ortaya koyduğu yöntemler ile gerçekleştirilmektedir. **Çevre toksikolojisi**; atmosferi, suyu, toprağı ve dolayısıyla besin zincirini kirleten kimyasalların incelenmesini görev edinen branştır. Bu alt disiplin, tüm canlıların (bitki, hayvan ve insan) hangi yollarla ve ne kadar miktarlarda toksik maddelere maruz kaldığını araştırmaktadır. *Ekotoksikoloji* ise bu alan içinde özelleşmiş, belirli ekosistemlerdeki organizmaların maruz kaldığı toksinlerin meydana getirdiği etkileri incelemektedir. Hizmet ettiği alana göre toksikolojik sınıflandırmada bir diğer çalışma alanı ise, **iş yeri toksikolojisidir (Endüstri toksikolojisi)**. Bu alan, toksikolojinin temel ilkelerini kullanarak, iş yerlerinde karşılaşılan kimyasal ve biyolojik tehditleri belirlemeye ve düzenlemeye yönelik çalışan branştır. Geçmişten günümüze iş güvenliği konusundaki farkındalığın ve tedbirlerin artmasına rağmen, halen pek çok endüstriyel çalışma ortamında toksik madde maruziyetinden kaynaklanan ciddi maluliyet ve sağlık sorunları yaşanmaktadır (Chung & Choe, 2019; Goulding, 2008; Jickells Negrusz, Adam., 2008; Wexler, 2014).

Adli Toksikoloji

Yukarıda bahsedildiği üzere Adli Toksikoloji, adaletin tecellisi için adli olgu olarak kabul edilen her türlü olayda kullanılan zehirlerin araştırılmasını konu alır. Kapsamı oldukça geniş olan bu branşı **ante-mortem, post-mortem, davranış-performans toksikolojisi** ve **yasadışı madde/ilaç kontrolü** olarak 4 ana çalışma alanına ayırmak mümkündür.

Ante-mortem toksikoloji

Bu disiplin, adli mercilere intikal eden yaralanma, intihar girişimi veya kasıtlı/kasıtsız zehirlenme, cinsel saldırı vb. olaylarda kişilerden alınan biyolojik materyallerde olaya sebep olabilecek maddelerin varlığının araştırılmasını konu almaktadır.

Post-mortem toksikoloji

Bu disiplin, biyolojik materyallerden (kan, idrar, organ, göz içi sıvısı vb.) ve olay yerinden elde edilen delillerden (boş şişe, enjektör, ilaç kutusu, gıda vb.) ölüme yol açan maddelerin varlığının belirlenmesi ve varsa miktarının tespit edilmesini konu almaktadır.

Davranış-Performans Toksikolojisi

Yasal-yasa dışı madde, ilaç veya alkol etkisi altındaki bireylerin, bulundukları çevre koşullarında gösterdiği davranış biçimi ve değişiklerini inceleyen ve madde etkisi altında işlenen suçları araştıran bir alt disiplindir. Madde / alkol etkisi altında araç kullanma (sürüş güvenliği) ve madde kullanımı ile kolaylaştırılmış cinsel suçlar gibi konular da bu alanın kapsamında yer almaktadır.

Yasa dışı madde/ilaç kontrolü

Çeşitli sebeplerle adli nitelik taşıyan her türlü fiziksel (toz madde, ilaç vb.) ve biyolojik numunenin (kan, idrar, saç vb.) analizini konu alan alt branştır. Spor alanındaki doping kontrolü, iş yerinde madde kullanımı, denetimli serbestlik yasa dışı madde analizleri, gümrüklerdeki madde kontrolleri ile olay yerinden elde edilen ve içeriği bilinmeyen katı/sıvı kimyasalların analizleri bu disiplininin çalışma alanlarındandır.

Toksik Maddelerin Sınıflandırılması

Terapötik ilaçlar

Toksikolojide "droglar" olarak adlandırılan maddeler, bitkisel, kimyasal veya mineral kökenli olan, sentetik bir veya birden fazla madde grubunu içeren ve hastalıkların tedavisinde kullanılan ürünlerdir. Burada adli bilimlere konu olan durumlar ise tedavi edici amacı olan bu maddelerin kötüye kullanılması, intihar girişiminde kullanılması, hekim ya da hasta kaynaklı sebeplerle ilaçların uygun dozlarının aşılmasıdır. Paracelsus'un doz tanımına paralel olarak bütün terapötik ilaçlar da belirli dozlar aşıldığında toksik etki göstermektedirler (Mercan & Türkmen, 2018).

Reçeteli/reçetesiz ilaç istismarı, gerçekte tıbbi kullanım amaçları olan ve çeşitli hastalıkların/semptomların tedavisinde kullanılan ilaçların asıl işlevleri dışında, kişide oluşturduğu etkiler nedeniyle istismar edilmesidir. Reçeteli ilaçların istismarı bağımlılık sorununun yanı sıra ciddi sağlık problemlerine de yol açabilmesi nedeniyle adli toksikoloji alanındaki çalışmalarda ön plana çıkmaktadır (Acikkol vd., 2009; Kenan vd., 2019; Kuloglu vd., 2020). Analjezikler, antihistaminikler, antidepresanlar, nöroleptikler doz aşımı ve istismarı sıkça karşılaşılan ilaç gruplarıdır. Ayrıca, erişimi görece daha kolay olan antidiyabetikler, beta-bloker ve kardiyovasküler ilaçlar da yanlış kullanımı ve doz aşımı durumlarında intoksikasyona neden olabilen ilaç gruplarındandır (Goulding, 2008; WHO, 1995).

Adli olgularda sıkça karşılaşılan bir diğer konu da reçeteli/ reçetesiz ilaçların alkol veya başka madde gruplarıyla birlikte tüketilmesi durumunda gerçekleşen intoksikasyonlardır. Bu durumdaki kişiler, klinik tedaviye ihtiyaç duyabilir, madde etkisi altındayken araç kullanıyorsa sürüş güvenliği açısından önemli riskler oluşturabilir veya bilinç kaybı yaşayarak hırsızlık, cinsel istismar, iş kazası gibi başka suçların kurbanı olabilmektedirler (García vd., 2021; Mercan vd., 2015; Mercan & Acikkol, 2014; Mutlu & Aşıcıoğlu, 2019).

Yasa dışı maddeler (Narkotikler)

Psikotrop veya psikoaktif maddeler, merkezi sinir sistemi (MSS) üzerindeki uyarıcı ya da baskılayıcı etkileri ile beyindeki mekanizmaların işlevlerini değiştirerek kişilerde bilişsel, ruhsal ve algısal geçici veya kalıcı etkilere sebep olan maddelerdir. Oluşan etkiler ve etki süreleri maddelerin kimyasal yapılarına ve beyinde etki ettikleri bölge, mekanizma ve reseptörlere bağlı olmakla birlikte çok çeşitlilik göstermektedir. Aşağıda sunulan **Tablo 1**'de psikoaktif maddelerin genel sınıflandırması her kategoriye ait örnek maddeler ile birlikte listelenmiştir (Mercan & Türkmen, 2023; Vural, 2000).

Tabloda MSS baskılayıcıları olarak belirtilen grupta bulunan maddeler, adli toksikolojiyi yakından ilgilendiren "*madde ile kolaylaştırılmış cinsel suçlar*" olgularında sıklıkla kullanılmaktadır. Ketamin, gama hidroksi bütirat (GHB) ya da flunitrazepam gibi MSS baskılayıcıları, bilinç kaybına, motor kontrol kayıplarına, ileri vakalarda solunum depresyonu ve ölüme dahi yol açabilecek maddeler olup, bu etkilerinden dolayı genellikle cinsel suçlarda kurbanın direnmesini engellemek ve olayı hatırlamasını zorlaştırmak için kullanılmaktadır (Mercan & Acikkol, 2014). Bu maddelerin çoğu kokusuz ve tatsız olduğu için eğlence yerlerinde alkol ya

Tablo 1
Psikoaktif maddelerin sınıflandırılması

Madde Sınıfı	Maddeler
Merkezi sinir sistemi baskılayıcıları	Alkol
	Barbitüratlar (pentobarbital, fenobarbital)
	Benzodiazepinler (diazepam, alprozolam, klonazepam, etizolam)
Merkezi sinir sistemi uyarıcıları	Amfetamin tipi uyarıcılar (amfetamin, metamfetamin, MDMA)
	Kokain
	Katinon ve sentetik katinonlar
Opioidler	Doğal opioidler (morfin, kodein, papaverin, tebain)
	Yarı sentetik opioidler (eroin)
	Sentetik opioidler (metadon, fentanil ve analogları, nitazenler)
Halüsinojenler	Esrar ve sentetik kannabinoidler
	Liserjik asit dietilamid (LSD)
	Meskalin (peyote)
	Fensiklidin
İnhalantlar	Toluen
	Ksilen
	n-hekzan

da içeceğin içerisine karıştırmak suretiyle kişi farkında olmadan vücuduna alması sağlanır. Madde ile kolaylaştırılmış cinsel suçlar beraberinde gasp, hırsızlık gibi birden fazla suçun bir arada işlendiği ve medikolegal konuları da içerisine alan olguları kapsamaktadır, bu nedenle adli toksikolojik açıdan olayın aydınlatılması oldukça önemlidir. Bu olgularda gerek mağdurdan biyolojik numune alımı gerekse olay yerinde bulunan ilaç kapları, boş kutular içerisindeki potansiyel madde bulaşları olgunun aydınlatılması için adli toksikolojik incelemeleri gerektirmektedir (Mercan & Türkmen, 2023; Mercan & Acikkol, 2014).

Tabloda özetlenen madde grupları dışında, 2000'li yılların başından beri ülkeleri sosyal, ekonomik, güvenlik ve halk sağlığı gibi alanlarda negatif yönde etkileyen **Yeni Nesil Psikoaktif Maddeler (NPS)** de bulunmaktadır. Genel tanım olarak 1961 yılında narkotik maddeler ve 1971 yılında psikotrop maddeler üzerine yapılan kongrelerde yasadışı madde kontrol listelerinde yer almayan psikotrop maddeler olarak tanımlanmaktadırlar (EMCDDA, 2020; UNODC, 2020a). NPS'lerin başlıcaları sentetik kannabinoidler, sentetik katinonlar, triptaminler, fenetilaminler, piperazinler, sentetik opioidler ve benzodiazepinler olup, bazıları yıllar önce sentezlenen ancak bir süredir piyasada bulunmayan maddeler iken, bazıları da yeni sentezlenen bağımlılık yapıcı sentetik maddelerdir (United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC), 2020; Zapata vd., 2021). Bu maddelerle mücadele adına ülkeler, yeni bir NPS'in piyasaya sürüldüğü tespit edildiğinde, kimyasal karakterizasyonunun yapılması, toksisitesinin belirlenmesi gibi aşamaların ardından ilgili maddeyi yasa dışı madde listesine dahil ederek, üretim, satış ve kullanımının önüne geçmeye çalışmaktadır (UNODC, 2020a). Ancak, merdiven altı üretim yapan laboratuvarlar (clandestine) bu bürokratik süreçlerin geriden gelmesinden faydalanarak yasaklanan maddelerin kimyasal yapılarında küçük değişiklikler yaparak kısa zamanda yasa kapsamında olmayan başka bir madde üretip piyasaya sürmekte, bu durumda yasa koyucuları adeta hareket eden bir hedefi vurmaya çalışır hale gelirler. Bunun bir adım önüne geçmek için içerisinde ülkemizin de olduğu bir grup ülke "Jenerik Madde Sınıflandırma" yasasını devreye sokarak, maddeleri tek tek isimleriyle değil, ana etken madde grubu üzerinde değişiklik yapılma olasılığı taşıyan kısımları belirleyerek bu gruplara bağlanabilecek potansiyel grupların yazılmasıyla listelemiştir ve böylece yasal boşluklar mümkün olan en aza indirgenmiştir (TUBİM, 2019). 2313 sayılı *Uyuşturucu Maddelerin Murakabesi Hakkında Kanun* kapsamına alınan NPS'lerin sayısı şu ana kadar 923'tür (TUBIM, 2021).

Bu maddeler ile ilgili sınırlı sayıda farmakolojik ve toksikolojik çalışma bulunması nedeniyle, analitik yöntemlerle biyolojik materyallerden tespit edilmelerinde önemli sorunlar yaşanmaktadır. Bunlara pek çoğunun biyotransformasyon süreçlerine ve dolayısıyla metabolitlerine ait bilgilerin kısıtlı olması, aynı alt grupta bulunan maddelerin ortak metabolitlerinin olması, maddelerin içerisinde birden fazla sentetik NPS'in bir arada olması gibi analitik tespiti zorlaştıran etkenler de eklenince, analitik kimya, adli toksikoloji, klinik toksikoloji, adli tıp gibi pek çok branşın sıcak konularından biri halini almıştır (Bade vd., 2017; Celma vd., 2019; Duke, 2020; UNODC, 2020b).

Metaller

Metaller, antik çağlardan günümüze kadar kullanımı artan elementlerdir. Uygarlığın tarih öncesi gelişimine bakıldığında, yerleşik hayata geçen topluluklar madenleri bulup ateşin de yardımıyla maden işlemeye başlamış ve böylece Taş Devri kapanıp Maden Devri'ne giriş yapılmıştır. Bu devir ile günlük yaşama dahil olan metaller, 18. yy'da Sanayi Devrimi'nin başlaması ve makine endüstrisinin doğmasıyla günümüze kadar artarak uzanan yolculuğuna başlamıştır.

Günümüzde ağır metaller kimyasal özellikleri, yoğunluk, toksisite gibi başlıklar temel alınarak pek çok farklı tanımla karşımıza çıkabilmektedir. Bunun temel sebebi, ağır metal olarak tanımlanan elementlerin tamamının periyodik cetvelde aynı grup veya kimyasal özelliklerde bulunmamasından kaynaklanmakta, aynı tanım içerisinde yarı metaller, geçiş metalleri, lantanitler ve aktinitlerin de yer almasıdır (Duffus, 2002; Özge Kahvecioğlu, Güldem Kartal, Aybars Güven, 2003). Biyolojik açıdan değerlendirilecek olursa, ağır metaller vücut için esansiyel olan (yaşamı devam ettirmek için gerekli olan) ve esansiyel olmayan elementler olarak 2'ye ayrılabilir. Esansiyel elementler, demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), magnezyum (Mg) vb. iken; esansiyel olmayan elementler ise kadmiyum (Cd), cıva (Hg), kurşun (Pb), arsenik (As) gibi elementlerdir. Ancak, vücuda alınan her ksenobiyotik gibi esansiyel elementlerin de belirli miktarlardan sonra toksik etki yarattığı unutulmamalıdır.

Vücut için gerekli olmayan ağır metallerin vücuda girmesini tehlikeli kılan ise ağır metallerin organizmada birikme (biyoakümülasyon) özelliği sebebiyle vücuttan kolay uzaklaştırılamamalarıdır.

Vücutta kaldıkları süre boyunca, organizma için kritik olan mekanizmaları bozmaları, işlevsizleştirmeleri ya da organlara geri dönüşümsüz zararlar vermeleri ile etkilerini gerçekleştirirler. Esansiyel olmayan ağır metallerin vücutta oluşturacağı etkiler, kişisel faktörlere (genetik, yaş, kilo, eşlik eden hastalıklar vb.), elementin organizmada kompleks oluşturma yeteneğine, çözünürlüğü ve kimyasal yapısı gibi bazı faktörlere bağlıdır (Özbolat & Tuli, 2016; Özge Kahvecioğlu, Güldem Kartal, Aybars Güven, 2003). Bu faktörler ile vücuttaki birikme miktarına göre, alerji, egzama, oto-immün hastalıklar, mide-bağırsak hastalıkları ve nörodejeneratif bozukluklar gibi farklı hastalıklara sebep olabilmektedir (Nazlıkul, 2019; Özbolat & Tuli, 2016). Bu sebeple, özellikle kronik maruziyete neden olabilecek iş sahalarında çalışanların biyolojik örneklerinden (kan, idrar, saç vb.) düzenli olarak inorganik element tayini yapılması mesleki maruziyetin önlenmesi ve iş güvenliği bakımından önemlidir. Böylece referans değerlerin üzerinde ağır metal tespit edilmesi durumunda ağır metallerin vücuttan uzaklaştırması için çeşitli tedavi yöntemleri uygulanabilir (şelasyon vb.). Organizmada ciddi etkilere yol açabilecek ve biyoakümülasyona sebep olup sağlığı olumsuz yönde etkileyebilecek, toksik etkisi yüksek olan metaller genellikle; As, Be Cd, Al, Cr, Pb, Hg, Ni'dir (Jickells Negrusz, Adam., 2008; Vural, 2000).

Pestisitler

Tarımsal ürünlere zarar veren veya canlı organizmalara hastalık bulaştırma potansiyeli taşıyan haşere, kemirgen benzeri organizmaların varlığını önlemek, azaltmak veya yok etmek amacıyla kasıtlı olarak kullanılan toksik etkili kimyasallardır. Pestisitlerin etki şekillerine, kimyasal yapılarına, potensine göre farklı sınıflandırmaları olmakla birlikte en yaygın olanı hedef organizma kümelerine göre yapılan sınıflandırmadır. Buna göre; **insektisitler (böceklere karşı), herbisitler (yabancı otlara karşı), fungusitler (mantarlar ve küflere karşı), rodentisitler (kemirgenlere karşı), akaristler (kene ve mitelere karşı), molluskisitler (salyangozlara karşı), nematositler (kurtlara karşı), algisitler (yosunlara karşı)** yaygın olarak kullanılan pestisit sınıflarıdır. Kimyasal yapılarına göre yapılan sınıflandırmada ise en iyi bilinen pestisit grupları; **organofosfatlı, karbamatlı, organoklorlu ve piretroid** grubu pestisitler. Akut ve kronik toksisite durumlarında kimyasal yapılarına göre pestisit sınıflandırmalarından yaygın olarak yararlanılmakta böylece klinik müdahale sırasında uygulanan tedavinin yanıtı hızlanmaktadır (Goulding, 2008; Vural, 2000; Mercan & Türkmen, 2023).

Pestisitlerin canlı organizmaya bulaş yolları farklılık göstermekle birlikte dermal, oral ve inhalasyon, en sık görülen maruziyet yollarıdır. Bu nedenle tarımsal alanlarda pestisit kullanımının mutlaka ziraat mühendisleri, veteriner hekim, eczacı veya temel bilimler (kimyager, biyolog) alanında uzmanlığı olan kişiler tarafından kontrollü şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca pestisit uygulamasını yapan kişilerin kullandıkları pestisit grubunun etki mekanizmasına uygun koruyucu ekipmanlar kullanması (gözlük, maske, eldiven vb.), hiçbir şekilde pestisit kaplarına gıdaların konulmaması, gıdalarla aynı ortamda saklanmaması gerekmektedir. Bu kurallara uyulmaması halinde akut zehirlenmeler sıkça görülmekte, kronik maruziyet durumunda da mutajenik, kanserojenik, nörotoksik etkiler ortaya çıkmaktadır (A Textbook of Modern Toxicology, 2010).

Adli Toksikolojide Kullanılan Numune Çeşitleri

Adli mercilere intikal eden her vaka, suçun gerçekleştiği asıl yer olan "olay yerinde" başlar, burası aynı zamanda suçun bilimsel temelli çözümüne olanak sağlayacak delillerin de bulunduğu yerdir. Gelişmiş teknoloji, kullanılan tekniklerin uygunluğu ve tecrübe gibi laboratuvarda oldukça önemli olan pek çok faktör ancak doğru delillerin, doğru şekilde olay yerinden toplanması ve laboratuvara güvenle transfer edilmesi ile anlam kazanmaktadır. Aksi halde, en hassas teknikler, en uzman analistler bile doğru delilin uygun şekilde toplanmaması karşısında yetersiz kalacaktır. Olay yerinden toplanan bir delilin ilgili yerlere ulaşana kadar güvenle ve tahrifata uğramadan taşınması ve tüm bu aşamaların kayıt altına alınması sürecine "delil teslim zinciri" denir. Bu zincirin hedefi, delilin, toplanmasından ilgili yerlere transferi aşamalarında herhangi bir basamakta güvenilirliğinin sağlanmasıdır. Bu sebeple, bir suçun aydınlatılması sürecinde olay yerinden elde edilen deliller oldukça önem taşımaktadır (Mercan & Türkmen, 2023).

Adli toksikoloji alanını ilgilendiren örnek tipleri olguya bağlı olarak olay yerinden alınan **fiziksel numuneler** (ilaç, narkotik madde, yanıcı maddeler, gıda, toprak, boya, boş şişe-kap, enjektör vb) olabileceği gibi ante-mortem ya da post-mortem **biyolojik numuneler** de (kan, tükürük, meni, idrar, saç, kıl, tırnak, doku, organ, mide içeriği, mide yıkama sıvısı, safra, göz içi sıvısı) olabilmektedir. Post-mortem düzeyde değerlendirildiğinde, adli olguların otopsisinde rutin olarak alınan ve kişinin ölüm orijinini belirlemeye yol göstermesi beklenen temel numune türleri bulunmaktadır. Bunlardan ilki ve en önemlisi **kan** numunesidir. Anatomik saflığı önem arz eden bu numunenin kantitatif analizler için femoral venden, kalitatif testler için ise kalp kanından alınması gerekmekte olup, tüm yasal ve yasadışı maddelerin, ağır metallerin ve uçucu bileşiklerin tayini için kan numunesi kullanılmaktadır. İdrar numunesi de post-mortem toksikolojik incelemelerde sıklıkla kullanılan, özellikle etken maddenin metabolitini tayin etmede kullanılan bir numune türüdür. Mide içeriği, mide yıkama sıvısı veya kusmuk numunesi ise ölüm öncesi alınan ve henüz sindirilmemiş olan gıda, ilaç, sıvı vb. içinde bulunan etken madde tespitinde önemlidir. Beyin, karaciğer, böbrek, akciğer, safra gibi numune türleri de özellikle kalitatif analizde etken maddeye özel bilgiler verebilmektedir. Beyin omurilik sıvısı (BOS) ve göz içi sıvısı (vitröz sıvı, GİS) ise çürüme ve post-mortem yeniden dağılımdan en az etkilenen numune türü olmaları bakımından kıymetlidir. Saç, tırnak, kıl gibi numuneler ise kronik zehirlenmeyi ortaya koymayı sağlayan örnek tipleridir (Elliot vd., 2018; Vural, 2000; Mercan & Türkmen, 2023). Yukarıda sayılan numuneler dışında enjektör izi bulunan deri parçası, olay yerinden elde edilen ilaç kutusu, boş şişe, gıda, sıvı vb. şüpheli deliller de post-mortem vakanın aydınlatılmasında yardımcı olan diğer numune türleridir. Post-mortem toksikolojik analizde cansız bedenin durumuna ve olguya göre farklı numunelere odaklanılması gerektiği de bilinmesi gereken bir husustur. Örneğin, çürümeye başlamış bir bedenin ölüm sebebinin alkol kaynaklı olup olmadığının araştırılması için kalp kanından örnek alınması, çürüme kaynaklı açığa çıkan alkol nedeni ile sonuçların yanıltıcı olmasına sebep olabilmektedir. Bu nedenle çürümeye başlamış cansız bedenlerde alkol analizi için en güvenilir örnekler; göz içi sıvısı, femoral ven, karaciğerin sağ arka lobu gibi dış etkilere daha kapalı olan yerlerdir (Elliot vd., 2018; Özşeker vd., 2015)

Adli toksikolojik analizler için alınması gereken fiziksel ve biyolojik numuneleri göz önünde bulundurarak, analize başlamadan önce numunenin ambalajının üzerindeki etikete, adli vaka ise mühür olup olmadığına bakılmalıdır. Numune eğer uygun şartları sağlıyorsa paket açılır ve içerisinden çıkan her şey detaylarıyla not edilir, incelenir ve tartılır. Gelen delilin bir kısmı mutlaka şahit numune olarak ayrılıp tekrar çalışma ihtimaline karşın uygun koşullarda muhafaza edilir.

Örnek Hazırlama ve Analiz Yöntemleri

Örnek hazırlama ve analiz yöntemleri kimya branşının vazgeçilmezlerinden olduğu gibi adli toksikolojinin de temelini oluşturmaktadır. Gerek olay yerinden gerekse ante- ya da post-mortem süreçte elde edilen fiziksel ve biyolojik numunelerin içeriğinin araştırılmasında tüm numune tipleri için uygun, mutlak bir örnek hazırlama tekniği ya da analiz yöntemi bulunmamaktadır. Bu nedenle analist, numune yapısının karmaşıklığını, aranan hedef analit(ler)i, zaman, maliyet ve teknik alt yapıyı da göz önünde bulundurarak uygun örnek hazırlama ve analiz yöntemlerine karar vermelidir.

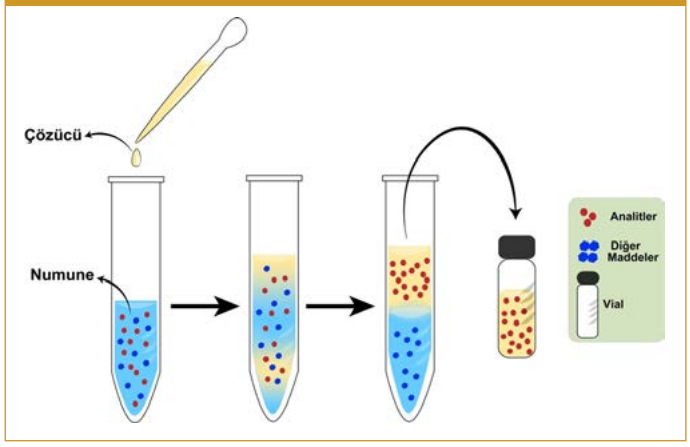
Örnek Hazırlama Yöntemleri

Her ne kadar bu basamak, günümüzde gelişmiş bazı analitik sistemlerin direkt enjeksiyon alternatifi sunması ile cazipliğini yitiriyor gibi görünse de kullanılan analiz sisteminin ömrünü uzatmak, saf olmayan ve karmaşık yapıya sahip numunelerden hedef analitleri ayrıştırarak matris içerisinde girişim (intereference) yapabilecek diğer madde gruplarını uzaklaştırmak ve hedef analiti konsantre ederek analitik yöntemin tespit limitlerinin üzerine çıkarmak gibi oldukça kritik olan avantajlar sunmaktadır. Ancak, yukarıda bahsedildiği gibi her madde grubu için kullanılabilecek mutlak bir örnek hazırlama (çekitleme/ekstraksiyon) yöntemi yoktur. Uygun tekniğin seçilmesi, numunenin içerisindeki hedef analitin kimyasal yapısına, içerisinde bulunduğu matrisin karmaşıklığına ve analiz yönteminin hassasiyetine bağlıdır. Aşağıda asidik, bazik ve nötral pH'daki maddelerin adli toksikolojik analizlerinde yaygın olarak kullanılan bazı örnek hazırlama tekniklerine ve açıklamalarına yer verilmiştir (A Textbook of Modern Toxicology, 2010; Goulding, 2008; Jickells Negrusz, Adam., 2008; Mercan & Türkmen, 2023).

Sıvı-Sıvı Çekitleme (Çözücü Ekstraksiyonu) (LLE) Yöntemi

Bu yöntem genellikle spesifik bir analit yerine geniş spektrumlu bir madde grubunun çekitlenmesi amacıyla kullanılan ve birbirine karışmayan iki çözücü grubunun çözünürlük farklarından yararlanılarak gerçekleştirilen bir tekniktir (**Şekil 1**). Hemen her laboratuvarda bulunabilecek organik çözücü gruplarıyla gerçekleştirildiği ve ek bir sarf malzemeye ihtiyaç duyulmadığı için sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak, işlem sırasında harcanan organik çözücü miktarının fazlalığı hem analistin sağlığını hem de doğanın kirlenmesini olumsuz yönde etkilediği için diğer tekniklere göre dezavantajlı durumdadır. LLE tekniğinin diğer çekitleme yöntemlerine göre diğer dezavantajı da bazı analitler için daha düşük geri kazanım veriminin olmasıdır (A Textbook of Modern Toxicology, 2010; Wille & Lambert, 2007).

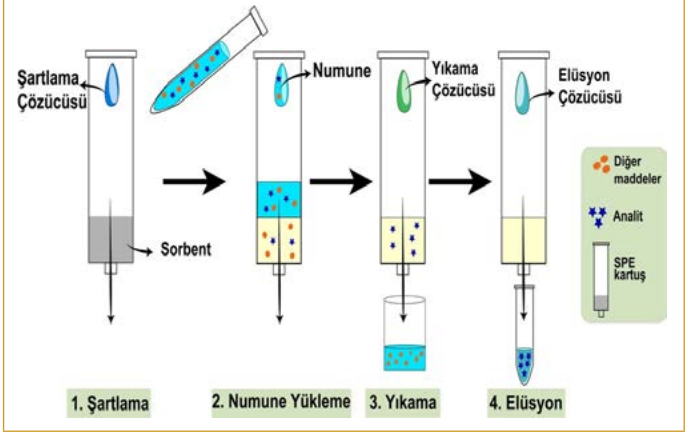
Şekil 1
Sıvı-sıvı çekitleme yönteminin ana basamakları



Katı-Faz Çekitleme (SPE) Yöntemi

Bu yöntem, karmaşık bir matris içerisinde bulunan belirli bir analitin (veya analit grubunun) sıvı matristen kartuş içerisindeki dolgu maddesine tutunmasının sağlanması ve burada örnek içerisinde girişim yapabilecek diğer maddelerin uzaklaştırılıp hedef grubun deriştirilerek tekrar sıvı çözücüye alınması işlemini temel almaktadır. Katı-faz çekitleme işlemine **Şekil 2**'de detaylı bir biçimde yer verilmiştir. Bu teknik sıvı-sıvı çekitleme tekniğine göre çoğunlukla daha az matris etkili ve seçici sonuçlar sunmakla beraber, yöntemin gerçekleştirilmesi sırasında kullanılan vakum, sorbent yapısı ve analist kaynaklı hatalar sebebiyle nadiren tekrar edilebilirliği düşebilmektedir. Sıvı-sıvı çekitleme tekniğine göre bir dezavantajı da işlemin gerçekleştirilmesi için gerekli olan katı-faz çekitleme kartuşlarının maliyetidir. Ancak, maddeleri matristen ayırma konusundaki etkili gücü, çekitleme veriminin yüksekliği ve sağladığı seçicilik performansı ile rutin adli toksikolojik analizlerde sıkça kullanılmaktadır (Wille & Lambert, 2007; Mercan & Türkmen, 2023).

Şekil 2
Katı-faz çekitleme yönteminin ana basamakları

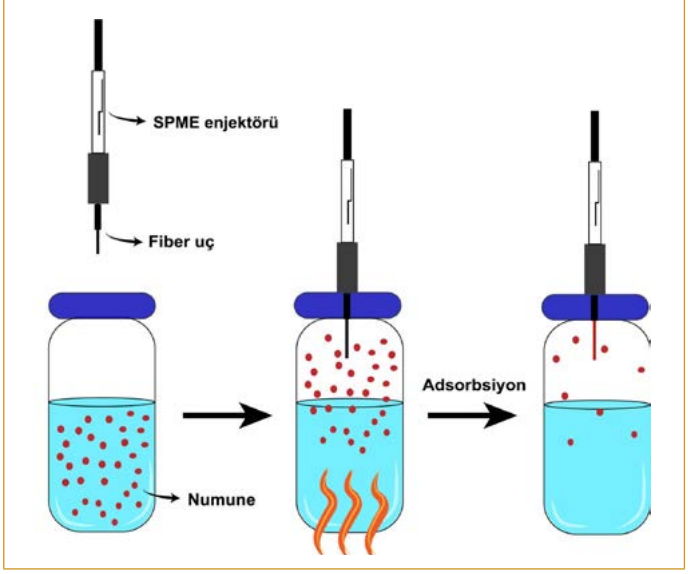


Katı-Faz Mikroçekitleme (SPME) Yöntemi

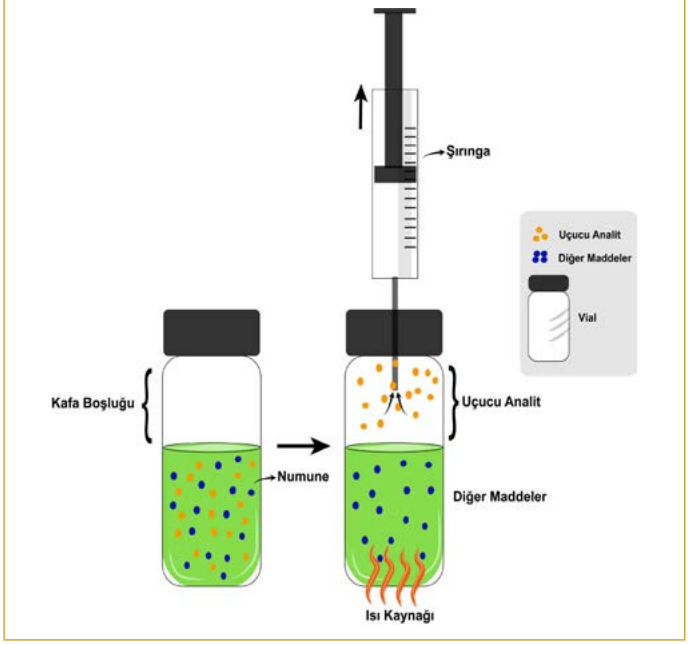
Sadece adli toksikoloji alanında değil, çevre ve gıda toksikolojisi gibi endüstriyel alanlarda da analiz öncesi basamak olarak kullanılan bu yöntem, harcadığı organik çözücülerin azlığı (bazı durumlarda hiç organik çözücü kullanılmaması) bakımından,

örnekleme hızı ve hassasiyeti ile diğer tekniklere göre avantajlı durumdadır. Sunduğu hassas analit çekitleme ve deriştirme yeteneği ile tercih edilen bir tekniktir. Bu tekniğin dezavantajları ise; örneklemeyi sağlayan fiber iğnenin yüksek konsantrasyonda madde grubuyla karşılaşması durumunda çabuk doygunluğa ulaşarak ortamda bulunan diğer analitleri örnekleyememesi, iyi temizleme işlemi yapılmaması durumunda kontaminasyona açık olması, fiber iğnenin kimyasal yapısının hedef analitlere özgü değişmesi sebebiyle değişen madde grupları için farklı yapılı fiberler ve farklı boyutlardaki partiküllerin gerekmesi şeklinde özetlenebilmektedir (Ouyang, 2012; Mercan & Türkmen, 2023). **Şekil 3**'te SPME enjektörünün ve örnekleme yönteminin ana basamakları görülmektedir.

Şekil 3
Katı-faz mikroçekitleme (SPME) yönteminin ana basamakları



Şekil 4
Headspace (kafa boşluğu) çekitleme yönteminin ana basamakları



Headspace (Kafa Boşluğu) Çekitleme Yöntemi

Bu yöntemde, hava almayan kapalı bir kaba içerisi tamamen dolu olmayacak şekilde, gaz ile dengede olan bir sıvı eklenir ve ortam sıcaklığı yükseltilerek sıcaklığın etkisiyle uçucu faza geçen gazlar kabın kafa boşluğunda birikir (**Şekil 4**). Bu gazların bir şırınga yardımıyla örneklenip gaz kromatografisi sistemine enjekte edilmesiyle sıvıların içerisinde çözünmüş halde bulunan uçucu maddeler (etil alkol, metil alkol, benzen, tolüen, ksilen vb.) analiz edilebilmektedir. Bu örnek hazırlama yönteminin adli toksikoloji alanındaki kullanımına en iyi örnek, kanda alkol analizidir.

Yukarıda görüldüğü gibi bahsi geçen yöntemlerin, seçilen numune tipine, hedef maddenin kimyasal yapısına ve uygulanacak olan ileri analiz yöntemlerine bağlı olarak birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Burada önemli olan, hangi örnek türünde hangi maddenin aranacağına bağlı olarak uygun örnek hazırlama yönteminin seçilmesi, doğru ve güvenilir şekilde analiz etmektir (Battal, 2012).

Analiz Yöntemleri

Adli toksikoloji alanında kullanılan analiz yöntemleri, analizin amacına (tarama, doğrulama), yöntemin dayandığı teknik prensibe (spektrometrik, kromatografik vb.) ve diğer faktörlere bağlı olarak kategorize edilebilir. Ancak, belki de en temel sınıflandırma, analiz edilen toksik maddenin organik veya inorganik oluşuna göre yapılmaktadır.

Organik yapılı toksik maddelerin analizleri, renk testleri ve immunoassay yöntemler gibi tarama teknikleri kullanılarak bilinmeyen maddenin belirli fonksiyonel gruplara indirgenmesi, FT-IR ve Raman gibi temel tekniklerle moleküler yapılarının aydınlatılması, spektroskopik ve kromatografik yöntemler ile de kalitatif ve kantitatif olarak tayin edilmesi ile gerçekleştirilmektedir (A Textbook of Modern Toxicology, 2010; Jickells Negrusz, Adam., 2008).

Öte yandan inorganik toksik maddelerin analizleri, benzer şekilde, renk testleri gibi tarama teknikleri kullanılarak genel gruplara ayrıştırılması, FT-IR ve Raman spektroskopisi ile elementel yapı tayini, ileri spektroskopik teknikler ile de elementel düzeyde kalitatif ve kantitatif tayin yapılarak mümkün olmaktadır (A Textbook of Modern Toxicology, 2010; Jickells Negrusz, Adam., 2008; Mercan & Türkmen, 2023).

Yukarıda kısaca bahsedilen ve adli toksikolojide kullanılan numune türleri, numune hazırlama ve analiz yöntemlerine dair detaylar aşağıda Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2
Adli toksikolojide sık karşılaşılan madde grupları ve bunların analiz edilebileceği numune türleri, örnek hazırlama ve analiz yöntemleri

Madde grupları	Örnek türü (ante/post-mortem)	Örnek hazırlama yöntemi	Analiz yöntemleri	
			Tarama yöntemi	Doğrulama yöntemi
Uçucu organik maddeler (etil alkol, benzen, toluen, ksilen vb.)	Kan, akciğer, göz içi sıvısı	Headspace, distilasyon, difüzyon	Convey mikrodifüzyon, dikromat testi (idrardan)	Headspace-gaz kromatografi-kütle spektrometresi (HS-GC-MS)
İlaç etken maddeleri (benzodiazepinler, barbitüratlar vb.) Yasadışı maddeler (amfetamin tip uyarıcılar, esrar vb.)	Kan, idrar, saç, tırnak	Sıvı-sıvı, katı-sıvı, katı-faz çekitleme ve katı-faz mikroçekitleme	UV spektrometresi, Renk testleri, Radyo immünoassay (RIA), Enzim immünoassay (EIA)	Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS), Sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi (LC-MS), Yüksek çözünürlüklü-kütle spektrometresi (HR-MS)
Doping maddeleri	Kan, idrar, saç, tırnak	Sıvı-sıvı, katı-sıvı, katı-faz çekitleme	İnce tabaka kromatografisi	Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS), Sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi (LC-MS) Yüksek çözünürlüklü-kütle spektrometresi (HR-MS)
Bitkisel ve hayvansal zehirler	Kan, idrar, bitkinin kendisi (yaprakları, çiçeği vb.), hayvansal zehir (venom)	Sıvı-sıvı, katı-sıvı, katı-faz çekitleme	İnce tabaka kromatografisi, radyo immünoassay (RIA), serum elektrolit testi	Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS), Sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi (LC-MS), Yüksek çözünürlüklü-kütle spektrometresi (HR-MS)
İnorganik elementler (Pb, Hg, Ni, As vb.)	Kan, idrar, saç, tırnak, kemik, toprak, boya, su, doku, organ	Asit ile yaş yakma	Reinsch deneyi, renk testleri, alev deneyleri,	Atomik absorpsiyon spektrometresi (AAS), İndüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS), İndüktif eşleşmiş plazma -optik emisyon spektrometresi (ICP-OES), Taramalı elektron mikroskobu (SEM)
Pestisitler	Kan, idrar, safra, mide içeriği, yağ dokusu, toprak, boya, su, teneke kutular vb.	Çözücü ile çekitleme	İnce tabaka kromatografisi (İTK)	Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS), Sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi (LC-MS), Yüksek çözünürlüklü-kütle spektrometresi (HR-MS)

Adli Toksikoloji Laboratuvarı

Bir adli toksikoloji laboratuvarı, fiziksel, teknik ve beşerî alt yapısı ile bir bütün halinde değerlendirilmelidir. Hizmet kapsamında özellikle biyolojik numunelerden yasal/yasadışı madde tayini bulunması, laboratuvarın ekipman altyapısını belirlemede en önemli unsurdur. Adli toksikolojik araştırmalar yapan bir laboratuvar, temelde "organik-inorganik analizler" şeklinde iki ana gruba ayrılması mümkün olan bir sınıflandırma ile yapılanmalıdır. Bu yapılanma hem kalitatif (nitel) hem kantitatif (nicel) analiz yapabilecek kapasiteye sahip olmalıdır. Organik madde analizinde, uçucu organik bileşiklerin (etil alkol, metil alkol, benzen, toluen, ksilen vb.) yanı sıra diğer organik bileşiklerin (yasal/yasadışı madde, pestisit, ilaç etken madde vb.) tayinini sağlamaya yönelik ekipman altyapısına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu kapsamda kromatografik sistemler (ince tabaka, gaz ve sıvı kromatografisi) ve bu sistemlerle konfigüre edilebilen ve yüksek duyarlılığa sahip dedektörler (ultraviyole dedektör; floresans dedektör; tekli, ardışık, uçuş zamanlı, yüksek çözünürlüklü kütle spektrometresi dedektörü; alev iyonizasyon dedektörü vb.) bulunmalıdır. İnorganik analizlerin düşük tayin limitlerine sahip gerçekleştirilebilmesi için ise, İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS) veya Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi (AAS) gibi spektroskopik sistemlerin kullanılması yerinde olacaktır. İleri analitik teknikler olarak da nitelendirilebilecek bu organik ve inorganik analiz sistemleri özellikle eser delil incelemelerinde ve biyolojik numunelerin analizinde oldukça duyarlı, seçici ve doğrulamaya yönelik sistemlerdir. İleri analitik sistemlerin ötesinde renk testleri, ince tabaka

kromatografisi, immünoassay vb. tabanlı tarama teknikleri de yol gösterici olabilmektedir. Her ne kadar bir Adli Toksikoloji Laboratuvarındaki teknik altyapının yeterli ve güncel olması vazgeçilmez bir gereklilik olsa da tek başına yeterli değildir. Zira, bu altyapıyı ve olanakları kullanabilecek düzeyde deneyime ve beceriye sahip personel olmalıdır. Numune türüne, aranacak analite ve tayin aralıklarına uygun yöntem geliştirmek, geliştirilen bu yöntemleri geçerli kılmak, analiz sırasında oluşabilecek girişim ve kontaminasyon risklerini öngörebilmek üzere yetişmiş personel adli bir laboratuvarın temel ihtiyacıdır. Aksi durumda yanlış negatif ve yanlış pozitif analiz sonucu elde edilmesi vb. risklerin olasılığı artar. Yanlış pozitif analiz sonucu, aslında olmayan bir maddenin pozitif raporlanması; yanlış negatif analiz sonucu ise aslında var olan bir maddenin eşik değerin altında olması veya analiz basamaklarındaki etkiler nedeniyle negatif raporlanmasıdır. Bu nedenle analiz sonuçlarının mutlaka deneyimli personel tarafından ileri analitik yöntemlerle doğrulanması gerekmektedir. Temelde analitik kimya tekniklerinden faydalanan adli toksikoloji laboratuvarları, ISO/IEC 17025standardına uygun şekilde çalışmalar yürütmesi halinde ulusal veya uluslararası akreditasyon kurumları tarafından akredite edilerek geliştirdiği yöntemlerle kalite yönetim sistemi çerçevesinde hizmet verebilir. Gerek sistematik toksikolojik tarama gerekse doğrulama yöntemlerinin güncel literatür takip edilmek sureti ile güncellenmesi, yeni teknolojik gelişmelere ve bilimsel iyileştirmelere de adapte olması gerekmektedir. Özellikle yeni nesil psikoaktif maddeler olarak tanımlanan tasarım maddelerin tespitinde ve alternatif örnek türlerinin işlenmesinde yaşanan zorluklar ancak mevcut bilgi ve teknolojiyi uluslararası rehberler ve yetkili kurumların raporları ışığında güncelleyerek mümkün olabilmektedir. Bir adli toksikoloji laboratuvarında üretilen analiz raporunun adaletin tecellisindeki rolü düşünüldüğünde, adli toksikologların bilirkişilik hizmetini etik ve bilimsel değerlerden ayrılmaksızın, yenilikleri takip ederek, tarafsız ve kanıt odaklı sürdürmesi en önemli kuraldır (Chung & Choe, 2019; Penders & Verstraete, 2006; Wille vd., 2018).

Adli Toksikolojide Güncel Konular

Adli bilimlerin analitik kimya ile buluştuğu nokta olan adli toksikolojinin çalışma alanları, gelişen teknoloji ile genişlemekte ve halk sağlığı, biyo-izlem (biomonitoring), epidemiyoloji gibi farklı alanlarda da hizmet sunmaktadır. Bu çalışma alanları arasında 2000'li yılların başından beri gelişimini sürdüren atık su epidemiyolojisi de önemli bir yer edinmiştir. Daughton ve ark. 2000'li yılların başında çevresel kirleticilerin ve evsel atıkların izlenmesi için atık suları kullanmış ve bu yaklaşımın başarılı sonuçlar doğurmasıyla Zuccato ve ark. atık sulardan yasadışı maddelerin izlenmesinin de mümkün olabileceği fikri üzerine yoğunlaşmıştır (Daughton, 2001; Zuccato vd., 2005, 2008). Bu fikri ilk olarak kokain maddesi üzerinde test eden bilim insanları, bugün Dünya geneli 82 şehre ait aynı anda toplanan örneklerin sonuçlarını karşılaştırılabilir olarak sunduğu bir düzenin temellerini atmıştır. Atık su epidemiyolojisi yaklaşımı, kişinin vücuduna aldığı her maddenin metabolize olup boşaltım yoluyla vücuttan atılarak kanalizasyona karışması ve bu maddelere ait biyobelirteçlerin kanalizasyondan alınan örneklerden izlenmesi prensibine dayanmaktadır (EMCDDA, 2016). Böylece, objektif, kanıta dayalı ve anonim veriler ile toplumlardaki yasa dışı madde trendlerine ve tüketim miktarlarına gerçekçi bir yaklaşım sunulmuş ve diğer epidemiyolojik belirteçleri de destekleyici nitelikte veri sağlanmaktadır. Atık su epidemiyolojisi ile sadece yasadışı maddeler değil, çevre kirletici ajanlar, antibiyotikler, endokrin bozucular gibi pek çok farklı kimyasal madde analizi yakın zamanlı olarak gerçekleştirilebilmekte, bu maddelerin tüketiminde coğrafi ve zamansal farklılıklar izlenebilmektedir. Bütün bu avantajlı yönleriyle ön plana çıkan ve sayısız farklı disiplinden yararlanan bu alan, adli toksikolojiyi de ilgilendiren güncel konularındandır (Asicioglu vd., 2021; Dogru vd., 2020; Kuloglu Genc vd., 2021; Mercan, Kuloglu, Tekin, vd., 2019; Mercan, Kuloglu, & Asicioglu, 2019).

Bir diğer güncel konu ise nanoteknolojinin adli toksikoloji alanındaki kullanımıdır. Nanoteknoloji sağladığı, hız, az yer kaplama, maliyet, olay yerinde analiz imkânı (on-site), düşük hassasiyet gibi avantajlarla adli bilimlerin pek çok alanında kullanım alanı bulmaktadır. Nanosensörler, hedef molekülleri tanıyabilen birimlere sahiptir ve bu tanıma işlemi gerçekleştiğinde genelde optik ya da mekanik olarak bir sinyal üretirler (Bhalla vd., 2020; Mao vd., 2020; Qin vd., 2020; Verhagen & Kelarakis, 2020). Bu özellikleri ile medikal tanılarda, patlayıcı veya yasadışı madde tespitinde kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Örneğin, nanopartikül tabanlı mikro-akışkan çipler, tükürük vb. biyolojik numunelerden anlık yasa dışı madde kullanımını tespit etmeye yönelik geliştirilmiş ve adli toksikolojinin hizmetine sunulmuştur (Saglam vd., 2021). Son yıllarda, nanoteknoloji dışında pek çok mühendislik alanında olduğu gibi adli toksikoloji alanında da kullanımının olduğu görülmektedir. Bunlara örnek olarak bilgisayar/yazılım mühendislerinin geliştirdikleri kütle spektrometresi verilerinin analiz edilmesi ve referans standardı olmayan maddelerin kendisinin ya metabolizasyon ürünlerinin tahminine dayalı in-silico yöntemler; geomatik mühendislerinin geliştirdiği Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin madde kullanımının sosyo-demografik vb. veriler ile eşleştirilerek kullanılması ve çoklu bakış açısıyla değerlendirilmesinin sağlanması gibi uygulamalar verilebilir. Yapay zekanın da gelişmesiyle mühendislik çalışma alanlarının adli toksikolojinin konularıyla yakın gelecekte daha fazla kesişme olanağı bulacağı tahmin edilmektedir.

Sonuç

Kayıtlı olmayan tarihçesi insanlığın başlangıcına dayanan toksikoloji bilimi, canlı organizmaya zarar veren bitkisel, hayvansal, kimyasal bir etkenin varlığı durumunda devreye girmektedir. Herhangi bir canlı organizmanın zarar görmesi veya canlılığının sona ermesi ise hukuki bir sürecin başlangıcı olabilmektedir. Bu durumda adalete hizmet etmekle yükümlü olan adli toksikolojiden bahsetmek gerekir. Adli toksikoloji biliminin, hukuki süreci aydınlatmadaki görevi hiç şüphesiz adli bilimlerin diğer disiplinleri kadar önem taşımaktadır. Özellikle ölüm orijinini belirlemede büyük öneme sahip olan adli toksikolojik araştırmalar, meydana gelen ölümün, zehir niteliği taşıyan bir etkenden kaynaklanıp kaynaklanmadığı sorusuna yanıt vermenin yanı sıra, cesede ait biyolojik örnekte tespit edilen etken madde/maddelerin ne olduğunu ne düzeyde olduğunu, tek başına veya beraberinde bulunan diğer maddeler ile bir araya geldiğinde ölüme sebebiyet verme kabiliyetine sahip olup olmadığını araştırır. Adli toksikolojik araştırmalar, delilin olay yerinden ve/veya cansız bedenden doğru toplanıp laboratuvara uygun koşullarda transfer edilmesi ile başlayıp, uygun altyapı ve ekipman ile yetkin kişilerce doğru ve yerinde bir analiz yapılması ile devam eden ve elde edilen bulguların alanda tecrübeli kişilerce yorumlanarak raporlanması ile sona eren bir süreçtir. Bu süreçte yer alan bileşenlerin her biri tek başına hayati

öneme sahip olmakla birlikte ancak hepsi bir bütün halde işlediği takdirde kusursuz hale gelir. Bu da ancak doğru numuneyi doğru şekilde toplayarak, uygun koşullarda laboratuvara teslim etmek, doğru analiz yöntemi ile araştırmak ve tecrübeli kişiler tarafından yorumlamaktan geçmektedir. Bu nedenledir ki, alanın önde gelen toksikoloğu Arnold J. Lehman toksikolojiyi tarif ederken *"Siz de her biri on yıl süren iki kolay ders sonunda birer toksikolog olabilirsiniz"* şeklinde bir tanımlama ile akıllarda yer etmiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

A Textbook of Modern Toxicology. (2010). Içinde E. Hodgson (Ed.), *Journal of Natural Products* (Third Edit). American Chemical Society. https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/np0307643

Acikkol, M., Mercan, S. & Karadayi, S. (2009). Simultaneous Determination of Benzodiazepines and Ketamine from Alcoholic and Nonalcoholic Beverages by GC-MS in *Drug Facilitated Crimes*. *Chromatographia 2009 70*(7), 1295-1298. [Crossref]

Asicioglu, F., Kuloglu Genc, M., Tekin Bulbul, T., Yayla, M., Simsek, S., Adioren, C. & Mercan, S. (2021). Investigation of temporal illicit drugs, alcohol and tobacco trends in Istanbul city: Wastewater analysis of 14 treatment plants. *Water Research, 190*, 116729. [Crossref]

Bade, R., Bijlsma, L., Sancho, J. V., Baz-Lomba, J. A., Castiglioni, S., Castrignanò, E., Causanilles, A., Gracia-Lor, E., Kasprzyk-Hordern, B., Kinyua, J., McCall, A. K., van Nuijs, A. L. N., Ort, C., Plósz, B. G., Ramin, P., Rousis, N. I., Ryu, Y., Thomas, K. V., de Voogt, P., … Hernández, F. (2017). Liquid chromatography-tandem mass spectrometry determination of synthetic cathinones and phenethylamines in influent wastewater of eight European cities. *Chemosphere, 168*, 1032-1041. [Crossref]

Battal, D. (2012). Adli toksikoloji analizlerinde biyolojik örnek ve analitik yöntem seçimleri özet. *Journal of Forensic Medicine, 27*(1), 44-53. [Crossref]

Bhalla, N., Pan, Y., Yang, Z. & Payam, A. F. (2020). Opportunities and Challenges for Biosensors and Nanoscale Analytical Tools for Pandemics: COVID-19. Içinde ACS Nano (C. 14, Sayı 7, ss. 7783-7807). *American Chemical Society*. [Crossref]

Boroujerdi, M. (2015). *Pharmacokinetics and Toxicokinetics* (1st editio). CRC Press. [Crossref]

Celma, A., Sancho, J. V., Salgueiro-González, N., Castiglioni, S., Zuccato, E., Hernández, F. & Bijlsma, L. (2019). Simultaneous determination of new psychoactive substances and illicit drugs in sewage: Potential of micro-liquid chromatography tandem mass spectrometry in wastewater-based epidemiology. *Journal of Chromatography A, 1602*, 300-309. [Crossref]

Chung, H. & Choe, S. (2019). *Challenges in forensic toxicology. 51*(6), 665-673. [Crossref]

Daughton, C. G. (2001). Illicit Drugs in Municipal Sewage. Içinde Pharmaceuticals and Care Products in the Environment (C. 791, ss. 20-348). *American Chemical Society*. [Crossref]

Demirci Kayıran, S. (2019). Dioskorides'in De Materia Medica Adlı Eserindeki Tıbbi Bitkilerin Doğu Akdeniz'de Günümüzdeki Kullanımlarının Araştırılması. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi *Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 9*(2), 189-202. [Crossref]

Dogru, A. O., Abdulhussein, R. A., Mercan, S., Kuloglu, M., Tekin, T. & Asicioglu, F. (2020). *A GIS assisted system for monitoring illicit drug use in wastewater*. 6-10. [Crossref]

Duffus, J. H. (2002). "Heavy metals" a meaningless term? (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry, 74*(5), 793-807. [Crossref]

Duke, K. (2020). Producing the 'problem' of new psychoactive substances (NPS) in English prisons. *International Journal of Drug Policy, 80*, 102479. [Crossref]

Elliott SP, Stephen DWS, Paterson S. The United Kingdom and Ireland association of forensic toxicologists forensic toxicology laboratory guidelines (2018). Sci Justice, 58(5), 335–45. [Crossref]

EMCDDA. (2016). Assessing illicit drugs in wastewater: advances in wastwater-based drug epidemiology. Içinde S. Castiglioni (Ed.), *Insights 22*. Publications Office of the European Union.

EMCDDA. (2020). European Drug Report 2020: *Trends and Developments*. [Crossref]

García, M. G., Pérez-Cárceles, M. D., Osuna, E. & Legaz, I. (2021). Drug-facilitated sexual assault and other crimes: A systematic review by countries. *Journal of Forensic and Legal Medicine, 79*, 102151. [Crossref]

Goulding, R. (2008). Casarett & Doull's Toxicology: the Basic Science of Poisons. Içinde Curtis D. Klaassen (Ed.), McGraw-Hill (7th baskı). McGraw-Hill. [Crossref]

Jickells Negrusz, Adam., S. (2008). Clarke's analytical forensic toxicology. Pharmaceutical Press. http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4967869

Kenan, N., Mercan, S. & Acikkol, M. (2019). Development and validation of a practical analytical method for Zolpidem as a drug facilitated crime tool. *Journal of Chemical Metrology, 13*(2), 68-74. [Crossref]

Kuloglu Genc, M., Mercan, S., Yayla, M., Tekin Bulbul, T., Adioren, C., Simsek, S. Z. & Asicioglu, F. (2021). Monitoring geographical differences in illicit drugs, alcohol, and tobacco consumption via wastewater-based epidemiology: Six major cities in Turkey. *Science of The Total Environment, 797*, 149156. [Crossref]

Kuloglu, M., Tekin, T., Turkmen, Z., Tunc Demircan, Y. & Mercan, S. (2020). Determination of doxylamine from a tea sample: A claim of drug facilitated crime. *Journal of Chemical Metrology, 14*(1), 63-68. [Crossref]

Mao, K., Zhang, H., Pan, Y., Zhang, K., Cao, H., Li, X. & Yang, Z. (2020). Nanomaterial-based aptamer sensors for analysis of illicit drugs and evaluation of drugs consumption for wastewater-based epidemiology. Içinde *TrAC - Trends in Analytical Chemistry* (C. 130, s. 115975). Elsevier B.V. [Crossref]

Mercan, S. (2020). Forensic Perspective of CYP2D6 Polymorphism in: Advances in Medicine and Biology. Içinde L. V. Berhardt (Ed.), *Advances in Medicine and Biology* (ss. 55-74). Nova Science Publishers, Inc.

Mercan, S. & Acikkol, M. (2014). Madde kullanımının kolaylaştırdığı suçlar: maddeler ve etkileri; deliller ve analizleri. *Journal of Forensic Medicine, 11*(2), 78-96.

Mercan, S., Kuloglu, M. & Asicioglu, F. (2019). Monitoring of Illicit Drug Consumption via Wastewater: Development, Challenges and Future Aspects. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. [Crossref]

Mercan, S., Kuloglu, M., Tekin, T., Turkmen, Z., Dogru, A. O., Safran, A. N., Acikkol, M. & Asicioglu, F. (2019). Wastewater-based monitoring of illicit drug consumption in Istanbul: Preliminary results from two districts. *Science of the Total Environment, 656*, 231-238. [Crossref]

Mercan, S., Türkmen, Z. (2018). Adli Toksikolojinin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi. Içinde N. AKGÜR, Serap Annette; DAĞLIOĞLU (Ed.), *Temel Adli Toksikoloji* (1. Basım). Akademisyen Kitapevi.

Mercan, S., Türkmen, Z. & Açıkkol, M. (2015). Sürüş Güvenliğini Olumsuz Etkileyen Reçeteli ve Reçetesiz İlaçlar: Etkileri ve Güvenlik Tedbirleri. *J Foren Med-Special Topics, 1*(3), 21-29.

Mercan S., Türkmen Z. (Ed.). (2023). *Adli toksikoloji: Temel kavramlar ve prensipler.* İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

Mutlu, E., Aşıcıoğlu, F. (2019). Uyuşturucu Madde Etkisi Altındaki Mağdurların Uğradığı Cinsel Saldırılar:Olgu Serisi. *Osmangazi Journal of Medicine, 41*(1), 95-101. [Crossref]

Nazlıkul, H. (2019). AĞIR METAL YÜKLENMESİ VE. *Journal of Complementary Medicine Regulation and Neural Therapy, 13*(1), 20-32. http://static.dergipark.org.tr/article-download/4cad/0e93/6c8c/5c5a9ad0acf1a.pdf?

Oser, B. L. (1968). Arnold J. Lehman. *Food and Cosmetics Toxicology, 6*(2), 119-120. [Crossref]

Ouyang, G. (2012). Calibration. *Handbook of Solid Phase Microextraction*, 167-199. [Crossref]

Özbolat, G. & Tuli, A. (2016). Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 25*(23783), 502-521. [Crossref]

Özge Kahvecioğlu, Güldem Kartal, Aybars Güven, S. T. (2003). Metallerin Çevresel Etkileri-*I. Metalurji Dergisi, 136*, 47-53. https://metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf

Özşeker, P. E., Dağlıoğlu, N. & Gülmen, M. K. (2015). İlaçların Postmortem Yeniden Dağılımı Toksikolojik Örnek Alma Veri Değerlendirme ve Yorumlama. *The Bulletin of Legal Medicine, 20*(2), 123-126. [Crossref]

Penders, J. & Verstraete, A. (2006). Laboratory guidelines and standards in clinical and forensic toxicology. *Accreditation and Quality Assurance 2006 11*(6), 284-290. [Crossref]

Qin, Z., Peng, R., Baravik, I. K. & Liu, X. (2020). Fighting COVID-19: Integrated Micro- and Nanosystems for Viral Infection Diagnostics. Içinde *Matter* (C. 3, Sayı 3, ss. 628-651). Cell Press. [Crossref]

Saglam, N., Korkusuz, F. & Prasad, R. (Ed.). (2021). Nanotechnology Applications in Health and Environmental Sciences. Springer International Publishing. [Crossref]

TUBIM. (2021). Türkiye Uyuşturucu Raporu. http://narkotik.pol.tr/kurumlar/narkotik.pol.tr/TUBİM/2021-Turkiye-Uyusturucu-Raporu.pdf

TUBİM. (2019). Türkiye Uyuşturucu Raporu 2019. http://www.narkotik.pol.tr/kurumlar/narkotik.pol.tr/TUBİM/Ulusal Yayınlar/2019-TURKIYE-UYUSTURUCU-RAPORU.pdf

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2020). Global Synthetic Drugs Assessment 2020. https://www.unodc.org/documents/scientific/Global_Synthetic_Drugs_Assessment_2020.pdf

UNODC. (2020a). Early warning advisory on new psychoactive substances. https://www.unodc.org/LSS/Home/NPS

UNODC. (2020b). Current NPS Threats. https://www.unodc.org/documents/scientific/Current_NPS_Threats_Vol.3.pdf

Verhagen, A. & Kelarakis, A. (2020). Carbon Dots for Forensic Applications: *A Critical Review. Nanomaterials, 10*(8), 1535. [Crossref]

Vural, N. (2000). *Toksikoloji laboratuvar kitabı.* https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12575/9169

Wexler, P. (2014). History of Toxicology and Environmental Health: Toxicology in Antiquity. Içinde *History of Toxicology and Environmental Health: Toxicology in* Antiquity (C. 2). Elsevier Inc.

WHO. (1995). *Basic Analytical Toxicology.* https://www.who.int/ipcs/publications/training_poisons/analytical_toxicology.pdf

Wille, S. M. R., Coucke, W., De Baere, T. & Peters, F. T. (2018). Update of Standard Practices for New Method Validation in Forensic Toxicology. *Current Pharmaceutical Design, 23*(36). [Crossref]

Wille, S. M. R. & Lambert, W. E. E. (2007). Recent developments in extraction procedures relevant to analytical toxicology. *Analytical and Bioanalytical Chemistry 2007, 388*(7), 1381-1391. [Crossref]

Zapata, F., Matey, J. M., Montalvo, G. & García-Ruiz, C. (2021). Chemical classification of new psychoactive substances (NPS). *Microchemical Journal, 163*, 105877. [Crossref]

Zuccato, E., Chiabrando, C., Castiglioni, S., Bagnati, R. & Fanelli, R. (2008). Estimating community drug abuse by wastewater analysis. *Environmental Health Perspectives, 116*(8), 1027-1032. [Crossref]

Zuccato, E., Chiabrando, C., Castiglioni, S., Calamari, D., Bagnati, R., Schiarea, S. & Fanelli, R. (2005). Cocaine in surface waters: A new evidence-based tool to monitor community drug abuse. *Environmental Health: A Global Access Science Source, 4*(1), 14. [Crossref]

BÖLÜM 17
ADLİ YANGIN İNCELEMELERİ

Selda MERCAN
Tuğba Tekin BÜLBÜL

DOI: 10.5152/0617

Adli Yangın İncelemeleri

Fire Investigations

BÖLÜM HAKKINDA

Doğal nedenlerle çıkan yangınların kasıtlı olarak meydana getirilen yangınlardan ayırt edilmesi, adli bilimlerin uzun yıllardır araştırma konusu olmuştur. Yangın ile sonuçlanan her türlü olayda uzmanlar tarafından yangının çıkış nedeni tespit edilmeye çalışılmaktadır. Bu amaç uğrunda teknolojinin getirilerinden de faydalanılarak çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Olay yerinde doğru şekilde numune toplanması, yangın kalıntılarının laboratuvarlarda uygun yöntemlerle analiz edilmesi, analiz sonuçlarının uzmanlarca yorumlanması ve bilirkişilerce raporların değerlendirilmesi zincirinden oluşan yangın araştırmaları, bütüncül olarak birçok alandan uzmanın görüş bildirmesiyle açıklığa kavuşmaktadır. Bu sebeptendir ki yangın araştırmalarında adli bilimler, çok disiplinli çalışma prensibiyle olayların aydınlatılmasında kritik rol oynamaktadır.

Anahtar kelimeler: Yangın kalıntıları, tutuşabilir sıvılar, olay yeri inceleme, hızlandırıcı analizleri, yangın bilirkişiliği

ABOUT the CHAPTER

Distinguishing natural fires from intentionally fires has been a subject of research in forensic sciences for many years. In every incident that results in a fire, experts try to determine the cause of the fire. For this purpose, various methods have been developed by taking advantage of the benefits of technology. Fire investigations, which consist of the chain of correct sample collection at the scene, analyzing the fire debris with appropriate methods in laboratories, interpreting the analysis results by experts, and evaluating the reports by experts, are clarified holistically by the opinions of experts from many fields. For this reason, forensic sciences play a critical role in illuminating the events in fire investigations with the principle of multidisciplinary work.

Keywords: Fire debris, ignitable liquids, crime scene investigation, analysis of accelerator, expertness in fire

Yangın Çıkış Nedenleri

Oluş nedenlerine göre yedi tip yangın grubu bulunmaktadır. Bunlar; bilinmeyen, doğal, kaza, bilgisizlik, ihmal, yeniden yanma ve sabotajdır. Olay yeri ve kriminalistik inceleme esnasında yangınlarla ilgili doğru raporlama verebilmek için yangın gruplarını doğru anlamak önemlidir. (Daéid, 2004.; Karadeniz Teknik Üniversitesi Sivil Savunma Uzmanlığı, 2013; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı).

Bilinmeyen yangınlar, yangının çıkış nedeninin belirlenemediği yangınlardır. Bu tip yangınlarda çoğunlukla yangının başlangıç noktası tespit edilemediğinden yangına sebep olan durum ya da madde analiz edilememekte ve yangın orijini belirsiz kalmaktadır.

Doğal yangınlar, insan faktöründen bağımsız meydana gelen yangınlardır. Bu yangın türü, yıldırım düşmesi, sıcak ve rüzgârlı havalarda kuru dalların birbirine sürtmesi, volkan patlaması, yer altı gazlarının sıkışması gibi nedenlerle kendiliğinden meydana gelen yangınları ifade etmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı).

Kaza yangınları, kişinin istemeden ya da dolaylı olarak sebep olduğu yangınlardır. Bu tür yangınlarda, yangının çıkmasında çoğunlukla dikkatsizlik rol oynamaktadır. Elektrik, araç ve makine, silah gibi etkenler kazara yangınların oluşmasında başlıca nedenlerdir. Trafo patlamaları, bakımsız elektrik hatları, özellikle üretimdeki yetersiz ve eski sigorta hatları, akım ve koruma sisteminin olmaması, elektrikli trenlerin demiryollarında bağlı oldukları hatlardan ya da trenlerin fren sistemlerinden çıkan kıvılcımlar elektrik kaynaklı kazara yangınlara sebep olabilmektedir. Motor ve motor parçaları, yakıt tankı, lastik, fren, egzoz veya far sistemlerindeki arızalar ya da trafik kazası kaynaklı yangınlar, iş makinelerinden

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Selda Mercan

Tuğba Tekin Bülbül

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: mercans@iuc.edu.tr
tugba.tekin@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Mercan, S., Tekin Bülbül, T. (2024). Adli yangın incelemeleri. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli Bilimler* içinde (s. 196-204). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

çıkan yüksek sıcaklıktaki buharlar araç ve makine etkenli kazara yangınların meydana gelmesine neden olabilmektedir. Silah kaynaklı yangınlar ise çoğunlukla askeri tatbikatlar veya mühimmat temizliği esnasında meydana gelen yangınlar olarak değerlendirilebilir. Kazara yangınlara son olarak kendiliğinden çıkan yangınlar eklenebilir. Doğal yangınlardan farklı olarak kendiliğinden yanmada insan faktörü söz konusudur ancak yangının çıkmasına dolaylı olarak istemenden sebep olunmaktadır. Örneğin sıcak bölgelerde biriktirilen bitki atıklarının yığın hale gelmesi, yaz dönemi ormanlık alanlarda kırık cam parçalarının atılması kendiliğinden yanmada en sık karşılaşılan sebeplerdir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı; Şen Yılmaz & Aşıcıoğlu, 2020).

Bilgisizlik kaynaklı yangınlar, alınması gereken önlemlerin bilinmemesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Yangına karşı tedbirler konusunda eğitimli olmayan kişi veya kuruluşların bilgi eksiklikleri ürün ya da sistemleri yanlış kullanmalarına sebep olabilmekte ve dolaylı olarak yangın çıkmasına yol açabilmektedir. Ev içi yanlış soba kullanımları, elektrikli aletlerin hatalı kullanılması, çatı vb. inşaat malzemelerinde kolay alev alabilen ürünlerin tercih edilmesi, yakıt depolarına sigara gibi tutuşturucu maddelerle fazla yaklaşılması, bilgisizlik kaynaklı yangınlara örnek olarak verilebilir (Karadeniz Teknik Üniversitesi Sivil Savunma Uzmanlığı, 2013).

İhmal yangınları, yangın konusunda bilgi sahibi olunsa dahi ufak bir tedbirsizlik veya yangına karşı önlemlerin alınmaması sonucu ortaya çıkan yangınlardır. Kibrit veya sigara izmaritinin tam söndürülmeden atılması, ütü fişinin prizde unutulması, mangal kömürünün tam söndürülmemesi, ev tipi ocakların açık bırakılması, prizlerde çoğaltıcı kullanarak kapasitesinin üzerinde fiş takılması, açık alandaki çöplerde bahçe atıklarının istiflenmesi, bitki örtüsünün farklı gerekçelerle yakılması, ormanlık alanlarda havai fişek kullanılması, atıkların kontrolsüz yakılması vb. ihmal yangınlarına sebep olabilmektedir (Daéid, 2004; Karadeniz Teknik Üniversitesi Sivil Savunma Uzmanlığı, 2013).

Yeniden yanma, söndürüldüğü düşünülen yangının yeniden gizli kor veya yüksek ısı nedeniyle kendiliğinden yeniden alevlenmesi veya parlayıp patlayarak daha geniş alanlara sıçraması sonucu ortaya çıkan ya da büyüyen yangınlardır. Özellikle orman yangınlarında tehlike arz eden bu duruma karşı tedbirli ve bilgi sahibi olunması gerekmektedir (Karadeniz Teknik Üniversitesi Sivil Savunma Uzmanlığı, 2013; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı).

Sabotaj, çeşitli amaçlar veya kazançlar uğruna kasıtlı olarak kişilere veya topluma ait bina ve/veya alanların yakılmasıdır. Kundakçılık olarak da tanımlanan ve kasıt içeren bu durumlarda yangına karşı tüm önlemler alınmış olsa dahi maalesef yangın çıkabilmektedir. Kişilerin intikam duygusuyla karşı tarafın malına zarar verme isteği, bireyin sigortadan para almak için kendi malını yakması, psikolojik rahatsızlıklar (piromani) sonucu kendini önemli hissetme arzusu, ormanlık alanların tesis ya da konut inşa etmek için yakılması, cinayet vb. işlenen suçlara ait delillerin yok edilme isteği, terör eylemleri, hukuki ve cezai sorumluluğu olmayan kişilerin yaptıkları eylemin sonucunu kestirememesi veya önemsememesi, bilerek ve isteyerek yangın çıkarma sebepleri arasında yer almaktadır (Karadeniz Teknik Üniversitesi Sivil Savunma Uzmanlığı, 2013; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı; Şen Yılmaz & Aşıcıoğlu, 2020).

Yangın Türleri ve İstatistikleri

Ülkemizde yangın sınıflandırılması TS EN 2 ve TS EN 2/A1 standartları uyarınca yapılmaktadır. Bu sınıflandırma sayesinde yangın türüne göre en etkin yangın söndürme sistemleri seçilerek yangına doğru müdahale edilebilmektedir. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) sınıflandırmasına göre; *A sınıfı yangınlar,* tüm organik katı maddeleri kapsayan ve normal olarak kor şeklinde meydana gelen yangınlardır. Genellikle odun, tekstil, perde, mobilya, kağıt, ot ve plastik gibi malzemelerin yangınları bu sınıfta değerlendirilir. Su ile ve yanıcı maddenin uzaklaştırılması ile söndürülebilirler. *B sınıfı yangınlar,* sıvı veya sıvılaşabilen katı madde yangınlarıdır. Korsuz ve alevli yangın sınıfı olan bu yangın türüne benzin, yağlar, çözücüler, boya, benzol, mazot, solvent, katran, alkol, mum kaynaklı yangınlar örnek olarak verilebilir. Su, karbondioksit, köpük ve kuru kimyevi toz ile söndürülebilirler. *C sınıfı yangınlar,* gaz halindeki yanıcı madde kaynaklı yangın türleridir. Butan, propan, LPG, asetilen, havagazı, doğalgaz, medikal veya endüstriyel gazların sebep olduğu yangınlar C sınıfı yangınlardır. Kuru kimyevi toz ile söndürülebilirler. *D sınıfı yangınlar,* metal veya metal tozlarını içeren yangınlardır. Korlu, alevsiz ve yüksek sıcaklıkta yanan bu maddelere örnek olarak alüminyum, titanyum, sodyum, çinko, baryum, seryum verilebilir. Kuru kimyevi toz ile söndürülebilirler. Son olarak *F sınıfı yangınlar,* bitkisel veya hayvansal sıvı ve katı yağların gereğinden fazla ısınarak tutuşma sıcaklığına ulaşması sonucu meydana gelen yangınlardır. Köpük ile söndürülebilirler (TSE, 2013).

Ülkemizde ülke genelini kapsayan, yangın türleriyle ve sayılarıyla ilgili detaylı bir istatistiki veri bulunmamaktadır. Bu nedenle hangi şehirde hangi aylarda kaç yangın çıktığı, bu yangınların ağırlıklı olarak ne tür yangınlar olduğu, kaçına müdahale edilebildiği vb. bilgi mevcut değildir. Ülke genelinde yangın istatistiklerini bütünüyle raporlayan bir birim bulunmamakla birlikte bazı illerin itfaiye genel müdürlükleri tarafından yangın sayıları ve çıkış nedenleri yayımlanmaktadır. Bunlardan en önemlisi, 15,5 milyonluk resmi nüfusu ile ülke genelini temsil edebilecek nitelikte olan İstanbul şehridir. Yıl içerisinde meydana gelen yangın sayısı bir şehrin nüfusuna, iklimine, bitki örtüsüne, alt yapısına, yaşayan halkın eğitim seviyesine ve alınan yangın önlemlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Yüksek nüfusu, eski alt yapıya sahip yerleşim yerlerinin mevcut olması, göç bölgesi olması, kozmopolit bir şehir oluşu, iş merkezi niteliği taşıması, yüksek enerji ihtiyacı vb sebepler İstanbul'da meydana gelen yangın sayısının ülkedeki diğer illere kıyasla yüksek oluşunu açıklamaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından konut, fabrika, diğer bina ve araç yangınları yapısal yangınlar; ot, çöp ve orman/fundalık yangınları ise yapısal olmayan yangınlar olarak sınıflandırılmış ve yıllara ait yangın sayıları detaylarıyla raporlanmıştır. Sonuncusu 2020 yılında yayımlanan ve 2015-2019 yılları arasını kapsayan bu raporda 100 bin kişiye düşen toplam yangın sayısı yapısal yangınlarda ortalama 104.6, yapısal olmayan yangınlarda ise ortalama 60.4 olarak verilmiştir. Toplamda yaklaşık 165'i bulan bu rakamın oldukça yüksek olduğu söylenebilir. 2015-2019 yıllarını kapsayan beş yıllık dönemin ortalaması göz önüne alındığında, her üç yangından birinin (yaklaşık %37,6) sigara kaynaklı olduğu

tespit edilmiştir. Bunu %23,7'lik oranla elektrik kaynaklı yangınlar takip etmektedir. İBB tarafından yayımlanan rapor daha da detaylandırılırsa; yangınların bu 5 yıl için en çok görüldüğü ayların yaz dönemi (%10 ile Haziran, %11 ile Temmuz, %10.8 ile Ağustos ve %10.4 ile Eylül ayları) olduğu belirlenmiştir. Yangınların en çok görüldüğü saatlere bakıldığında ise yapısal ve yapısal olmayan yangın türlerinin her ikisinin de çoğunlukla 12:00-17:59 saatleri arasında çıktığı görülmektedir (İtfaiye Daire Başkanlığı, 2020).

Dünya geneline bakılacak olunursa, yangın istatistiklerine ait bilgiler Uluslararası Yangın Önleme ve Söndürme Derneği (International Association of Fire and Rescue Services- CTIF) tarafından yıllık olarak raporlanmaktadır. Raporda yer alan istatistiklerin elde edilme şekli ve istatistiki veri türü arasında ülkeden ülkeye farklılıklar bulunmaktadır. Yayımlanan son rapor 2019 yılına kadarki bilgileri içermekte ve Türkiye bu rapora İstanbul ili ile dahil olmaktadır. Diğer ülkelerle yapılan karşılaştırmalarda, rapor genelinde yer almayıp yalnızca 'yılda 200'den fazla ölümün olduğu ülkeler' sıralamasında sağladığı veriyle Türkiye'nin, Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization- WHO) 2019 girdilerine

Tablo 1
2015-2019 yılları arasında CTIF ile veri paylaşan Dünya ülkelerinde meydana gelen ve ortalama 1000 kişi başına düşen yangın sayıları

Ülke	Yıl İçindeki Yangın Sayısı					Ortalama Yangın Sayısı	1000 Kişi Başına Düşen Yangın Sayısı
	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019	2015-2019
İsrail	43765	48396	46290	49873	50958	49040	5.91
Avusturya	45349	47559	47951	43554	43370	45557	5.14
Letonya	11004	9929	9137	9134	10095	9860	5.14
Bulgaristan	30009	37362	34373	29448	42141	34667	4.92
İrlanda	24356	23922	21879	26534	20756	23489	4.77
Litvanya	13512	10041	9394	11848	11509	11261	4.03
Amerika	1345500	1342000	1319500	1318500	1291500	1323400	4.02
Fransa	300667	285700	306600	305500	316100	302 913	4.55
Hollanda	125200	79560	72980	76020	38900	78532	4.54
Estonya	5564	5065	4733	5353	4675	5078	3.82
Brunei	1503	1852	804	1249	2053	1492	3.47
B.Britanya	191647	201009	200058	204525	222511	203950	3.14
Hırvatistan	12156	11143	14507	9968	14980	12551	3.09
Y. Zelenda	10515	10314	9095	18519	23258	14340	3.02
Ürdün	32488	28693	23041	24490	36650	29072	2.73
Yunanistan	25034	27652	27793	24459	27784	26544	2.46
Danimarka	12959	13142	13107	15081	13290	13516	2.34
Macaristan	21056	17534	25303	19355	20913	20832	2.13
Ukrayna	79640	74221	84089	78602	96812	82673	1.96
Çekya	20232	16253	16757	20720	18813	18555	1.74
Slovakya	8807	10312	8973	9288	9602	9396	1.72
Türkiye	10092	11697	8140	6442	8876	9049	1.65
İsviçre	12477	11803	13437	13178	12935	12766	1.50
Rusya	145900	139500	132844	144199	471426	206774	1.41
Moğolistan	4561	3710	3536	3612	4209	3926	1.19
G. Kore	44435	43413	44178	42338	40030	42879	0.83
Kazakistan	14452	13952	14724	14557	13850	14307	0.77
Tayvan	1704	1856	30464	27922	22866	16962	0.72
Singapur	4604	4114	3871	3885	2862	3867	0.69
Belarus	7339	5999	5460	6435	6100	6267	0.67
Peru	9473	12648	12114	13729	14263	12445	0.39
Japonya	39111	36831	39773	37981	37683	38276	0.30
Vietnam	2792	3006	4074	4182	3790	3569	0.04
Birmanya	1708	1847	1832	1739	2155	1856	0.04

göre yangın, ısı ve sıcak maddelerden kaynaklanan tahmini ölüm sayısı 343'tür. Türkiye'ye en yakın yangın kaynaklı ölüm sayısının görüldüğü ülkeler ise 348 ile Afganistan ve 336 ile Malezya (Kuala Lumpur)'dır (World Fire Statistics, 2021).

CTIF raporuna göre, 2019 yılında Dünya genelinde en çok yangının çıktığı ülke Amerika Birleşik Devletleri'dir. Çıkan yangın sayısı 1291500 olan ülkede 1000 kişi başına düşen yangın sayısı 3.9, yangından ölen kişi sayısı 3704 ve yangın kaynaklı yaralanan kişi sayısı ise 16600'dür. Amerika gibi yüksek nüfuslu bir ülke olan Rusya'da ise 2019 yılında 1000 kişi başına düşen yangın sayısı 3.2 iken, yangından ölen kişi sayısı 8559 (Amerika'nın yaklaşık 2.5 katı) ve yangın kaynaklı yaralanan kişi sayısı 8461'dir. CTIF raporuna 2015-2019 yılları arasında kesintisiz veri sağlayan ülkelerde çıkan yangın sayıları ile İstanbul ilinin (Türkiye) İBB tarafından paylaşılan yangın sayıları Tablo 1'de karşılaştırılmıştır (İtfaiye Daire Başkanlığı, 2020; World Fire Statistics, 2021).

Yangının Bileşenleri

Yanma, oksijen, ısı kaynağı ve yanıcı maddenin bir araya gelmesiyle oluşan kimyasal bir zincir reaksiyondur (Şekil 1). Yanıcı madde ısı kaynağına maruz kalarak tutuşma sıcaklığına ulaşır ve oksijenle birlikte ekzotermik reaksiyona girer. Yanıcı maddenin özelliğine göre korlu, alevli veya korlu ve alevli bir arada olacak şekilde yanma gerçekleşir. Korlu yanmada, yanıcı madde katı iken alevli yanmada yanıcı madde sıvı ve gaz formundadır. Yanmanın sonlandırılması için kimyasal reaksiyonun basamaklarından oksijen, ısı kaynağı ve yanıcı madde üçlüsünün en az birinin reaksiyondan çıkarılması gerekmektedir (DeHaan & Icove, 1983; İBB İtfaiye Daire Başkanlığı).

Şekil 1
Isı, oksijen ve yanıcı maddenin bir araya gelmesiyle oluşan yanma reaksiyonunun şematik görünümü



Yanıcı madde, organik veya inorganik olarak sınıflandırılır. Organik maddelerin yapısında karbon, hidrojen, kükürt, fosfor ve azot gibi elementler bulunurken; inorganik maddeler karbon içermez, yapısında magnezyum, sodyum gibi yanıcı metal grubu elementleri bulundurur. İnorganik ve organik yanıcı maddelerin her ikisi de katı, sıvı ve gaz formunda bulunabilir. Katı yanıcı maddelerin yüzeyleri, ısı kaynağına maruz kaldıklarında kor halinde yanarlar. Sıvı yanıcı maddeler, ısı kaynağıyla birleştiklerinde önce buhar forma dönüşür sonra sıvı yüzeyinde biriken buhar kısmı tutuşma sıcaklığına ulaşır ve alev alarak yanmaya başlar. Gaz formdaki yanıcı maddeler, formlarından dolayı en hızlı yanma reaksiyonunu gerçekleştiren maddelerdir ve patlama halinde alevli yangına sebep olurlar (İBB İtfaiye Daire Başkanlığı; Şen Yılmaz & Aşıcıoğlu, 2020).

Isı kaynağı, yanma reaksiyonunda oldukça önemli bir etkendir. Oksijen ve yanıcı madde neredeyse her ortamda bir aradadır. Isının varlığı, oksijenli ortamda yanıcı maddeyi tutuşma sıcaklığına ulaştırdığında yanma olayı gerçekleşir. Tutuşma sıcaklığındaki yanıcı madde buhar üretir ve ısının sürekliliğini sağlar. Bu döngüde yanma kesintisiz devam eder ve büyür (DeHaan & Icove, 1983).

Oksijen, tek başına yanıcı madde değildir. Ancak yanıcı maddelerle ısı kaynağının bir arada olduğu ortamlarda belli bir oranda oksijenin varlığı oksitleyici madde etkisi gösterir ve yanmayı başlatır. Renksiz ve kokusuz bir gaz olan oksijen atmosferin yaklaşık %21'ini oluşturur ki bu da katı, sıvı ve gaz formdaki tüm yanıcı maddeler için yanmayı başlatmaya yeterli bir orandır (İBB İtfaiye Daire Başkanlığı).

Yanıcı Maddeler

Yangının meydana gelebilmesi için, üç ana unsurdan birisi katı, sıvı ve gaz halde görülebilen, çoğunlukla bir yakıt olan yanıcı maddedir. Bu maddeler hidrokarbon içeren fosil yakıtlar olabildikleri gibi, hidrokarbon içermeyen yanıcı maddeler olarak da bulunmaktadırlar (Tekin, Yayla & Aşıcıoğlu, 2020).

Katı yanıcı maddeler, yanmanın başlaması ve devam etmesi için yüzey alanı ile doğrudan bağlantılı maddelerdir. Küçük yüzey alanına sahip katı maddeler daha hızlı yanarlar. Piroliz edilebilen ve piroliz edilemeyen olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. Odun gibi kolay ateşlenebilen, oksijenin ve ısının yüzeye temasıyla yanmanın başladığı maddeler piroliz edilebilen maddelerdir. Burada açığa çıkan gaz yanıcıdır ve havadaki oksijenle yangına sebebiyet verebilir. Piroliz edilemeyen yanıcı maddelerin ise en önemlileri kömürdür. Antrasit, taş kömürü, linyit kömürü, grafit gibi hidrokarbon içeren, odun kömürü ve kok kömürü gibi hidrokarbon içermeyen kömür olarak sınıflandırılır. Piroliz edilemeyen kömür gibi ürünlerin yanması sonucu açığa çıkan gaz yanıcı olabildiği gibi yanıcı olmayan gaz olması da söz konusudur (Demirbilek, 1987; DeHaan & Icove, 1983).

Sıvı yanıcı maddeler, çoğunlukla petrol ve petrol ürünleridir. Tamamı uçucu olan sıvı yanıcı maddelerin yanmaya başlaması buhar forma dönüştükten sonra gerçekleşir. Bu nedenle buhar basıncı, kaynama noktası, parlama noktası, tutuşma sıcaklığı gibi parametreler sıvı yanıcılarda oldukça önemlidir. Kaynama noktası, parlama noktası ve yanma noktası düşük olan sıvıların uçuculuğu yüksektir, buhar forma kolay geçerler ve buna bağlı olarak yangın riskleri de yüksektir. Doğal ve yapay sıvı yanıcı maddeler olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. Doğal sıvı yakıtlar ham petrolün damıtılmasıyla üretilir ve hidrokarbon içerirler. Petrol, benzin, fuel oil, kerosen, dizel, kayganlaştırıcı yağlama yağları doğal sıvı yakıtların başlıcalarındandır. Yapay sıvı yakıtlar ise, ağır petrol ürünlerinden veya sentez işleminden elde edilirler ve hidrokarbon içermezler. Alkoller, çözücüler, alternatif yakıtlar, biyoyakıtlar örnek olarak verilebilir (Çakmak & Özcan, 2018; Da Silva, Cataluna, de Menezes, Samios & Piatnicki, 2005; DeHaan & Icove, 1983).

Gaz yanıcı maddeler, çoğunlukla fosil yakıtlar ve bunların yan ürünlerinden oluşmaktadır. İçerdikleri moleküller hızlı ve serbest halde olduğundan, oksijenli ortamda ısı kaynağına maruz kaldıklarında oldukça hızlı şekilde yangına sebebiyet verirler. Bu nedenle havadaki yanma aralıkları çok önemlidir. Doğal gaz, hava gazı ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) hidrokarbon içeren gaz yakıtların en önemlileridir. Hidrokarbon içermeyen gaz yanıcı maddelere örnek olarak ise biyogaz verilebilir (Daéid, 2004; DeHaan & Icove, 1983; Redsicker & O'Connor, 1996).

Yangında Olay Yeri İnceleme ve Görev Dağılımı

Yangın, ülkemizde kriminal bir olay olarak kabul edilmektedir. Bir yangın meydana geldiğinde, olay yerine ilk müdahale eden ekip itfaiye görevlileridir. İtfaiye görevlilerinden sonra olay yerine en yakın kolluk ekibi gelmektedir ki tesadüfi şekilde kolluk ekibine yakın bir alanda çıkan yangınlarda, olay yerine itfaiyeden önce kolluk ekibi de varabilmektedir. Bu gibi durumlarda, itfaiye gelene kadar kolluk kuvvetleri gerekli güvenlik tedbirlerini alarak çevredeki vatandaşların yangından zarar görmesini engeller. Daha sonra soruşturmayı yürütmekle görevli Cumhuriyet Savcısı'na bağlı adli kolluk görevlileri olay yerine gelerek gerekli incelemeleri başlatmaktadır. Son olarak olay yeri inceleme ekipleri yangın bölgesine girmekte ve itfaiye görevlileri tarafından kontrol altına alınmış yangın alanında numune toplama ve gerekli inceleme işlemleri başlatılmaktadır. Olay yeri inceleme ekipleri tarafından toplanan delil niteliğindeki numuneler analiz edilmek üzere bağlı oldukları Emniyet/Jandarma Kriminal Daire Başkanlığı'na veya Adli Tıp Kurumu'na teslim edilmekte ve ilgili laboratuvarlarda bulgulara ait kriminalistik analizler gerçekleştirilmektedir. Olay yeri inceleme ekipleri görevlerini tamamladıktan sonra varsa sigorta ekipleri de incelemelerini yapmak üzere yangın alanına girebilmektedir (Bakırcı & İnce, 2020). Sigorta şirketleri veya yanan yapının görevlileri, isteğe bağlı olarak, alternatif bilirkişi incelemesi yapılması için numune alabilmekte ve uzman görüşüne başvurabilmektedir.

Yangın alanına ilk giden itfaiye görevlilerinin öncelik sorumluluğu yangınlara müdahale temek ve söndürmektir. Yangını kontrol altına aldıktan sonra Belediye İtfaiye Yönetmeliği'nde yer alan yangın raporunun düzenlemesini sağlarlar. Bu raporda yapılan incelemeler ve toplanan bilgiler sonucunda yangının çıkış nedeni ile ilgili olay yerinde görev alan itfaiye görevlilerinin tespiti de yer almaktadır. Yangın soruşturmasının yürütülmesinde bu bilgiler önem arz etmektedir. İtfaiye görevlilerinden sonra yangın alanını inceleyecek olan ekipler için yangın söndürme esnasında ve sonrasında itfaiye görevlilerinin olay yerindeki delillere zarar vermemesi gerekmektedir. Her ne kadar söndürme ekipmanları kaynaklı zarar görebilecek delil olması kaçınılmaz olsa da yine de bu durumun tecrübeyle en aza indirgenmesi mümkün ve önemlidir. İtfaiyenin yangına müdahale sırasında ve sonrasında olay yerine girişi engelleme yetkisi vardır ve bu yetkiyi delillerin zarar görmemesi için olay yerini korumada kullanması gerekmektedir (Belediye İtfaiye Yönetmeliği, 2006).

Olay yerine giden kolluk kuvvetleri bazen itfaiyeden önce bazen de hemen sonra yangın alanına varmaktadır. Bu ekibin en önemli görevi olay yerini korumak, asayişi sağlamak ve hem olay yeri hem de çevredeki vatandaşlar için güvenlik tedbirlerini almaktır. Yangına müdahale edecek ekiplerin güvenliğini sağlamalı ve yangın alanına henüz gelmemiş olan ekiplerin hızlı ulaşabilmeleri için önlemler almalıdırlar. Soruşturma işini yapan adli kolluk görevlileri ise yangın çıkış nedenini tespit etmeye yönelik tüm bilgileri toplar, delilleri analiz eder, diğer ekiplerin raporlarını değerlendirir, gerekli her türlü ek araştırmayı yapar ve dosyasını Cumhuriyet Savcılığı'na sunar (Adli Kolluk Yönetmeliği, 2005).

Olay yeri inceleme ekipleri, itfaiye görevlileri yangını kontrol altına alıp yangın alanını kendilerine teslim ettikten sonra olay yerine girerler. İtfaiyeden yangının çıkış noktası ile ilgili görüş alır ve kolluk kuvvetlerinin varsa olay yerinde aldığı ifadelerle ilgili bilgi alarak incelemeye başlarlar. Yangının çıkış nedenini belirlemek için aldıkları bilgilerle birlikte olay yerinde bulunan ya da olay yeriyle ilişkide olan her türlü delili delil teslim zincirine uygun şekilde toplar, muhafaza eder, kayıt altına alır, ilgili kriminal laboratuvara transferini sağlarlar. Tüm incelemeler sırasında olay yerini detaylı şekilde fotoğraflar, video çekimi yapar ve kroki çizimleriyle kayıt altına alırlar. Yaptıkları araştırmalar sonucunda raporlarını düzenleyip soruşturma birimine teslim ederler. Gerekli görülmesi durumunda olay yeri aynı ya da farklı bir ekip tarafından yeniden incelenir ve bu gibi durumlarda ikinci bir rapor düzenlenerek soruşturma birimine iletilir (Bakırcı & İnce, 2020).

Yangın çıkış nedenini doğru tespit edebilmek için yangın soruşturmasında görev alan tüm ekiplerin işbirliği halinde çalışması oldukça önemlidir. İtfaiye görevlileri tarafından hazırlanan rapor, olay yeri inceleme ekipleri tarafından hazırlanan rapor, ilgili laboratuvarın delil üzerinde yaptığı analizler sonucunda hazırlanan kriminal rapor ve varsa sigorta eksperlerinin hazırladıkları rapor; soruşturmayı yürüten kolluk kuvvetleri tarafından hazırlanan dosyaya eklenir ve Cumhuriyet Savcısı tarafından gerçekleştirilen değerlendirmeler bir bütün halinde yapılır. Gerek duyulduğunda bilirkişi görüşüne başvurularak dosyada bilirkişi raporu da değerlendirmeye dahil edilebilir. İşbirliği halinde yapılan çalışmalar olayın hızlı ve doğru bir biçimde aydınlatılmasına katkı sağlamaktadır (Bakırcı & İnce, 2020).

Numune Toplanması

Bir yangın olayı kontrol altına alındıktan sonra görevli tüm ekipler için en önemli konu, yangının çıkış nedenini belirlemektir. İtfaiye ile başlayıp kriminal laboratuvara kadar uzanan görevli ekipler, yangının çıkış nedenini belirleyebilmek için, yani yangın tahkikatını tamamlamak üzere raporlar düzenlerler. Düzenlenen raporlar, ekiplerin olay yeri gözlemleri, varsa çevredeki tanıkların ifadeleri ve toplanan delillerin laboratuvar sonuçları çerçevesinde hazırlanır. Burada önemli olan, doğru analiz edebilmek için yangın kimyasına, kişi güvenliği için yangından korunma tedbirlerine iyi hakim olabilmektir.

Görevli ekiplerin şüpheli ya da görgü tanıklarından alacakları ifadenin zamanı ile olayın meydana gelme zamanı arasında geçen sürenin uzun olmaması önemlidir. Kişilerin kurgulama, olayı unutma ihtimallerini ortadan kaldırmak adına, ifade tutanaklarının derhal düzenlenmesi gerekmektedir. İfade süresi geciktikçe tanıkların bilgilerinin kaybolma ihtimali artmaktadır. Buna karşın görgü tanıklarının sonradan hatırladıkları durumları da ifadeye ekleyip dosyalamak yangın tahkikatına katkı sağlayacaktır. Verilen ifadelerin olay yeri inceleme bulgularıyla tutarlılıkları değerlendirilmeli ve doğru-yanlış olma ihtimalleri göz önüne alınarak yangın tahkikatına dahil edilmelidir. İfadelerin öncesinde ve sonrasında

varsa olay yerini gösteren kamera kayıtları da izlenerek ifadelerle olan bağlantıları gözden geçirilmelidir. Şüpheli ya da tanıkları belirlemede en önemli bulgular, kamera kayıtları ve yangını ihbar eden kişinin verdiği ifadedir (National Fire Protection Association, 2013; İnce & Çavuş Yonar, 2020).

Yangın olaylarında olay yerinde meydana gelen hasara bağlı olarak olay yeri inceleme işlemleri zorlaşabileceğinden, araştırmalar ekiplerce oldukça dikkatli şekilde yapılmalı ve olay yeri mümkün olduğunca korunmalıdır. Olay yeri inceleme ekipleri incelemelere başlamadan önce itfaiye ekiplerinden yangın söndürmede kullanılan malzeme hakkında bilgi almalıdır. Olay yerinde delil niteliği taşıyabilecek bulguların toplanmasında ifadede de olduğu gibi süre önemlidir. Zaman geçtikçe delillerin bozulma, zarar görme, kaybolma ihtimalleri artacağından olay yerinin orijinalliği bozulmadan erken müdahale etmek, olayın açıklığa kavuşturulmasında doğru bir adımdır. Bulguları toplarken itfaiye ekiplerinin değerlendirmeleriyle görgü tanıklarının ifadelerinden yola çıkılarak öncelikle yangının başlangıç noktasına odaklanılmasında fayda vardır. Yangının başlangıç noktasını bulabilmek, yangının çıkış nedenini tespit edebilmekteki en önemli adımdır. Kundaklama ihtimali de göz önünde bulundurularak, ortamda yangın başlatıcı uçucu bir sıvı olmasına karşın erken müdahale doğru yangın tahkikatı için oldukça kıymetlidir. Delil niteliği taşıyan her türlü bulgu, toplanmadan önce olay yerindeki orijinal hali fotoğraflanıp kayda alınmalıdır. Bulgular birden fazla analize elverişli olacak miktarda toplanıp cam ve sızdırmaz kaplarda ayrı ayrı ambalajlanarak delil teslim zincirine uygun şekilde laboratuvara transfer edilmeli, parmak izi taşıma ihtimaline karşı yüzeylere dokunulmamalıdır (Fish, Miller, Braswell & Wallace 2013; Horswell, 2004). Numune toplamada hayati önem sahip bir diğer husus ise, her zaman mümkün olmamakla birlikte, mukayese örneğinin toplanmasıdır. Yangının çıkış nedenini belirlemek üzere toplanan numunelerin mümkünse mukayese edilebileceği yanmamış numunelerin de toplanması bazı durumlarda analizi gerçekleştiren laboratuvar için kıymetli bir örnektir.

Analiz Yöntemleri

Yangın olay yerinden toplanarak laboratuvara teslim edilen delillerin analizi aşamasında delile uygulanacak örnek hazırlama yönteminin ve analizin yürütüleceği analitik sistemin doğru seçilmesi oldukça önemlidir. Tüm dünyada geçerliliğini ortaya koymuş bütün yangın analizlerinde kapsayıcı tek bir analitik yöntem olmadığından en doğru tekniğin seçilmesi delillerin en kısa sürede analiz edilebilmesi açısından kıymetlidir.

Laboratuvara ulaştırılmış delilin analiz edilebilmesi için ilk basamak örnek hazırlama aşamasıdır. Delil niteliği taşıyan numune her zaman saf halde olmayabildiğinden, fiziksel ya da kimyasal işlemlerden geçirerek ayrıştırma yapılır. Böylelikle aranan maddeyle girişim yapabilecek bileşikler uzaklaştırılmış olur ve sonuçların doğruluğu ve hassasiyeti artırılır. Numunenin matriksine ve numune içerisinde aranılan analitin kimyasal yapısına göre hassasiyeti yüksek örnek hazırlama yöntemi belirlenir. Yangın araştırma analizlerinde en sık başvurulan örnek hazırlama yöntemlerinden bir tanesi "çözücü ile çekitleme"dir. Bu yöntemde numunenin üzerine belli bir miktar çözücü eklenir ve numune içerisindeki aranan analitler çözünerek sıvı çözücü içerisine hapsolur. Sıvı çözücü numuneden ayrıştırılır ve sonrasında buharlaştırılarak ortamda yalnızca aranan analitlerin kalması sağlanır. Burada en çok tercih edilen çözücü karbon disülfür olmakla birlikte önemli olan aranan analitle girişim yapmayacak çözücü ile analize devam etmektir. İkinci bir örnek hazırlama yöntemi "headspace"dir (HS). Bu yöntemde numune kapalı bir kap içerisine üst kısımda boşluk kalacak şekilde yerleştirilir. Kaba sıcaklık uygulanır ve böylelikle numune içerisindeki aranılan analitler gaz fazına geçer ve numune kabının üst kısmında bırakılan boşlukta birikir. Biriken gaz şırıngayla toplanır ve analitik sistemlerle analiz edilir. Günümüzde kullanılan analitik sistemler arasında en çok tercih edileni "headspace" örnek hazırlama sistemlerinin bağlı olduğu "Gaz Kromatografisi" sistemleridir. Bir diğer örnek hazırlama yöntemi ise "adsorpsiyon"dur. Bu yöntemde adsorbe edebilme özelliğine sahip katı maddeler numune içerisindeki aranan analiti gözenekleri içerisine hapseder. Gözenekli adsorban madde ile numune kapalı alanda bir arada muhafaza edilip ısıtılır ve aranan analitlerin buhar faza geçerek katı adsorban madde tarafından emilmesi sağlanır. Daha sonra yöntem, adsorban maddeye yukarıda bahsedilen çözücü ile çekitleme işlemi uygulanmasıyla devam eder ve gözeneklere hapsedilen analitler çözücü içerisine aktarılmış olur. Bu yöntemde en çok tercih edilen katı adsorban yapıdaki madde aktif odun kömürdür. Çözücü basamağı gerektirmeden adsorpsiyon yöntemi ile analize elverişli örnekleme tekniği ise "katı faz mikroekstraksiyon"dur (SPME). SPME tekniğinde gözenekli yapı fiber uçlu bir iğnedir. Burada headspace ve adsopsiyon yöntemleri iç içe kullanılmaktadır. Numune ile kapalı alanda bir arada bırakılan fiber iğne numuneye temas etmemekte, numune içerisinden buhar faza geçerek headspace boşluğunda biriken analitler bu boşluktaki fiber iğne tarafından adsorblanmaktadır. Sonrasında kromatogratik sistemler kullanılarak fiber iğne içerisine soğurulan analitler analiz edilir (Houck & Siegel, 2009; Kerr, 2018; Martín-Alberca, Ortega-Ojeda & García-Ruiz, 2016; Kuloğlu & Mercan, 2020).

Örnek hazırlama aşaması uygun şekilde tamamlanan numuneye uygulanacak ikinci adım ise analitik sistemlerle yapılan analizlerdir. Yangın araştırmalarında kullanılabilecek analitik sistemler şu şekildedir:

Fourier Dönüşümlü-Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR), çalışma prensibi numuneye gönderilen kızılötesi ışığın numune tarafından soğurulmasına ve buna bağlı numunedeki kimyasal bağların titreşim hareketiyle oluşan dalga sayısının ölçülmesine dayanır. Bu sistem, katı, sıvı, gaz formundaki organik ve inorganik numunelerin tamamının ölçülmesine elverişlidir. Numuneye zarar vermeden, sonraki aşamada ileri kromatografik sistemlerde de numunenin kullanımına elverişli bir öncül analiz niteliğindedir. Hızlı olması, örnek hazırlama basamağına genellikle ihtiyaç duymaması, kesin ve numuneye zarar vermeden sonuç vermesi en önemli avantajı iken nem ve sıcaklık gibi ortam koşullarından fazlaca etkilenmesi ise sistemin en önemli dezavantajıdır (Evans-Nguyen & Hutches, 2019).

Raman Spektroskopisi, FT-IR sistemi ile tamamlayıcı nitelik taşımaktadır. Çalışma prensibi, numunedeki bağların titreşim sırasında değişen bağ kutuplaşmasıyla saçılma tekniğine dayalıdır. Bu nedenle kızılötesi aktifliği olmayan bazı bileşikler eğer kutuplaşma değişimi gerçekleştirebiliyorlarsa Raman ile aktif olabilmektedir. Tıpkı FT-IR gibi Raman Spektroskopisi de örnek hazırlama basamağına ihtiyaç duymayan, hızlı sonuç veren, numuneyi

tahrip edici özelliği olmadan analiz yapan, tanımlayıcı nitelikte bir öncül analiz tekniğidir. Dezavantajı ise hassasiyetinin ve seçiciliğinin çok yüksek olmamasıdır (Evans-Nguyen & Hutches, 2019).

Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS), çalışma prensibi buharlaşabilme özelliği olan analitleri barındıran gaz veya sıvı fazdaki numunelerin kolona enjekte edilmesi ile kolondan geçerken ayrışan maddeleri kütle/yük (m/z^+) oranına göre ayrıştırarak tanımlamasına dayanır. Her ne kadar GC-MS sisteminin çözücüye ve örnek hazırlama aşamasına ihtiyaç duyması ilave bir zaman gerektirse de, sistemin hassasiyetinin ve kesinliğinin oldukça yüksek olması yangın analizlerinde tercih edilirliğini artırmaktadır. GC-MS, analizlerin doğruluğunu artırmak adına birçok farklı sistemle yeniden yapılandırılmaya elverişlidir. Örnek hazırlama yöntemleri arasında bahsedilen SPME tekniğinin GC-MS ile birlikte kullanılması 'SPME-GC-MS' sistemini oluşturur. Çözücüye ihtiyaç duymadan oldukça düşük miktarları dahi yüksek hassasiyette tayin edebilir olması SPME-GC-MS sisteminin en önemli avantajıdır. Aynı iğnenin tekrar kullanılabilir olmasından kaynaklı kontaminasyon riski ise bu sistemin tolere edilebilir bir dezavantajıdır. Ayrıca fiber iğnenin adsorbe özelliğinin aktif olabilmesi için uzun süreli sıcaklığa maruz bırakılarak şartlanması gerekmekte, bu da toplam analiz süresini uzatmaktadır. Örnek hazırlama yöntemleri arasında bahsedilen bir diğer teknik olan HS de GC-MS ile birlikte kullanıma elverişlidir. Birlikte konfigüre edilmeleri durumunda meydana gelen 'HS-GC-MS' sistemi örnek hazırlama ve analizin bir arada sürdürülmesini sağlar. Katı ve sıvı fazdaki numunelerin içerisindeki uçucuları tayin etmekte oldukça elverişli olan bu sistem SPME-GC-MS sisteminde analistin yaptığı işlemleri otomatik yapacak bir ünite bulundurması açısından avantajlıdır. Ancak GC-MS ve SPME-GC-MS sistemlerine kıyasla bazı analitler için hassasiyeti daha düşüktür. Yangın analizlerine elverişli GC-MS ile konfirme olabilen bir diğer sistem de Termal Desorber sistemidir (TD) ve birleştirildiklerinde 'TD-GC-MS' sistemi şeklinde örnek hazırlama ve analiz basamakları bir arada yürütülür. Çalışma prensibi, numune içerisindeki uçucu sıvının TD sisteminde bulunan tüpe adsorbe edilmesi ve adsorban yapılı tüpün önce ısıtılıp ardından soğutularak aranan analiti GC-MS sistemine inert gaz yardımıyla transfer edip ayrıştırmasına dayanır. Çözücü kullanımına ihtiyaç duymaması, hızlı ve yüksek hassasiyete sahip olması, sıcaklık değişimleriyle aranan analiti ayırma gücünün yüksek olması en çok tercih edilme nedenleri arasındadır. Tıpkı SPME-GC-MS sisteminde olduğu gibi aynı adsorban tüpün tekrar kullanılabilir olmasından kaynaklanan kontaminasyon riski, bu sistem için de bir dezavantaj olarak kabul edilir (Evans-Nguyen & Hutches, 2019; Kuloğlu & Mercan, 2020).

Adli Tıpta Yangın İncelemeleri

Yangın sonucu meydana gelen ölümlerde ölüm nedeninin araştırılarak meydana gelen ölümün kazara mı yoksa kasıtlı mı olduğu, yangın esnasında kişinin hayatta olup olmadığı gibi soruların araştırılması ve varsa suç unsurunun açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Bu soruların cevaplanması için gerekli araştırma, olay yeri inceleme raporlarının otopsi incelemelerinin, alınan doku, organ ve biyolojik örneklerin analizinin de yer aldığı bir değerlendirme sürecini kapsar. Olay yerinden alınan tanık ifadeleri ve yangının başlama nedenini belirlemede değerlendirilecek bulgular, sürecin ilk aşaması olduğundan sonraki tüm adımları ve nihai kararı etkileyecek niteliktedir. Bu aşamada uygulanacak titizlik yargı sürecinin doğru ilerlemesinde önemlidir.

Yangın alanından çıkarılan cesetlerin soruşturulması kimliklendirme ile başlar. Kimliklendirme cesedin yanma derecesine göre farklılıklar gösterir. Varsa olay yerinde kimlik, pasaport gibi kişinin kimliğini belirleyici özel eşyalar aranır ancak bunların yangında zarar görme ve bulunamama ihtimali yüksektir. Görgü tanıklarından ve komşulardan kimliklendirme için ifade alınırken bir yandan cinayet ihtimali de göz önünde bulundurularak ifadeleri destekleyici somut deliller aranmaya devam edilir. Cesedin aile üyelerinin dahi teşhis edemeyeceği düzeyde yanmış olması halinde, öncelikli olarak hızlı ve ucuz olan parmak izi ve radyolojik incelemeler başlatılır. Buradaki radyolojik incelemeler sayesinde özellikle ileri derecede yanmış cesetlerde dış muayenede görülemeyen varsa kurşun, saçma, şarapnel gibi materyaller de tespit edilebilir. Bu incelemelerden kimliklendirme için sonuç alınamazsa daha güvenilir ancak pahalı bir teknik olan DNA analizine başvurulur. Cesedin durumuna göre biyolojik örneklerden uygun olanlar DNA analizi için kullanılır. DNA analizi sayesinde cesedin yaşı ve cinsiyeti hakkında bilgi sahibi olabilmek de mümkündür. Daha ileri yanmalarda, bulunan kemiklerde antropolojik incelemeler yapılarak ceset kimliği hakkında bilgi sahibi olmaya çalışılır (De Bakker, Roelandt, Soerdjbalie-Maikoe, van Rijn & de Bakker, 2019; Kara & Aşıcıoğlu, 2020; Özge, 2019).

Ceset üzerinde yapılan otopsi dış ve iç muayene olarak yürütülür. Öncelikle dış muayene başlatılır ve burada yanık derecesinin elverdiği kadarıyla cesedin fiziksel özellikleri ile ilgili bilgi sahibi olunur. Boyu, kilosu, cinsiyeti, yaşı, göz ve saç rengi, varsa dövme ya da yara izi gibi tanımlayıcı özellikleri net ya da yaklaşık olarak tespit edilmeye çalışılır. Otopsilerde raporlanan ölü katılığı, ölüm lekeleri, vücut sıcaklığı gibi ölüm zamanına götüren bilgiler yanma sonucu gerçekleşen ölümlerde tayin edilememekte ve ölüm zamanı çoğunlukla belirlenememektedir. Dış muayene sonlandıktan sonra iç muayene başlatılır ve cesedin tüm doku ve organlardaki normal dışı durumları patolojik ve toksikolojik analizlerle desteklenerek açıklığa kavuşturulmaya çalışılır. Ağız, burun ve bronşlarda is ve kurum, üst solunum yollarında yanık ve ödem, kafatası epidural mesafede ısı hematomu, gastrointestinal sistemde is ve ülser oluşumu gibi bulgular, yanma sonucu meydana gelen ölümlerde sıklıkla görülen otopsi bulgularıdır (Gerling, Meissner, Reiter & Oehmichen, 2001; Kara & Aşıcıoğlu, 2020; Morobadi, Blumenthal & Saayman, 2019; Sully, Walker & Langlois, 2018).

İç ve dış muayene süresince ölüm nedenin yangın kaynaklı olup olmadığı araştırılır. Solunum ve sindirim sisteminde is varlığı, dilin dışarda olması yangın esnasında cesedin canlı olduğu şeklinde değerlendirilir. Tüm solunum ve sindirim sisteminin incelenmesi ile kandaki karbonmonoksit ve diğer toksik gazların toksikolojik analiz sonucu birleştirilerek canlılık bulgusu yorumlanır. İlaveten ölüm sebebinin tespitinde tüm bulgular sistematik toksikolojik ve histopatolojik analizlerle de desteklenir. Bir diğer ayırıcı bulgu ise kafatası kırıklarıdır. Kırık, kafatası kaidesinde ise yangın esnasında canlılık bulgusu olarak nitelendirilir. İlaveten antemortem dönemde gerçekleşen kafatası kırıkları çoğunlukla lineer olup postmortem dönemde ısının etkisiyle gerçekleşen kafatası kırıkları çoğunlukla dairesel olmaktadır (Alarie, 2002; Bohnert, Rost, Faller-Marquardt, Ropohl & Pollak, 1997; Porta, Poppa, Regazzola, Gibelli, Schillaci, Amadasi, ... & Cattaneo, 2013; Rahimi, Omar & Noor, 2015).

Yangında Bilirkişilik İncelemeleri

Ülkemizde bilirkişilik uygulamaları 2016 yılında yürürlüğe giren 29898 sayılı Bilirkişilik Kanunu ve 2017 yılında yürürlüğe giren 30143 sayılı Bilirkişilik Yönetmeliği hükümleri uyarınca yürütülmektedir. Yasalar gereği kişinin bilirkişilik yapabilmesi için alanında en az 5 yıl fiili olarak çalışmış olma şartı aranmaktadır. Bu şart, mühendis, kimyager gibi meslek grupları için lisans mezuniyeti sonrası alanda çalışılan 5 yılı ifade ederken, itfaiye gibi yangın alanında yetişen yangın bilirkişileri için mezuniyete bağlı kalmaksızın fiilen çalışılan süre dikkate alınır. Yangın gibi çok parametreli bir alanda bilirkişilik yapabilmek için itfaiye ekiplerinin pratik bilgileri ve mühendis ya da fizik-kimya alan mezunlarının teorik bilgileri oldukça kıymetlidir. Buradaki kısıtlılık itfaiye ekiplerinin ülkemizde standardize edilmiş bir teorik eğitim alamaması ve mühendis vb. meslek sahiplerinin ise pratik eğitimlerinin olmamasıdır. Bu nedenle çoğunlukla bilirkişi raporlarının, alanında uzman kişilerin heyet halinde verdiği raporlar şeklinde incelenmesi yerinde olacaktır. İkinci bir bilirkişi olabilme şartı ise 11 Ağustos 2017 tarih ve 87844950-010.06.02/29-E.126 sayılı Bilirkişilik Temel Eğitiminin Usul ve Esaslarına İlişkin Genelge uyarınca bilirkişilik temel eğitimini tamamlamaktır. Bu eğitim, Adalet Bakanlığı Bilirkişi Daire Başkanlığı tarafından yetkilendirilen kurum ve kuruluşlarca verilmektedir (Bilirkişilik Kanunu, 2016; Bilirkişilik Temel Eğitiminin Usul ve Esaslarına İlişkin Genelge, 2017; Bilirkişilik Yönetmeliği, 2017).

Bilirkişi incelemeleri, günlük hayatta öncelikle yargı süreçlerinde karşımıza çıksa da yargı süreçlerinden bağımsız olarak tarafların ihtiyaçları halinde özel ve tüzel kurum/kuruluşlarca da gerçekleştirilebilmektedir. Taraflar, uzman kişilerden görüş almak amacıyla rapor temin edebilmekte ve temin ettikleri bu raporları yargılama safhasında değerlendirilmek üzere kullanabilmektedirler. Buna ilaveten yargılama safhasında da bilirkişi raporu alınabilmektedir. Hakimin kararı doğrultusunda hazırlanan bu bilirkişi raporlarına tarafların itiraz hakları bulunmaktadır. İtirazlar çoğunlukla bilirkişi heyetinin her alandan uzmanı içermemesi ya da eksik incelemeye dayalı raporların oluşturulması düşüncesiyle gerçekleştirilmektedir. Yapılan itirazların yerinde ve haklı bulunması durumunda, hakim taktirine bağlı olmak kaydıyla yeni bilirkişi raporu ya da ek bilirkişi raporu alınabilmektedir.

Yangın bilirkişisi, raporu düzenlerken olay yeri inceleme aşamasında rapor hazırlayan tüm ekiplerin hali hazırda hazırlamış oldukları raporlarını derinlemesine çalışmalıdır. Ekiplerin olay yerine giriş sırasına göre öncelikle itfaiye ekiplerinin, sonrasında kolluk görevlilerinin, olay yeri inceleme ekiplerinin, kriminal laboratuvarların ve varsa sigorta eksperlerinin hazırladıkları tüm tutanakları, ifadeleri ve raporları incelemelidir. Öncelik olarak yangının başlangıç noktası ile ilgili tüm değerlendirme ve belgelere odaklanılmalıdır. Ayrıca birçok yangın türü için farklı uzmanlık alanlarından oluşan heyet kurulmalı ve her uzman kendi alanı ile ilgili değerlendirmeleri raporlamalıdır. Yangının başlangıç noktası ve sebebinin doğru tespit edilmesine yönelik tüm heyet tarafsız çalışarak yasalara uygun rapor hazırlamalıdır.

Sonuç

Adli bilimler çok disiplinli yapısı ile adalete hizmet etmekte, yargı sürecine katkı sağlamaktadır. Bünyesinde bulundurduğu birçok alt dal sayesinde, çeşitli alanlarda yetişmiş uzmanlar sayesinde meydana gelen her türlü adli olguda bilirkişi ve laboratuvar desteği ile hizmet vermesini sağlamaktadır. Sıkça yararlanılan uzmanlık desteği arasında kazara ya da kasıtlı oluşan yangın olayları da yer almaktadır. Bütüncül olarak birçok alandan uzmanın görüş bildirmesiyle açıklığa kavuşturulabilen yangın gibi çok parametreli olaylar adli bilimlerin multidisipliner yapısı sayesinde çözüme daha doğru ve hızlı ulaşabilmektedir.

Yangının kimyası ve davranışı hakkında detaylı bilgi sahibi olmak, yangın başlatıcı ve hızlandırıcı kimyasalları iyi tanımak, doğru yangın söndürme sistemlerini kullanmak, olay yeri inceleme sürecini en doğru şekilde yürütmek, delilleri adli laboratuvara delil teslim zincirine uygun şekilde ivedilikle teslim etmek, ilgili laboratuvarlarda aranan analite uygun, hassasiyeti ve doğruluğu yüksek yöntemleri seçerek hızlı sonuç vermek, ölüm olgularında otopsi sürecini yangına özgü yürütmek ve bilirkişi raporlamalarında tarafsız olmak, yangın soruşturmalarını değerlendirmede olmazsa olmaz parametrelerdir. Burada alanında uzman tüm birimlerin işbirliği halinde birbirlerinden haberdar olarak süreci birlikte yürütmeleri ve her yangını özgün bir bakış açısı ile değerlendirmeleri oldukça önem arz etmektedir. Soruşturmalar bütüncül halde değerlendirilmeli, gerektiğinde birden fazla uzman görüşüne başvurulmalıdır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Adli Kolluk Yönetmeliği. (2005). T.C. Resmi Gazete (25832, 1 Haziran 2005)

Alarie, Y. (2002). Toxicity of fire smoke. *Critical Reviews in Toxicology, 32*(4), 259-289. [Crossref]

Bakırcı, E. A. & İnce, A. (2020). Yangın ve patlama olaylarında görev dağılımı. Yangın ve patlamanın adli bilimler yönünden değerlendirilmesi (s. 25-42). Nobel Tıp Kitabevleri.

Belediye İtfaiye Yönetmeliği. (2006). T.C. Resmi Gazete (26326, 21 Ekim 2006)

Bilirkişilik Kanunu. (2016). T.C. Resmi Gazete (29898, 24 Kasım 2016)

Bilirkişilik Temel Eğitiminin Usul ve Esaslarına İlişkin Genelge. (2017). T.C. Adalet Bakanlığı (87844950-010.06.02/29-E.126, 11 Ağustos 2017)

Bilirkişilik Yönetmeliği. (2017). T.C. Resmi Gazete (30143, 03 Ağustos 2017)

Bohnert, M., Rost, T., Faller-Marquardt, M., Ropohl, D., & Pollak, S. (1997). Fractures of the base of the skull in charred bodies-post-mortem heat injuries or signs of mechanical traumatisation?. *Forensic Science International, 87*(1), 55-62. [Crossref]

Çakmak, A. & Özcan, H. (2018). Benzin için oksijenli yakıt katkıları. *Politeknik Dergisi, 21*(4), 831- 840. [Crossref]

Da Silva, R., Cataluna, R., de Menezes, E. W., Samios, D. & Piatnicki, C. M. S. (2005). Effect of additives on the antiknock properties and Reid vapor pressure of gasoline. *Fuel, 84*(7-8), 951-959. [Crossref]

Daéid, N. N. (2004). An introduction to fires and fire investigation. *Fire investigation* (s. 13-21). CRC Press. [Crossref]

De Bakker, H. M., Roelandt, G. H., Soerdjbalie-Maikoe, V., van Rijn, R. R., & de Bakker, B. S. (2019). The value of post-mortem computed tomography of burned victims in a forensic setting. *European Radiology, 29*(4), 1912-1921. [Crossref]

DeHaan, J. D. & Icove, D.J. (1983). Kirk's fire investigation. Wiley.

Demirbilek, S. (1987). Kömür kullanımı ve ilgili çevre kirlenmesi. *Bilimsel Madencilik Dergisi, 26*(3), 33-43.

Evans-Nguyen, K. & Hutches, K. (2019). Forensic analysis of fire debris and explosives. *Springer Nature*. [Crossref]

Fish, J. T., Miller, L. S., Braswell, M. C., & Wallace, E. W. (2013). *Crime scene investigation*. Routledge. [Crossref]

Gerling, I., Meissner, C., Reiter, A., & Oehmichen, M. (2001). Death from thermal effects and burns. *Forensic Science International, 115*(1-2), 33-41. [Crossref]

Horswell, J. (2004). In the practice of crime scene investigation. *Crime scene investigation* (s. 33-76). CRC Press. [Crossref]

Houck, M. M., & Siegel, J. A. (2009). *Fundamentals of forensic science* (s. 448-456). Academic Press.

İnce, A. & Çavuş Yonar, F. (2020). Yangın tahkikatı. Yangın ve patlamanın adli bilimler yönünden değerlendirilmesi (s. 43-61). Nobel Tıp Kitabevleri.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) İtfaiye Daire Başkanlığı, Yangın ve kazalarla mücadele eğitim kitabı. (Son Erişim Tarihi: 28.09.2021, Erişim linki: http://itfaiye.ibb.gov.tr/img/111657432020__7851983905.pdf)

İtfaiye Daire Başkanlığı. (2020). 2020 İstatistikleri. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (Son Erişim Tarihi: 28.09.2021, Erişim linki: http://itfaiye.ibb.gov.tr/img/_131638942020_.pdf)

Kara, E. & Aşıcıoğlu, F. (2020). Yangın ortamında kalmaya bağlı ölümler. Yangın ve patlamanın adli bilimler yönünden değerlendirilmesi (s. 205-223). Nobel Tıp Kitabevleri.

Karadeniz Teknik Üniversitesi Sivil Savunma Uzmanlığı. (2013). Yangın söndürme ve önleme tedbirleri (Son Erişim Tarihi: 28.09.2021, Erişim linki: https://www.ktu.edu.tr/sivilsavunma-yangindankorunma)

Kerr, T. J. (2018). Sample preparation for the analysis of fire debris-Past and present. *Journal of Separation Science, 41*(21), 4055-4066. [Crossref]

Kuloğlu, M. & Mercan, S. (2020). *Kimyasal madde kaynaklı yangınlarda analiz yöntemleri. Yangın ve patlamanın adli bilimler yönünden değerlendirilmesi* (s.77-93). Nobel Tıp Kitabevleri.

Martín-Alberca, C., Ortega-Ojeda, F. E., & García-Ruiz, C. (2016). Analytical tools for the analysis of fire debris. A review: 2008-2015. *Analytica Chimica Acta, 928*, 1-19. [Crossref]

Morobadi, K., Blumenthal, R., & Saayman, G. (2019). Thermal fatalities in Pretoria: A 5-year retrospective review. *Burns, 45*(7), 1707-1714. [Crossref]

National Fire Protection Association. (2013). NFPA 1033, Standard for professional qualifications for fire ınvestigator. *National Fire Protection Association*.

Özge, Ü. (2019). *Adli antropoloji. Adli tıp ve adli bilimler* (s. 849-876). Akademisyen Kitabevi.

Porta, D., Poppa, P., Regazzola, V., Gibelli, D., Schillaci, D. R., Amadasi, A., ... & Cattaneo, C. (2013). The importance of an anthropological scene of crime investigation in the case of burnt remains in vehicles: 3 case studies. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology, 34*(3), 195-200.

Rahimi, R., Omar, E. & Noor, S. (2015). A fire death with a rare finding: anthracosis or soot embolism?. *The Malaysian Journal of Pathology, 37*(1), 57.

Redsicker, D. R. & O'Connor, J. J. (1996). *Practical fire and arson investigation*. CRC Press.

Sully, C. J., Walker, G. S., & Langlois, N. E. (2018). Review of autopsy reports of deaths relating to fire in South Australia 2000-2015. *Forensic Science, Medicine and Pathology, 14*(2), 180-187. [Crossref]

Şen Yılmaz, A. & Aşıcıoğlu, F. (2020). *Yangın mekanizması ve yangın çıkış nedenleri. Yangın ve patlamanın adli bilimler yönünden değerlendirilmesi* (s. 7-23). Nobel Tıp Kitabevleri.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı, Orman ve kırsal alan yangınlarının söndürülmesi (Son Erişim Tarihi: 28.09.2021, Erişim linki: https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/EgitimDokumanlari/Forms/AllItems.aspx)

Tekin, T., Yayla, M. & Aşıcıoğlu, F. (2020). *Yangına sebep olan kimyasal maddeler. Yangın ve patlamanın adli bilimler yönünden değerlendirilmesi* (s. 63-75). Nobel Tıp Kitabevleri.

Türk Standartları Enstitüsü (TSE). (2013). TS EN 2-2/ A1 Yangınların Sınıfları, Ankara. (Son Erişim Tarihi: 28.09.2021)

World Fire Statistics, Report No. 26, Centre of fire statistics, Russia. (Son Erişim tarihi: 28.09.2021, Erişim linki: https://ctif.org/sites/default/files/2021-06/CTIF_Report26.pdf)

BÖLÜM 18
ADLİ ENTOMOLOJİ

Erdal POLAT

DOI: 10.5152/0618

Adli Entomoloji

Forensic Entomology

BÖLÜM HAKKINDA

Böcekler çok güçlü çoğalma yeteneği sayesinde 400 milyon yıldır kötü koşullarda bile nesillerini sürdürebilmişlerdir. Bir milyonun üzerinde türü tanımlanan böceklerin çok küçük bir bölümü tıp, veteriner ve adli entomoloji açısından önemlidir. Erişkin dönemde insan ve hayvan paraziti olmayan, larva dönemlerinde insan ve hayvanların doku ve organlarına yerleşerek miyaza neden olan böcekler adli entomolojide de kullanılmaktadır.
Adli entomolojide; uyuşturucu kaçakçılığı, zehirlenmeler, cinayet olayları, şüpheli ölümler gibi pek çok olayların çözümlemesinde ve ölüm sonrası geçen zamanın tespit edilmesinde, böceklerden elde edilen veriler kullanılmaktadır. Adli entomoloji, adli bilimlerde en sık ölümden sonra geçen zamanın tahmininde kullanılmaktadır. Ceset çevresindeki delil böcekler, uygun şekilde toplandığında, uzman ve adli entomolojide eğitimli birisi tarafından uygun bir şekilde korunup, analiz edildiğinde kurbanın ölümü ile ilgili değerli bilgiler elde edilebilir.

Anahtar kelimeler: Entomoloji, adli bilim, eklembacaklılar, sinekler, kınkanatlılar

ABOUT the CHAPTER

Thanks to their strong ability to reproduce, insects have been able to survive even in poor conditions for 400 million years. Of the more than one million species of insects identified, only a small portion are important in terms of medicine, veterinary and forensic entomology. Insects that are not parasites of humans and animals in the adult period, but that settle in the tissues and organs of humans and animals in their larval stages and cause myiasis are also used in forensic entomology.
In forensic entomology; data obtained from insects are used to analyze many events such as drug trafficking, poisonings, murders, suspicious deaths and to determine the time elapsed after death. Forensic entomology is most frequently used in forensic science to estimate time after death. When insect evidence around the body is properly collected, properly preserved and analyzed by someone who is an expert and trained in forensic entomology, valuable information regarding the victim's death can be obtained.

Keywords: Entomology, forensic science, arthropods, insecta, coleoptera

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ T.C. CERRAHPAŞA 1453

Giriş

Entomoloji; entomon=böcek ile logos=bilim kelimelerinin birleşmesinden oluşmuş olup, böceklerin yapısını, gelişmesini, yaşayışını ve ekolojik özelliklerini inceleyen bir bilim dalıdır. Zoolojinin bir dalı olan entomoloji, dünyada yaşayan tüm Arthropodaları (*arthros*: eklem, *podos*: ayak) kapsamaktadır. Günümüzden 400 milyon yıl önce yaşayan böceklerin bilinen 1 milyonun üzerinde türü olup, yeryüzünde yaşayan canlıların %70-80'ini oluşturmaktadır. En az 10 milyon türünün olduğu tahmin edilen böceklerin 15 bin kadar da fosil türünün olduğu ve her sene birkaç bin yeni türün tanımlandığı bilinmektedir. Böceklerin toplam sayısının 1 trilyon, ağırlığının ise 2.7 milyar ton olduğu düşünülmektedir. Yani yeryüzündeki her insana karşı 170 milyon böcek vardır. Arthropodların sadece çok küçük bir bölümü tıp, veteriner ve adli entomoloji açısından önemlidir (Demirsoy, 2003; Unat & Samastı, 1995; Daldal & Atambay, 2007).

Böcekler arasında insana yararlı olanlar, zararlı olanlar ve herhangi bir etkisi olmayanlar da vardır. İnsanların yetiştirdiği ve depo ettiği besin maddelerinin yaklaşık üçte birini böcekler yer veya işe yaramaz hale getirir. Böcekler genellikle bitkilerle bir kısmı da hayvansal gıdalarla beslenir. Kış mevsiminde metabolizmaları yavaşlar; hatta beslenmeden kışı geçirebilirler. Çok güçlü çoğalma yeteneğine sahip olan böcekler, en kötü koşullarda bile nesillerini sürdürebilirler. Erişkin dönemde insan ve hayvan paraziti olmayan, ancak larva dönemlerinde insan ve hayvanların doku ve organlarına yerleşerek miyaz denen parazitliğe neden olan miyaz sinekleri, normal olarak hayvanların leşleri ve hatta bitkisel maddelerle beslenirler (Unat & Samastı, 1995; Daldal & Atambay, 2007).

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Erdal Polat

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı / Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul, Türkiye
E-posta: erdalp@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Polat, E. (2024). Adli Entomoloji. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 206-221). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

Lord ve Stevenson 1986 yılında entemolojiyi kent (şehir), depo ve tıbbi (medikokriminal) entemoloji olarak üçe ayırmışlardır:

1. Şehir entomolojisi: Böcekler ve ilgili hayvanların, evlere, bahçelere ve binalara olan istilasını içerir. Şehir entomolojisi, doğadaki sivil ve zararlı böcek türlerine odaklanır; bahçe zararlıları, karınca, pire, termit gibi.
2. Depolanmış ürünler entomolojisi: Depolanmış besin ve besin parçalarının içlerinde ya da üzerinde gözlenen böcekler ve diğer eklembacaklılarla ilgili alanları kapsar. Bu alan açıkta ve restoranlarda satılan yiyecek ve içecek ürünlerinin kontaminasyonu ile de ilgilenmektedir.
3. Medikokriminal entomoloji: Uyuşturucu kaçakçılığı, zehirlenmeler, cinayet olayları, şüpheli ölümler gibi pek çok olayların çözümlemesinde ve ölüm sonrası geçen zamanın tespit edilmesinde, böceklerden elde edilen verilerin kullanılmasıdır. Medikokriminal entomoloji adli bilimler için güçlü bir silahtır; en sık ölümden sonra geçen zamanın tahmininde (Posmortem Interval= PMI) kullanılmaktadır (Yeates & et al 2007; Oytun, 1962).

Son yıllarda entomoloji, adli bilimin farklı bir alanı olarak da tanımlanmıştır. Adli entomoloji; yasal olarak adli tıp alanında yararlanılan böceklerin, adli tıp ile ilişkilerinin araştırılmasıdır. Ölüm tipini araştıran araştırmacı; larvalar ile ceset arasında bir ilişkinin olduğunu fark eder. Ceset çevresindeki delil böcekler, uygun şekilde toplandığında, uzman ve adli entomolojide eğitimli birisi tarafından uygun bir şekilde korunup, analiz edildiğinde kurbanın ölümü ile ilgili değerli bilgiler elde edilebilir (Mumcuoğlu, 2007; Benecke, 2001; Tüzün & Yüksel, 2007).

Adli Entomolojinin Tarihçesi

Adli entomoloji konusunda M.S. 1235'te Song Ci tarafından çince yazılan "Yanlışların Yıkanması" anlamına gelen "The Washing Away of Wrongs" adlı bir kitap yazmıştır. Bu kitapta entomolojik verilerden yararlanarak, adli vakaların nasıl açıklandığı belki de ilk kez doğru olarak anlatılmıştır. Heykeltraşlar, ressamlar, şairler larvaların cesetlerin ayrışmasındaki etkilerini not etmişler ve orta çağdaki (15. yy) dökümanlarda "ölüm dansı" diye adlandırılan resimlerde, cesetler üzerindeki larvaları abartarak çizmişlerdir. Buna benzer bir resim 16. yüzyılda Tumba'nın iskeleti olarak isimlendirilmiş ve tüm iskelet larvalarla kaplıdır (Benecke, 2001-2004; Tüzün & Yüksel, 2007). Entomoloji alanında bilimsel olarak ilk deney 1668'de Francesco L. Redi tarafından yapılmıştır. 17. yüzyılın ortalarında abiyogenez ile ilgili deneyler yapan Redi, "Böceklerin Oluşumu Üzerine Deneyler" adlı eserinde, abiyogenez teorisinin geçersizliğini anlatmıştır (Benecke, 2001-2004; Tüzün & Yüksel, 2007; Savran & ark 1994; Aggarwal, 2005). Linne 1767 yılında, üç sineğin bir at cesedini bir aslan kadar hızlı tahrip edeceğini ifade etmiştir. Anonymous 1814'de çürümenin başlangıcında cesetlerin sineklerin saldırısına uğradığına dikkat çekmiştir. Orfila 1831'de yaptığı fethi-kabir incelemesinde larvaların cesedin bozulmasındaki önemini fark etmiştir. Bergeret 1855'te ölüm zamanının belirlenmesinde ilk modern adli entomoloji vakasını rapor etmiş ve böceklerin hayat döngüsü ve çiftleşme alışkanlıkları hakkında birçok varsayımdan bahsetmiştir. Fransız Adli Tıp Cemiyeti Başkanı Brouardel 1879'da yeni doğmuş çocuk cesedi üzerindeki sinek larvalarından ölüm zamanı tespiti ile ilgili bir rapor hazırlamıştır (Benecke, 2001-2004; Erzinçlioğlu, 1983; Açıkgöz, 2008). Reinhard'ın 1881'deki ilk sistematik çalışması adli entomoloji tarihinde önemli bir role sahiptir. Megnin 1894'de insan cesetlerine gelen 8 arthropod saldırı dalgasını ortaya koyan "La Faune Des Cadavres- Application de l'entomologie a la Medicine Legale" isimli kitabını yayımlamıştır. Megnin, ceset üzerindeki böcekleri tanımlayarak, ölüm zamanının güvenli bir şekilde saptanabileceğini açıklamıştır. Hough 1897'de, önceki çalışmaları inceleyip onaylamış, cesede gelen Diptera takımına ait sinek türlerini, ayrıca Amerika ve Avrupa'daki sinek faunalarını karşılaştırmıştır (Benecke, 2001; Tüzün & Yüksel, 2007; Aggarwal, 2005; Karapazarlıoğlu, 2004). I. Dünya Savaşı sonrası adli entomoloji çalışmaları hız kazanmıştır. Aldrich 1916'da erişkin erkek sineklerin genital organlarını *Sarcophagidae* ailesine ait sinek türlerinin ayrımında kullanmıştır. Meixner 1922'de çalıştığı enstitünün bodrumundaki cesetlerin arthropodlar tarafından hızlı ayrıştırıldığını fark etmiş ve bundan dolayı adli entomolojiye olan ilgisi artmıştır. Takip eden birkaç yıl içinde Hermann Merkel, Meixner'in adli entomoloji ile ilgili inceleme raporlarını yayınlamışlardır. İtalya'da Bari Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Müdürü Bianchini 1929'da "Cesetlere Gelen Böceklerin Faunasına Dair Çalışmaya Pratik ve Deneysel Katkılar" adlı bir çalışma yayımlamıştır. Kulak, kol, abdominal bölge ve bacaklarında lezyonlar görülen bir ceset ile ilgili sunduğu dava raporunda, karıncaların 24 saatlik bir periyotta bu lezyonlara neden olduğunu bildirmiştir. Knipling 1936'da I. evre larva ve et 4 sineklerinin anahtarını yayımlamıştır. Hubert Hamburg Müzesi ve Zooloji Enstitüsü'nden Caspers 1959'da adli araştırmalarına cesede gelen sinek türlerini incelemekle başlamıştır (Aslan, 2006). Arutjuna 1962'de Azerbeycan'da, kısmen iskeletleşmiş ve ileri derecede dağılmış bir olgu yayımlamıştır. Burger 1965'de *Sarcophaga* cinsine ait sinek türlerinin cesede yılın farklı mevsimlerinde geldiğini göstermiştir (Benecke, 2001). 1960-1980 yılları arasında adli entomolojinin babası sayılan Fransız Hekim Marcel Leclerg ile Zooloji Profesörü Pekka Nuorteva'nın çalışmaları sayesinde ölüm zamanı hakkında önemli bilgiler elde etmişlerdir (Aslan, 2006). 1969-1980 yılları arasında adli entomolojideki çalışmalar, tıp doktoru Marcel Leclecq ve entomoloji Profesörü Pekka Nuorteva tarafından dava odaklı olarak sürdürülmüştür. Bundan sonra İngiltere, Hindistan, Rusya, US, Kanada, Fransa ve Japonya gibi ülkelerde rutin olarak çalışmalar başlamıştır. Smith 1986'da "A manuel of Forensic Entomology" isimli ilk ders kitabını yazmıştır. Erzinçlioğlu 1987'de, ete gelen 10 sinek türünün üçüncü evre larvalarının teşhis özelliklerini tarif etmiş ve 1988'de *Phormia regina*, *Phormia terranovae* ve *Borellus atriceps*'i tanımlamıştır (Benecke, 2004). Türkiye'de ise ulaşabilen kaynaklara göre Savran ve arkadaşları 1994 yılında "Adli Entomoloji" başlıklı bir makale yayınlamışlardır (Savran & ark 1994). Hancı ve arkadaşları 2000 yılında "Adaletin Gerçekleşmesinde Böceklerin Yeri Var" başlığı ile adli entomolojiye dikkati çeken bir yazı yayınlamışlardır. Daha sonra Açıkgöz ve arkadaşları "Adli Olaylarda Böceklerden Nasıl Yararlanırız" başlıklı bir makale yayınlamışlardır (Açıkgöz, 2008). Ayrıca İstanbul, Samsun, Eskişehir, Erzurum, Edirne, Ankara ve Kayseri'de adli entomolojiye katkı sağlayacak tez çalışmaları yapılmıştır (Açıkgöz, 2008; Karapazarlıoğlu, 2004-2011; Aslan, 2006; Pekbey, 2007; Çoban, 2009; Yuca, 2009; Bana, 2010; Kökdener, 2012).

Arthropodlar

Arthropodlar iki yandan simetrili, omurgasız hayvanlar olup, kitin yapılı bir dış iskelete sahiptirler. Erişkin sinekler çoğunluk ile orta büyüklüktedir. Ancak bazıları daha büyük olabilir. Vücut baş

(kaput), göğüs (thorax) ve karın (abdomen) olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Bazılarında baş ve göğüs tek bir parça olarak birleşmiş, bazılarında da baş, göğüs ve karın tek bir parça olarak birleşmiştir. Bunlar arasında böcekler, vücutlarının baş, göğüs ve karın olarak üçe ayrılması, başlarında bir çift anten bulunması, göğüslerinde 3 çift bacağa sahip olmalarıyla diğerlerinden ayrılırlar (Şekil 1). Serbest olan baş kolaylık ile hareket etmektedir. Vücut üzerinde renkli lekeler, tüy veya pul benzeri yapılar bulunmaktadır. Böcekler, eklembacaklılar (Arthropoda) şubesi Hexapoda (Insecta) sınıfında yer alırlar (Demirsoy, 2003; Unat & Samastı, 1995; Daldal & Atambay, 2007; Merdivenci, 1973).

Arthropodların Sınıflandırılması

Alem: Animalia (Hayvanlar)

Phylum (Filum): Arthropoda (Arthropodos = Eklembacaklılar)

Class (Sınıf): Insecta / Hexapoda (Insects = Böcekler)

Subclass 1: Apterygota (kanatsız)

Subclass 2: Pterygota (kanatlı)

Takım: Diptera (sinekler)

Takım: Coleoptera [(Kınkanatlılar) (Benecke, 2001; Demirsoy, 2003; Yeates & et al 2007; Merdivenci, 1973)].

Diptera Takımı

Dipterler bütün dünyada yaygın olup, yaklaşık olarak 150.000 türü bulunmaktadır. Bu takımın en önemli özelliği, bir çift zar kanata sahip olmasıdır. Sinek olarak da bilinen dipterler gündüz faaliyet göstererek leş ve cesetlerin ayrışmasında aktif rol oynarlar. Sineklerin insanların, hayvanaların doku ve organlarına bıraktıkları yumurtalardan çıkan veya canlı doğurdukları larvalar ile oluşturdukları parazitlik nedeniyle tıp ve veteriner parazitolojide; açıktaki leş ve cesetlere bıraktıkları yumurtalardan çıkan veya canlı doğurdukları larvaları ile de adli entomolojide önemlidirler. Sinekler erişkin, larva ve pupalarının özelliklerine göre; *Nematocera*, *Brachycera* ve *Cyclorrhapha* olmak üzere 3 alt takıma ayrılırlar. Tıp parazitolojisinde ve adli entomolojide önemli olan sineklerin hemen hepsi *Cyclorrhapha* alt takımında yer alırlar. Bu alt takımın erişkinleri bitki özüyle; larvaları ise cansız, çürüyen maddeler, doku parçaları, leş ve cesetler ile beslenirler (Demirsoy, 2003; Unat & Samastı, 1995; Daldal & Atambay, 2007; Merdivenci, 1973).

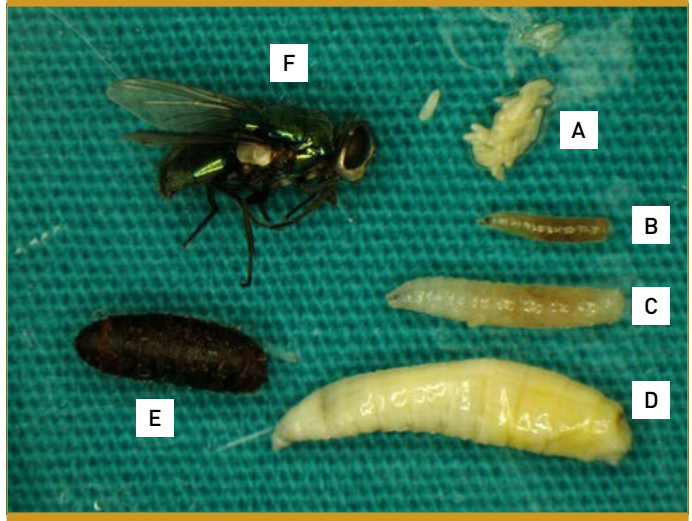
Arthropodların Yaşayışı

Böcekler arktik ve antartik buz yığınları dışında dünyanın her yerinde, toprakta, tatlı ve tuzlu sularda yaşarlar. Soğukkanlı olan böceklerin, kışları metabolizmaları azalır ve kışı beslenmeden geçirebilirler. Adli entomolojide kullanılan, insanlarda ve hayvanlarda miyaza neden olan sineklerin erişkinleri doğada serbest yaşamakta olup bitki öz suyu ile beslenmektedirler. Erişkin döneminde insan paraziti olmayan; ancak larva evrelerinde insanların, hayvanların doku ve organlarına yerleşerek hastalık oluşturan sinekler tıbbi ve veteriner entomolojide miyaz sinekleri olarak adlandırılırlar. Miyaz sinekleri normal olarak hayvanların leşleri ve bitkisel maddelerle beslenerek doğadaki dönüşüme yardımcı olurlar. Bazı larvalar ölü dokular ile bazıları ise sağlam taze dokular ile beslenirler. Sadece ölü dokular ile beslenen larvalar yara üzerine konduğunda yarayı temizler. *Calliphoridae* ailesinde yer alan *Lucilia sericata* türü sinek larvaları gibi (Unat & Samastı, 1995; Mumcuoğlu, 2007; White, 1996; Polat, 2017).

Sineklerin en aktif olduğu mevsim yaz ve sonbahar olup 15 °C'nin altında aktivite göstermezler. Adli entomolojide kullanılan, insanlarda ve hayvanlarda miyaza neden olan sinekler kırsal kesimde ve hayvan popülasyonun fazla olduğu yerlerde daha fazla görülmektedirler. Ayrıca yaz aylarında kent içinde uzun süre toplanmayan çöpler, çöp toplama merkezleri ve hijyenik olmayan çevreler sineklerinin üremeleri için uygun koşullar oluşturmaktadır (Çetin, 1983; Çalışır & Polat, 1993). Tam başkalaşım gösteren sinekler ovipar olup, çoğalmaları yumurta ile olur; uygun sıcaklık ve nemde yumurtalardan larvalar çıkar. Bunlar *Calliphora*, *Gasterophilus*, *Hypoderma* ve *Lucilia* cinsleri gibi sineklerdir. Bazılarında ise yumurtlama kesesini terk eden yumurtalardan anında larvalar çıkar. Bunlar *Wohlfahrtia*, *Sarchophaga*, *Oestrus* ve *Rhionestrus* cinslerinde olduğu gibi canlı larva doğuran ovivipar böcekler olarak isimlendirilirler (Unat & Samastı, 1995; Merdivenci, 1973; Baykal, 1995; Kökdener & Polat, 2013).

Sinekler yumurtalarını veya canlı doğurdukları larvalarını cesetlere, leşlere, organ parçalarına, canlılarda açık yaralara, kulağa, ağza, buruna ve göze bırakırlar. Çünkü larvaların gelişebilmesi ve yaşam çemberini tamamlaması için organik besinlere ihtiyacı vardır. Bu sinekler şekil 1'de olduğu gibi morfolojik olarak yumurta, larva, pupa ve erişkin olarak incelenmektedirler (Polat, 2017).

Şekil 1
L. sericata'nın hayat döngüsü: (A) Yumurta (B) I. evre larva (C) II. evre larva (D) III. evre larva (E) Pupa F. Erişkin



Açıklama notu. Görsel, Cerrahpaşa Tübitak Biyoterapi Laboratuarına aittir.

Larvalar, kanatsız ve küçük yapılı olup, erişkin şekline hiç benzemez; farklı ortamda ve değişik besinlerle beslenirler. Larvalar üç kez gömlek değiştirerek pupa evresine geçerler. Diptera takımında yer alan sinek larvalarının bir kısmı su içinde, bitkisel atıklarda, hayvansal gübrelerde, sütte, tahıl ürünlerinde gelişir. Larvalar bacaksız olabildiği gibi bacaklı da olabilir ve bacak sayıları farklılık gösterebilir. Bu larvaların değişik 4 tipi vardır (Kökdener, 2012; Polat, 2017; Polat & ark 2010).

1. Kampodeid larva: Çabuk hareket eder, bir çift anteni ve toraksta üç çift bacağı bulunur. Bu larva tipleri *Coleoptera* ve *Neuroptera* takımlarında görülür.

2. Manas tipi larva: Silindirik yapılı, şişman, vücudu kıvrık ve toraksta üç çift bacağı bulunur. Bu tip larvalar *Coleoptera* takımı, *Scarabaeidae* familyasında görülür.

3. Tırtıl: Önce uzun vücutlu olup, toraksta üç çift bacağı bulunur.

4. Bacaksız larva: Baş tiplerine göre üçe ayrılırlar:

a. Başı gelişmiş larvalar: *Diptera* takımından *Culicidae* familyasında görülür.

b. Başı az gelişmiş larvalar: *Diptera* takımından *Tipulidae* familyasında görülür.

c. Başsız larvalar: *Diptera* takımından *Tephritidae* familyasında görülür.

Adli Entomolojide Kullanılan ve İnsanlarda Miyaz Neden Olan Sineklerinin Larvaları ve Tanıtıcı Yapıları

Bu grupta yer alan sineklerin larvalarının ön kısmı arka kısmına göre daha ince olup, silindirimsi görünümündedir. Larvalar 12 segmentli olup, ön kısmında baş, arka kısmında anüs segmenti bulunur. Larvaların baş ve bacakları olmayıp, büyüklükleri larva evrelerine göre değişir; gezici larvalar en büyüğüdür (Unat & Samastı, 1995; Yuca, 2009; Merdivenci, 1973; Polat, 2017; Dinçer, 1997; Ferrar, 1987). Larvalar, besin ihtiyaçlarını tamamladıktan sonra toprağa düşerek gezici larva halini alırlar (şekil 2). Larvaların bazıları tırtıl şeklinde bazıları ise ileri derece yassılaşmış ve bazılarında birtakım çıkıntılar vardır. Göğüs ve karın segmentleri tüylü olabildiği gibi üzerinde dikenler de bulunabilir. Bunların şekli, pozisyonu, bulundukları segment sayısı, dorsal veya ventral yüzde bulunmaları taksonomik açıdan önemlidir (şekil 3).

Şekil 2
Gezici larvası



Baş segmentinin karın yüzünde bir çift ağız çengeli veya dudak skleriti bulunur. Çengel veya pençe şeklinde olan bu yapılar tutunmaya ve dokuları parçalamaya yarar (Şekil 4).

Ağız çengelinden daha geride; biri sırtta diğeri de karın yüzeyinde olmak üzere yutak skleritleri bulunmaktadır. Sinek türüne göre değişik şekilde olan bu yapılar larvanın tanısında önemlidir (şekil 5).

İlk göğüs segmentinin her iki yanında birer adet olmak üzere ön solunum delikleri bulunur. Sinek türüne göre değişik şekilde ve sayıda olan bu yapılar larvanın tanısında önemlidir (şekil 6).

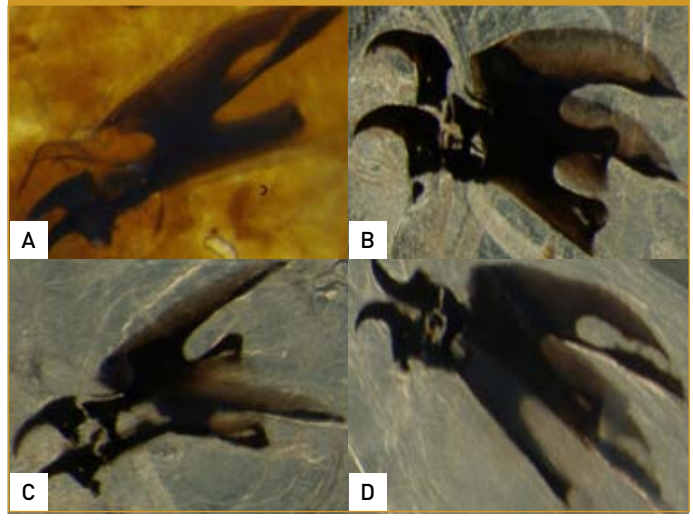
Şekil 3
Değişik sinek türlerine ait larvaların makroskobik görünümü



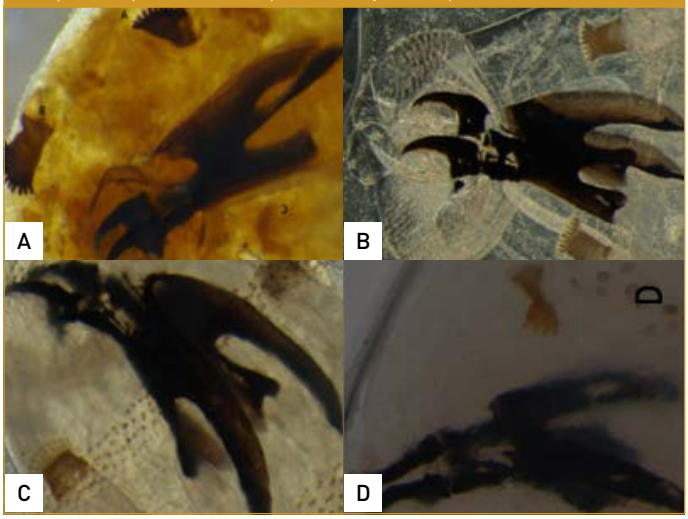
Şekil 4
Sinek larvasının ağız çengeli veya dudak skleriti



Şekil 5
Değişik sinek türlerine ait larvalarının dudak ve yutak skleritleri; Sarcophaga sp., (B) Calliphora sp., (C) Lucilia sp., (D) Cordylobia sp.



Şekil 6
Değişik sinek türlerine ait larvalarının dudak, yutak skleritleri (Head skeleton) ve ön stigmatlar (anterior spiracles) (A) Sarcophaga sp. (B) Calliphora sp. (C) Lucilia sp. (D) Cordylobia sp.



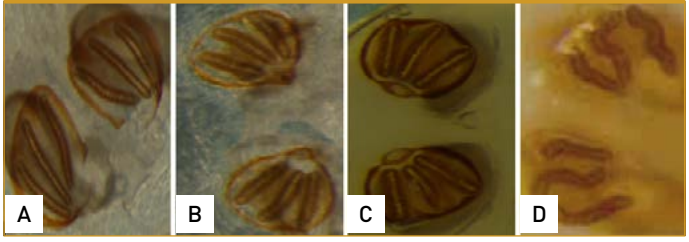
Larvaların son segmenti küt olup, arka yüzü dışarıya çıkık veya içe doğru çöküktür. Üzerinde bulunan tüberküller genelde 12 adettir. Larvanın arka kısmında tanıda önemli olan koyu renkte bir çift solunum deliği (stigma) bulunmaktadır (şekil 7).

Şekil 7
Sinek larvasının tüberkülleri ve stigmaları



Stigmanın etrafı peritem denen bir halka ile çevrilidir. Peritemin durumu, stigma içinde bulunan solunum yarıklarının şekli larvaların tanımlanması için; sayısı ise evrenin belirlenmesi için önemlidir. Bazılarında peritemde düğme adını alan bir oluşum bulunmaktadır. Düğme peritemin boşluğunda olabildiği gibi peritem ile tamamen çevrilmişte olabilir (şekil 8).

Şekil 8
Değişik sinek türlerine ait larvalarının arka stigmaları (posterior spiralce), solunum yarıkları ve periterimleri (A) Sarcophaga sp., (B) Calliphora sp., (C) Lucilia sp., (D) Cordylobia sp.



Gezici larvaların uygun koşullarda etraflarına kahverengi mumsu bir tabaka sararak pupa oluşur (şekil 9).

Şekil 9
Lucillia sericata pupaları

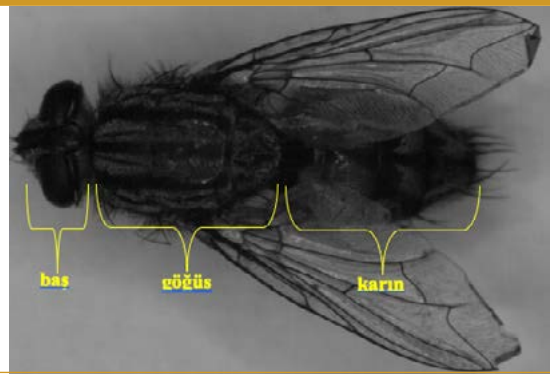


Belirli bir süre sonra pupadan erişkin sinekler çıkar. Sıcak yaz aylarında sinekler evrimlerini 10 gün gibi kısa bir sürede tamamlayabildiklerinden yaz boyunca 10–12 nesil verebilirler. Yumurtadan çıkan dişiler 24 saat içinde yaşamlarında bir kez olarak çiftleşebilmekte ve 8–12 günde yumurtlamaya başlamaktadırlar (Unat & Samastı, 1995; Merdivenci, 1973; Polat, 2017).

Erişkin Sineğinin Yapısı

Erişkin sinekler çoğunluk ile orta büyüklüktedir. Ancak bazıları daha büyük olabilir. Vücut baş (kaput), göğüs (thorax) ve karın (abdomen) olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır (şekil 10). Serbest olan baş kolaylık ile hareket etmektedir. Vücut üzerinde renkli lekeler, tüy veya pul benzeri yapılar bulunmaktadır (Unat & Samastı, 1995; Merdivenci, 1973; Polat, 2017).

Şekil 10
Erişkin sinek



Baş: Başta, petek gözler, anten ve ağız parçaları yer almaktadır. Başın ön üst bölgesi tepe (verteks), arkasında kalan bölge ense (oksipit), gözlerin arasında kalan kısım alın (front), gözler ve ağız arasındaki bölge yüz (klipeus), bunun iki yanı yanak (gena) adını alır. Böceklerde bulunan üç parçadan oluşan bir çift anten ve üçüncü parçanın sırt tarafında çıplak veya tüylü, sineğin tanımlanmasında önemli olan arista bulunur (şekil 11). Bir his organı olan antenler, dokunma, koklama ve bazı durumlarda da işitme organı olarak vazife görürler. Ağız parçaları; bir labrum, 1 çift mandibula, 1 çift I. maxilla, 1 çift II. maxilla, 1 hypopharynx ve 1 epipharynx'ten

meydana gelmiştir. Palpler alt çeneyle ilgilidir (palpus maxillaris), bazen labium'a bağlı bir çift palpus labialis de vardır. Ağız parçaları böceklerin beslenme özelliklerine göre değişmiş olup; çiğneyici, yalayıcı-emici, emici, sokucu-emici tip dedir. Dipterlerin ağız parçaları sokucu ve emici şekildedir (Unat & Samastı, 1995; Yuca, 2009; Polat, 2017).

Şekil 11
Erişkin sineğinin başının yapısı



Göğüs: Göğüs, ön (prothorax), orta (mesothorax) ve arka (metathorax) olmak üzere üç segmentten oluşup, her segmentten bir çift bacak çıkmaktadır. Her parça sırtta bir tane notum, karında bir tane sternum ve yanda iki tane pleurite denen sert dış iskelet parçasıyla yani skleritle korunmuştur. Kanatlı böceklerde kanatların bulunduğu segmentler daha büyüktür. Kanatlar 2. ve 3. segmentten çıkarlar (Unat & Samastı, 1995; Yuca, 2009; Merdivenci, 1973; Polat, 2017). Göğüs üzerinden çıkan kıllar ve koyu renkteki şeritler sineğin tanımlanmasında önemlidir (şekil 12).

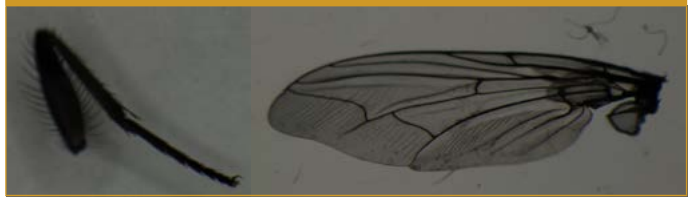
Şekil 12
Erişkin sineğinin göğsü yapısı



Bacaklar: Bacakların büyüklükleri ve şekilleri böcek türlerine göre değişmektedir. Her bacak kitinden oluşmuş bir eklemle gövdeye bağlı olan koksa, küçük bir trokanter, her iki ucunda daralan düz bir femur, bir tibiya, bir tars gibi kısımlardan oluşmuştur. Tars beş eklemlidir ve son eklemin ucunda bir çift kıskaç bulunur.

Kanatlar: Böceklerin kanatlarının şekil ve damarların yapısı her tür için özel olup, böceklerin tanımlanmasında ilk bakılacak organlardandır. Kanatlar iki çift olup mezotoraks ile metatoraksın dorsalında yer alırlar. Bir çift kanata sahip dipterlerde ikinci çift kanatlar körelerek halter denilen denge organı şeklini almışlardır. Bazı böceklerde ön çift kanatlar sertleşmiştir. Elitra denilen bu sert kanat çifti uçma görevi yapmaz. Ayrıca tahtakurusu, bit, pire gibi böceklerde kanat yoktur. Kanatlardaki venlerin sayısı azalmış olup, venlerin yapısı sineğin tanımlanmasında önemlidir (şekil 13).

Şekil 13
Erişkin sineğinin ayak ve kanat yapısı



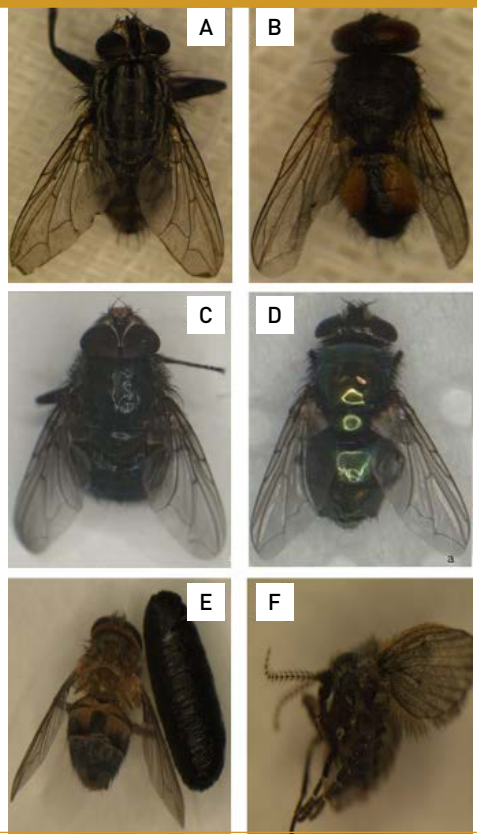
Karın: Karın normalde 12 segmentli olup, çoğu sinekte 5 segmenti belirgindir. Diğer segmentler dişi ve erkek organları oluşturmaktadır. Son segment erkekte hipopigium ve dişide ovipositor denen seksüel şekildedir. Her segmentin küçük bir dorsal tergumu ve bir ventral sternumu vardır [(şekil 14) (Unat & Samastı, 1995; Yuca, 2009; Polat, 2017)].

Şekil 14
Erişkin sineğinin karın yapısı



Erişkin sineklerinin bazılarının vücudu; *Gasterophilidae*, *Hypodermatidae* ve *Oestridae* ailelerinde olduğu gibi kıllı veya çeşitli renklerde olabilir. Hatta erişkin sineğin vücudu başka, başı başka bir renkte görülebilir. *Calliphoridae* familyasında vücut madeni parlaklıkta, aynı aileye ait *Phormia* cinsinin vücudu mavimsi siyah, baş ise siyahtır. *Calliphora* türlerinin vücudu mavi, baş kısmı ise kırmızı veya altın sarısı renktedir. *Phaenicia* ve *Lucilia* türlerinin vücudu yeşil, baş kısmı ise gümüş renktedir. Erişkin sineklerinin karın bölgesinde de değişik şekiller vardır. *Sarchophaga*'larda karın gri ve siyah dama taşı şeklinde iken, *Wohlfahrtia*'larda karın gri renkte olup, üzerinde siyah lekeler vardır. Sineklerinin büyüklükleri farklı olup, *Piophila* türleri 2–4 mm iken; *Tubifera*, *Gasterophilus*, *Sarchophaga*, *Hypoderma* ve *Oestrus* türleri 10–15 mm büyüklüğündedir [(şekil 15) (Yuca, 2009; Polat, 2017; Dinçer, 1997; Ferrar, 1987)].

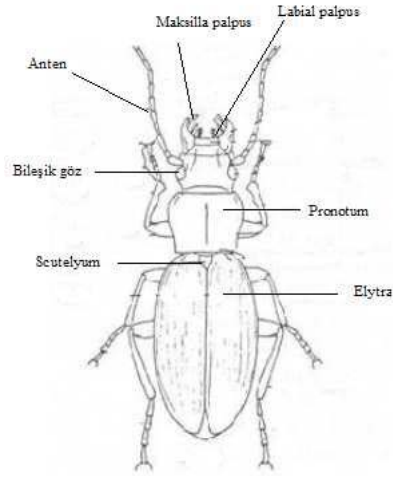
Şekil 15
(A) Sarcophaga sp., (B) Musca domestica, (C) Calliphora vomitoria, (D) Lucilia sericata, (E) Cordylobia anthropophaga, (F) Psychoda albipennis



Coleoptera (Kınkanatlılar)

Coleo, kın; ptera kanat demektir, ön kanatların yapısını tanımlar. Coleoptera takımına bağlı böcekleri diğer böceklerden ayıran en önemli özellik ön kanatlarının sertleşerek elitra'ya dönüşmesidir.

Şekil 16
Erişkin Coleopteranın dorsal görüntüsü



Açıklama notu. Yuca, P. (2009). İstanbul, Pendik İlçesine Akfırat Beldesi'nde Adli Entomolojide Kullanılan Sinek Türlerinin Belirlenmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü kaynağından alınmıştır.

Elitra hem abdomenin üst yüzeyini hem de ince olan zarımsı alt kanadı korumakta ve uçuş sırasında alt kanatlardan ayrılıp, açılarak uçuş faaliyetine yardımcı olmaktadır. Bunun dışında basit bir göğüs iskeleti ve az sayıda göğüs kaslarına sahip olmaları da ayırıcı bir özelliktir. Canlılar aleminin en büyük grubu olan Coleoptera takımı permiyen ve erken trias dönemde farklılaşarak ve birbirlerinden ayrılarak dört alttakımda toplanır. Bu takılmar yaklaşık olarak 400.000 türe sahiptirler.

Erişkinin sertleşen başı, antenleri 11 segmentli olup uzunluğu ve şekili türlere göre değişir. Gözleri var veya yok, ağız ısırıcı-çiğneyici şekil olup, türlere göre değişir. Mandibula çoğu erkeklerde iri ve çatallı yapıdadır (şekil 16). Diğer böceklere göre daha kuvvetli yapıda olan bu hayvanlar, darbelere, basınç, nem ve kuraklığa oldukça dayanıklı olup ceset ve leşlerin kuruma evresinde aktif olarak ayrışmaya katkı sağlarlar. Beslenme çeşitliliği çok fazla olup; leş, gübre, bitkisel atıklar ve kokuşmakta olan maddeler ile beslenirler (Demirsoy, 2003; Yuca, 2009; Kökdener, 2012; Ferrar, 1987).

Bu takımda campodeiform, eruciform, scarabaeiform ve apodous gibi 4 tip larva vardır. Larvaların başı gelişmiş ve sertleşmiş; thorax ve abdomen segmentleri kolaylıkla ayırt edilebilir. Thorax bacakları var veya yok; bazılarında hypermetamorphosis görülür.

Süksesyon ve Ceset Çürüme Evreleri

Süksesyon

Canlılar öldüğünde cesetleri böcekler için iyi bir besin kaynağı oluşturduğunda cesede ilk gelen canlılar böceklerdir. Cesette çok sayıda biyolojik, fiziksel ve kimyasal değişiklikler oluşur; bu değişiklikler esnasında cesetten değişik kokular çıkar. Buda bazı sinek türler için çok, bazı sinek türler için ise az çekici olur. Bu özeliklerinden dolayı ceset üzerindeki sineklerin oluştura bileceği kolonizasyon sırası tahmin edilebilir. Böcekler belli bir sırada cesette gelirler buda böcek veya faunal süksesyon olarak adlandırılır. Böceklerin süksesyon sırası ölümden sonra geçen zamanın belirlenmesinde önemlidir. Güney Afrika'da yapılan bir çalışmada işaretlenen *Chrysomya* cinsine ait bir sinek tür bırakıldığı yerden 63.5 km uzaktaki bir cesette bulunmuştur (Yuca, 2009; Karapazarlıoğlu, 2004-2011; Aslan, 2006; Pekbey, 2007; Çoban, 2009; Yuca, 2009; Bana, 2010; Kökdener, 2012; Gunn, 2009; Turchetto & Vanin, 2004; Saigus & et al 2009; Hall, 2001; Amendt & et al 2004; Varatharajan & Sen, 2000; Lamia & et al 2009; Wolff & et al 2001). Nem, amonyakça zengin komponentlerin varlığı, feromanlar ve dokunsal uyaranlar böceklerin yumurtlamasını etkiler. Dişi sinekler yumurtalarını cesetteki yaralara, doğal açıklıklara bırakılırlar; böylece yumurtadan çıkacak larvaların gelişimi için hem ısı hem de beslenmesi için kaynak sağlanmış olur. Smith 1986 yılında cesetteki böcek faunasını; nekrofajlar, saprofajlar (omnivorlar), predatör/parazitik ve tesadüfi türler olarak 4 ekolojik gruba ayırmıştır (Yeates & et al 2007; Savran & ark 1994; Zehner & et al 2004; Smith, 1986).

1. Nekrofajlar: Ölümden hemen sonra cesette gelip, kolonizasyon oluşturup beslenen türlerdir. Fauna mevsimlere, coğrafik bölgelere göre değişmekte olup, ilkbahar ve yazın kış göre daha zengindir. Bu gruba; *Silphidae*, *Dermestidae*, *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Muscidae*, *Nitidulidae*, *Scarabaeidae* ve *Formicidae* (*Hymenoptera*) aileleri bulunur.

2. Saprofajlar (omnivor): Hem cesetten, hem de cesette bulunan diğer türlerden beslenen türlerdir. *Coloeptera*, *Vespidae*, *Formicidae*, *Blattidae*, karınca ve arılar bu gruba dahil olurlar. Nekrofajlarla aynı zamanda cesete gelip, çürüme evresi boyunca cesette kalırlar.

3. Predatörler/parazitler: Direkt olarak ceset ile beslenmeyen bu böcekler cesetle ilişkili en önemli grubu olup, cesette bulunan diğer eklembacaklıların larva ve pupalarını yerler. *Schizophagous* türleri, ilk olarak cesetten beslenir daha sonra larval evrede predatör olurlar (Oytun, 1962; Turchetto & Vanin, 2004; Voss & et al 2009). *Silphidae*, *Staphylinidae*, *Histeridae*, *Cleridae*, *Carabidae*, *Vespidae*, *Foficulidae*, *Gelastocaridae*, *Syrphidae* ve *Stratiomyidae* ailelerinde olduğu gibidir.

4. Tesadüfi türler: Cesetten beslemeyen ancak kendilerine uygun barınak, yer ararlarken tesadüfi olarak bulunan türlerdir. *Centipedes*, *Collembola*, *Springtail* (Oytun, 1962; Turchetto & Vanin, 2004), *Hesperiidae*, *Coreidae*, *Nitidulidae*, *Passalidae*, *Halictidiae* ailelerinde olduğu gibi.

Süksesyonuna Etki Eden Faktörler

Bölgenin coğrafik yapısı, habitat, sıcaklık, nem ve iklim gibi faktörler böcek süksesyonunu etkiler (Yuca, 2009; Kökdener, 2012; Voss & et al 2009).

1. Coğrafik yapı: Bölgenin coğrafik konumu, vegetasyonu, toprak tipi, iklimi, bölgede yapılan hayvancılık ve tarımın türü böcek türlerini ve cesette ulaşmasında etkilidir.

2. Mevsimler: Soğuk ve yağmur böceklerin aktivitesini ve cesettin çürüme hızını etkiler.

3. Sıcaklık ve nem: Böceklerin üreme, gelişim ve cesedin çürüme hızını etkiler (Varatharajan & Sen, 2000).

4. Habitat faktörleri: Bölgenin bitki örtüsü, yapılaşması, sanayileşmesi böcek türlerini etkiler.

5. Diğer faktörler: Cesettin asılması ve yanması böcek kolonizasyonunu etkiler. Yanan cesetten etrafa yayılan koku dolayısı ile böcek kolonizasyonun erken başlar. Cesettin sarılması, paketlenmesi, kıyafetlerinin üzerinde olması böcek kolonizasyonunu 2.5 gün geciktir (Yuca, 2009; Kökdener, 2012; Voss & et al 2009; Goff & Lord, 1994).

Cesedin Çürümesi ve Evreleri

Vertebra cesetleri çok sayıda sinek türü için mükemmel bir yiyecek kaynağıdır. İnsan vücudu, ölümden sonra çürümekte ve ekolojik sisteme katılmaktadır. Çürüme ölen vücut parçacıklarının bakteri, mantar ve mikroorganizmalar tarafından istilasıyla başlar; onları çeşitli türde sinek ve böcek istilası takip eder. Çürüme süresince cesette fiziksel, biyolojik, kimyasal değişimler görülür. Çürüme aslında kademeli bir prosestir; vücudun farklı kısımları farklı hızda çürür. Birçok araştırıcı tarafından çürüme süreci farklı evrelere bölünmüştür: Reed çürümede 4 evre belirlerken, Goff 5. evreyi ilave etmiştir (iskelet, kuruma evresi). Çürüme evrelerini kesin sınırlarla birbirlerinden ayırmak çok zordur. Çürümenin her evresinde farklı böcek türleri görülür. Bazı sinek türleri taze dokular ile beslenirken, bazıları ise kurumuş dokuları ile beslenir (Yuca, 2009; Kökdener, 2012; Lamia & et al 2009; Coc & Curan, 1980; Van den Oever, 1976; Amendt & et al 2007; Anderson & Van Laerhoven, 1996; Mann & et al 1990; Rodriguez & Bass, 1985; Anderson, 2001).

1. Taze evre: Cesetteki morfolojik değişiklikler minimal olup (şekil 18), cesede ilk olarak çayır örümceği, karıncalar, *Sarcophagidae* ve *Calliphoridae*, *Muscidae*, *Silphidae*, *Histeridae*, *Staphylinidae* ailesine ait sinekler gelir. Dıştan taze görülen cesedi içten bakteriler, protozoonlar ve nematodlar istila etmiştir. Ölümden 10-12 saat sonra aynı pozisyonda kalan cesette livor motrisin neden olduğu renk sabitlenir; eğer vücut hareket ettirilirse farklı bir pozisyonda ikinci bir renk formu oluşur. Buda bize cesedin ölümden sonra taşındığını gösterir. Bu dönem sıcaklığa bağlı olarak 1-3 gün sürer; ancak cesette şişme başladığında sona erer (Kökdener, 2012; Kökdener & Polat, 2013).

Şekil 17
Taze evre



2. Şişme evresi: Bağırsaktaki anaerob bakterilerin metabolik aktiviteleri ile oluşan gazlar abdomeni şişirir (şekil 18). Vücut açıklıklarından sıvılar gelir ve belirgin derecede koku duyulur. Baskın türler *Sarcophagidae, Calliphoridae*, *Staphylinidae, Muscidae*, *Silphidae*, *Sarcophagidae*, *Histeridae*, *Nitidulidae*, *Dermestidae* ve *Cleridae* ailesine ait türlerdir.

Şekil 18
Şişme evresi



3. Aktif çürüme evresi: *Diptera* takımına ait sineklerin bıraktığı yumurtalardan çıkan larvaların aktivitesi ile siyahlaşan deri yırtılır, cesedin gazı boşalır, koku artar ve çürüme dıştan devam eder (şekil 19). Cesede en fazla sinek türünün geldiği evre olup; *Calliphoridae*, *Silphidae*, *Histeridae*, *Muscidae*, *Sarcophagidae*, *Nitidulidae*, *Dermestidae*, *Staphylinidae*, *Cleridae*, *Scarabaeidae Phoridae*, *Piophilidae* ailelerine ait erişkin sinekler, larvaları, hamamböcekleri ve karıncalar gelir.

Şekil 19
Aktif çürüme evresi



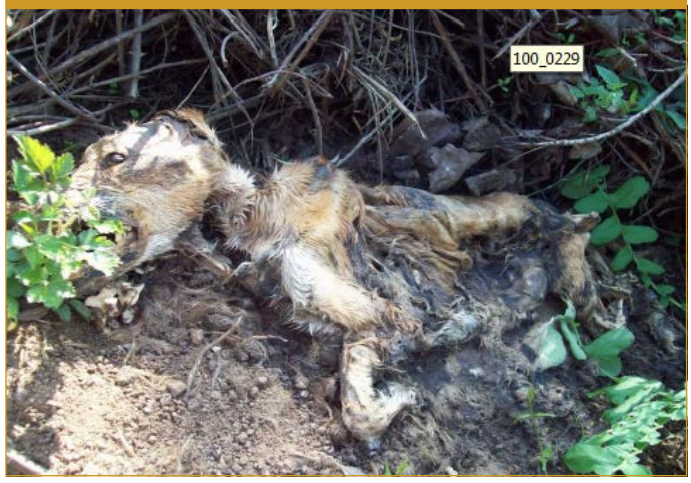
4. İleri çürüme evresi: Sinek larvalarının ceseti terk etmesiyle başlar; en büyük belirtisi sinekler azalırken böcekler artar. Koku zayıflar, ekşimiş peynirimsi bir koku oluşur. Bazı yumuşak dokular tespit edilebilir; iç organların hepsi macunumsu bir hal alır cesetten geriye deri, kıkırdak, kemik, barsak gibi birkaç kalıntı kalır (şekil 20). Erişkin sineklerin sayısı çok azalmış olup; *Silphidae* ve *Scarabaeidae* aileleri cesetten ayrılmaya başlarken, *Staphylinidae* ve *Histeridae* aileleri varlıklarını sürdürürler. *Dermestidae* ve *Nitidulidae* ailelerinin yoğunlukları artmaktadır. Bu evrede *Muscidae*, *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Silphidae*, *Staphylinidae* ailelerine ait larvalar bulunur.

Şekil 20
İleri çürüme evresi



5. Kuruma Dönemi: Çürüme sonlanmış ve ceset kurudur. Karın bölgesi fermantasyondan dolayı küflü olup az miktardaki ıslak kürkün kokusu vardır (şekil 21). Ancak bu evrenin bitişi diğer evrelere oranla tam olarak belli değildir. Larvalar cesetten uzaklaşarak pupa haline gelmeye başlar ve dönemin sonunda ceset ağırlığının %15-20'si kalır. *Calliphoridae*, *Muscidae*, *Silphidae*, *Sarcophagidae*, *Histeridae*, *Staphylinidae*, *Cleridae*, *Srabaeidae*, *Dermestidae, Nitidulidae, Carabidae*, *Piophilidae*, *Stratiomyidae*, *Psocidae*, *Trogidae, Stratiomyidea*, *Tineidae*, *Pyralidae*ailelerine ait larvalara rastlanır; ancak *Calliphoridae* ailesine ait larvalar yok denecek kadar azdır. Bunun yanında kırkayak, salyangoz ve isopodlar cesetin altında bulunurlar.

Şekil 21
Kuruma evresi



Çürüme Hızına Etki Eden Etmenler

1. Yeraltına/toprağa gömülme: Et veya leş sinekleri bir canlı öldükten dakikalar sonra çok uzak mesafeden cesette gelebilirler. Cesettin çürümesinde toprağın tipi, coğrafik bölgenin özelliği, cesettin gömülü olup olmaması ve gömülen derinlik önemlidir. Çünkü ceset ne kadar derine gömülürse o kadar uzun süre bozulmadan kalabilir. Gömülü cesette sineklerin ulaşması önlenir; bu da cesettin çürüme hızını etkiler. Ancak tabut sinekleri denen *Conicera tibialis* sinek türleri yerin bir metre altında, hatta çok daha derinlere ulaşıp, cesette kolonizasyon oluşturabilirler. Gömülmüş cesettin çürüme hızı gömülmemiş olana göre 4 kat daha yavaştır. Hava almayan konteynir içindeki cesette sineklerin ulaşması engellendiğinden dolayı çürüme hızı yavaştır. Asılı halde olan cesetin çürüme hızı toprak üzerinde olan cesetten daha yavaştır (Kökdener, 2012; Zehner & et al 2004).

2. Su altına gömülme: Su altındaki cesettin çürüme hızı daha yavaştır. Çünkü düşük oksijen seviyesi ve düşük ısı çürümeyi yavaştır. Derin su altı–deniz şartlarında çürüme uzar, balık, yengeç, denizyıldızı, su altı omurgasızları mikrobiyal çürümeden çok daha önemli olabilir.

3. Ölüm zamanı ve ısı: Cesetin çürümesinde aktif rol oynayan arthropdlar soğukkanlı hayvanlar olduğundan soğuk mevsimlerde aktivite göstermediğinde çürüme yavaş olur.

4. Yanma: Bu konu hakkında çok fazla çalışma olmayıp, bazı çalışmalarda yanan cesette sineklerin geldiği, bazılarında ise çok az geldiği yazılmaktadır (Wolff & et al 2001).

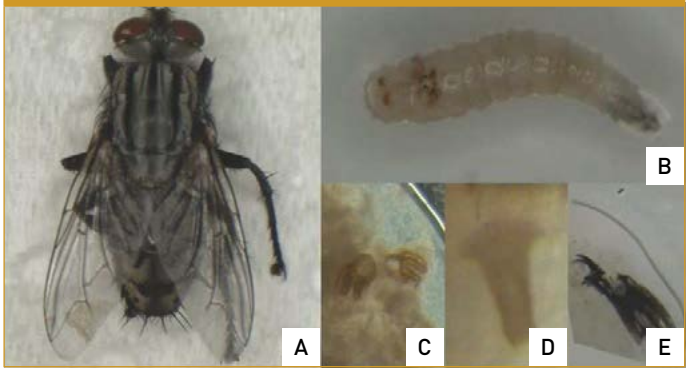
5. Güneş ışığına maruz kalma: Arthropodlar cesette direkt güneş ışığına maruz kalan bölgelere yumurtalarını ve larvalarını bırakmazlar.

Adli Entomolojide Kullanılan ve İnsanlarda Miyaz Neden Olan Bazı Sinek, Böcek Türlerin Özelikleri ve Tanıtıcı Resimleri

Familya: *Sarcophagidae* (Etsinekleri)
Alt familya: *Sarcophaginae*
Tür: *Wohlfartia magnifica*
Tür: Sarcophaga haemorrhoidalis
Tür: Sarcophaga argyrostoma

Erişkini kül renginde 10-14 mm boyunda olup, karnının orta lekeleri birleşerek bir şerit oluşturur (şekil 22). Açık alanlarda bulunan bu sinekler çiçek nektarı ile beslenirler. Sıcağı ve ışığı sevdiklerinden yaz aylarında öğle saatlerinde çok aktif olurlar. Vivipar olan bu sinekler larvalarını yaralara, kesiklere, burun ve kulak boşluklarına bırakırlar. Dokuların altını oyarak giren larvalar evrimlerini tamamladıktan sonra toprağa düşer ve pupaya dönüşür (Yuca, 2009; Polat, 2017).

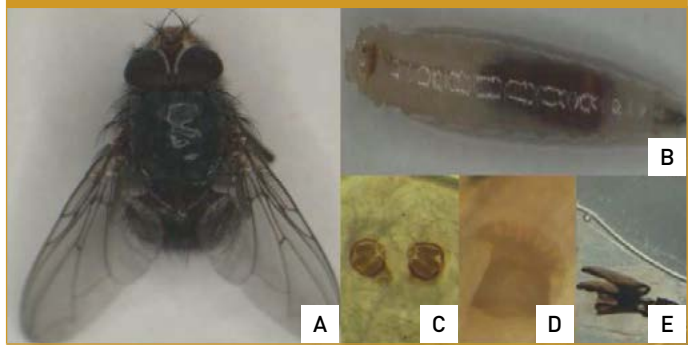
Şekil 22
Sarcophaga haemorrhidalis (A) Erişkin (B) Larva (C) Arka stigmat (D) Ön stigmat (E) Sklerit



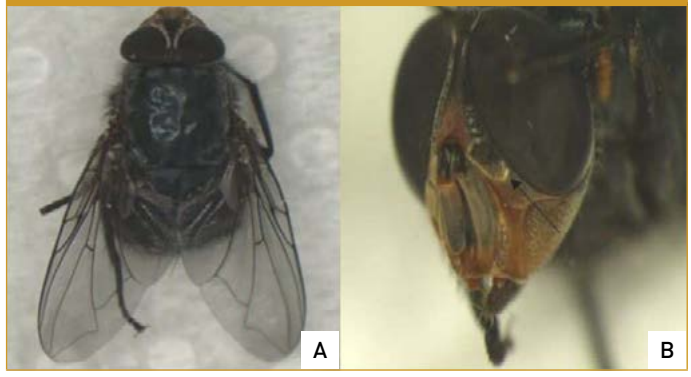
Şekil 23
Calliphora vomitoria, (A) Erişkin (B) Postgenadaki sarı tüyler (C) Siyah basicosta



Şekil 24
Calliphora vicina (A) Erişkin (B) Larva (C) Arka stigmat (D) Ön stigmat (E) Sklerit

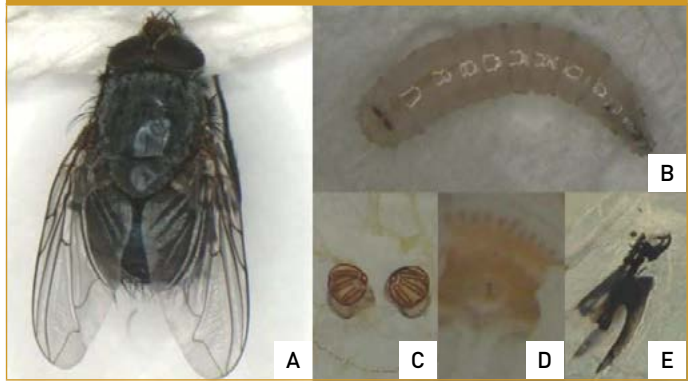


Şekil 25
Calliphora terraenovae (A) Erişkin (B) Başın önden görünüşü ve parafacial kısımdaki altınımsı gümüşü parıltı



Familya: Calliphoridae (Yapışkansinekler)
Alt familya: Calliphorinae
Tür: Calliphora vicina (şekil 24)
Tür: Calliphora terranovae (şekil 25)
Tür: Calliphora vomitora (şekil 23)
Tür: Cynomyopsis cadaverina [(şekil 26) (Yuca, 2009; Polat, 2017)].

Şekil 26
Cynomyopsis cadaverina (A) Erişkin (B) Larva (C) Arka stigmat (D) Ön stigmat (F) Sklerit

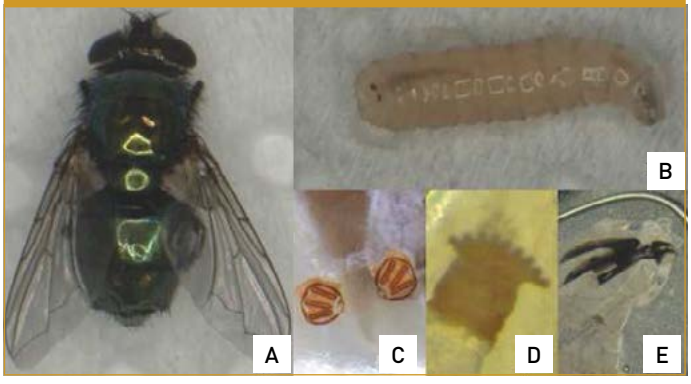


Familya : Calliphoridae (Yapışkansinekler)
Alt familya: Chrysomyinae
Tür: Chrysomya albiceps (şekil 27)

Şekil 27
Chrysomya albiceps (A) Larva (B) Sklerit ve ön stigmat (C) Arka stigmat



Şekil 28
Lucilia sericata (A) Erişkin sinek (B) Larva (C) Arka stigmat, (D) Ön stigmat (E) Sklerit

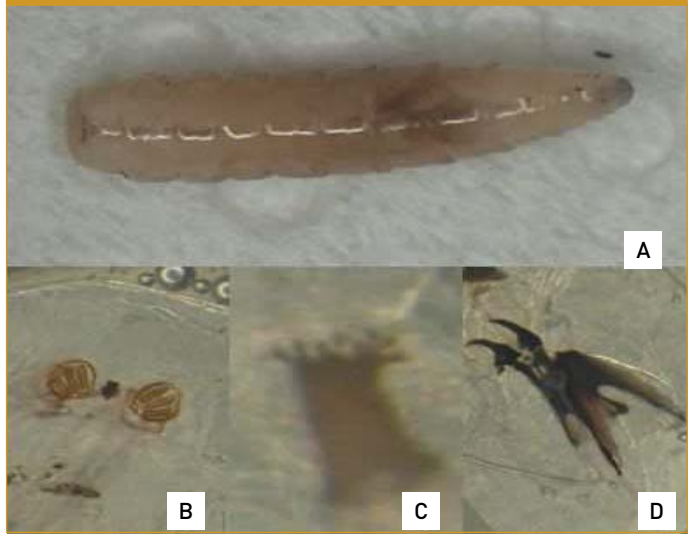


Şekil 29
Lucilia illustris (A) Erişkin, (B) Larva, (C) Arka stigmat, (D) Ön stigmat, (E) Sklerit



Familya: Calliphoridae (Yapışkansinekler)
Alt familya: Luciliinae
Tür: Lucilia sericata (şekil 28)
Tür: Lucilia illustris (şekil 29)
Tür: Lucilia caeruleiviridis [(şekil 30) (Yuca, 2009; Polat, 2017)].

Şekil 30
Lucilia caeruleiviridis, (A) Larva, (B) Arka stigmat, (C) Ön stigmat, (D) Sklerit



Familya: Muscidae (Karasinekler)
Tür: Musca domestica [(şekil 31) (Yuca, 2009; Polat, 2017)].

Şekil 31
Musca domestica

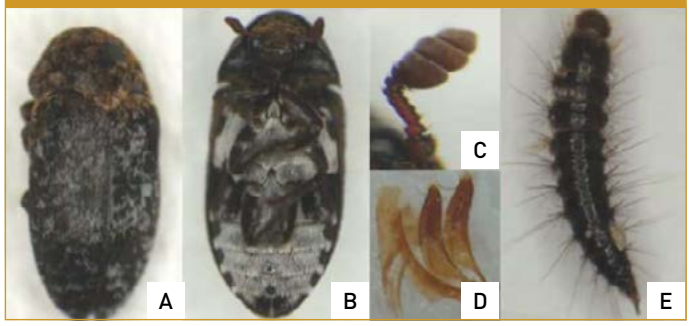


Coleoptera Takımı

Boyları 1 mm ile 15 cm arası olup, renk ve biçimleri bakımından farklılık gösterirler. Arka kanatlar, çoğu türde elitra ile örtülmüştür. Bazı türlerde ise küçüktür ya da bulunmamaktadır. Antenleri çoğunlukla 11 sementlidir. Bazen 8–10 segmentli, nadiren de 2 segmentlidir. Anten şekilleri büyük ölçüde değişkendir. Antenler inci gibi, lamelli, yelpaze, dirsekli ve topuzlu gibi şekillerdedir (Yuca, 2009).

Familya: Dermestidae (Carpet Beetles)
Genus: Dermestes
Tür: Dermestes talpinus (şekil 32)
Tür: Dermestes frischii [(şekil 33) (Yuca, 2009; Polat, 2017)].

Şekil 32
Dermestes talpinus (A) Erişkinin sırtan görnüşü, (B) erişkinin karından görnüşü, (C) anten, (D) Erişkinin genital organı, (E) larva

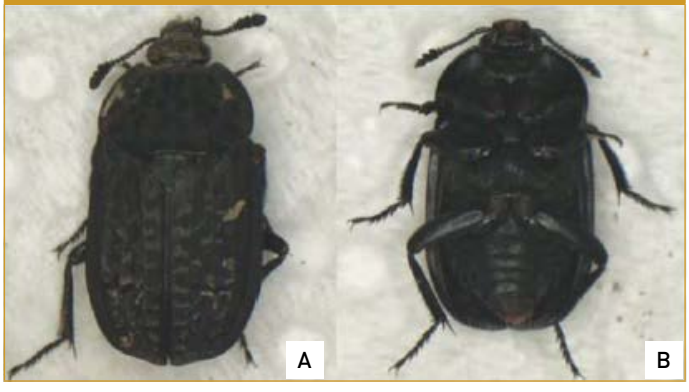


Şekil 33
Dermestes frischii (A) Erişkinin dorsal, (B) Erişkinin ventral görünüşü



Familya: Silphidae
Genus: Thanatophilus
Tür: Thanatophilus rugosus [(şekil 34) (Yuca, 2009; Polat, 2017)].

Şekil 34
Thanatophilus rugosus (A) Erişkinin dorsal, (B) Erişkinin ventral görünüşü

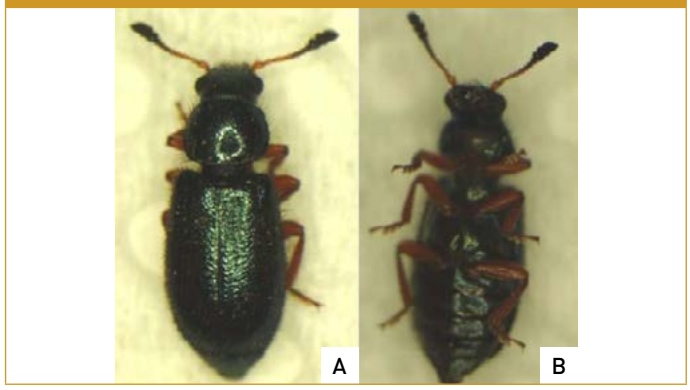


Familya: Blattelidae
Genus: Necrobia
Tür: Necrobia rufipes [(şekil 35) (Yuca, 2009; Polat, 2017)].

Ülkemizde gerçek anlamda adli entomoloji çalışmaları yapılabilmesi için nasıl bir yol izlenmelidir.

1. Entemoloji dersi Fen Fakültesinin Biyoloji Bölümlerinde zorunlu ders olarak okutulmalıdır.

Şekil 35
Necrobia rufipes (A) Erişkinin dorsal, (B) Erişkinin ventral görünüşü



2. Adli entomoloji alanında yüksek lisans ve doktora proğramları açılarak uzman bilim adamları yetiştirilmelidir.

3. Adli entomolojide kullanılacak delil arthropodları toplayacak ve laboratuvara bozulmadan getirebilecek, laboratuvarda entomoloji konusunda uzmannın inceleyebileceği şekilde hazırlayacak deneyimli teknik elamanlar yetiştirilmelidir.

4. Türkiye'nin entomoloji haritası oluşturulmalıdır. Eğer elimizde ülkemizin arthropdların yayılışını gösteren gerçek bir entomoloji harıtası olur ise ölüm yerinin belirlenmesinde bize yardımcı olur. Bunun için değişik bölgelerde belirlenen alnlara kafesler içinde mümküm ise domuz, eğer mümkün değilse köpek leşleri konarak sinek faunası belirlenerek entomoloji harıtası hazırlanmalıdır (şekil 36, 37).

5. Sahadan toplanan erişkin sinekler, erişkin böcekler, bunların yumurtaları, larvaları ve pupaları üzerine etiket yapıştırılmış 50 ml'lik falkon tüplerine alınmalı; tüplerin üzerine toplandığı yer, saat, tarih yazılarak laboratuvara getirilmelidir. Yumurtaların tamamı, larvaların bir kısmı evrimlerini sürdürmeleri için burgulu olan üst kapaklarında larvaların solunumlarını sürdürmeleri için önceden delikler açılmalı, üzerine etiket yapıştırılmış ve içerisinde tavuk karaciğeri bulunan 50ml'lik falkon tüplerindeki karaciğeri üzerine alınmalıdır. Larvaların bir kısımı tavuk karaciğeri üzerine

Şekil 36
Adli entemoloji çalışmalarında kullanılabilecek kafes

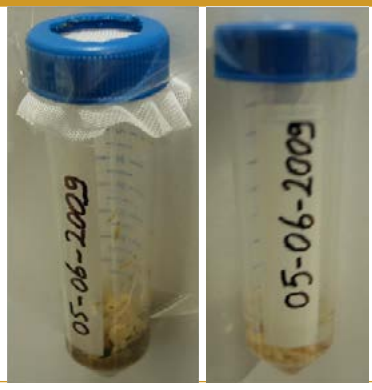


Şekil 37
Köpek cesedinin konduğu kafes ve üzerindeki erişkin sinek tuzağı (orijinal)



canlı ve bir kısmı ise %5-10 forum aldehit veya %70 etil alkol içine toplanmalıdır. Laboratuvara canlı halde getirilen larvaların bir kısmı sterio mikroskopta incelenir ve tanıtıcı şekillerinin fotoğrafı çekilir. Diğer kısmından labortuvarda erişkin hale getirilir. Bazı sinek türlerinin larva halinde tanımlanması zor olduğu halde, bu larvalardan erişkin elde edildiğinde daha kolay tanımlanabilir. Erişkin sineğin ve larvalarının tanıtıcı yapıları bir araya getirildiğinde tanımlama daha da kolay olmakta ve yanılgı payı azaltmaktadır. Üçüncü evreyi tamamlayan gezici evreye geçen larvalar pupa evresine geçmeleri için odun talaşına alınır. Pupa haline geçen larvadan erişkin sinekler elde (şekil 38-39). Form aldehir içine

Şekil 38
Tavuk karaciğeri üzerine alınmış yumurtalar ve larvalar %10 Formaldehitteki larvalar



Şekil 39
Canlı larvaların evrelerini tamamlaması ve erişkin sinek elde edilmesi için kafes modeli

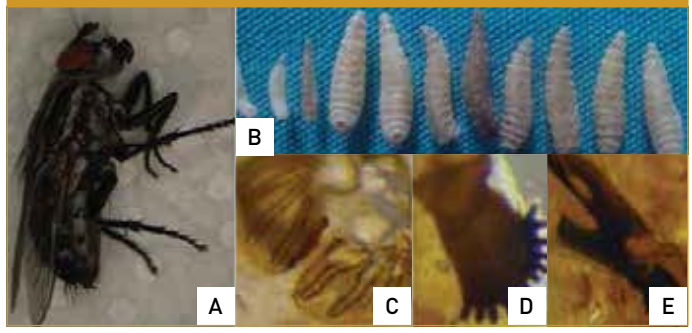


alınan larvaların türüne ve evrelerine bakılarak, ölüm zamanının belirlenmesine çalışılır (şekil 40-41).

Şekil 40
İkinci ve üçüncü evre larvalar



Şekil 41
Sarcophaga sp. (A) Erişkin, (B) Larvalar, (C) Arka stigmat (Posterior spiracle), (D) Ön stigmat (Anterior spiracle), (E) Head skeleton



6. Çalışma süresince çalışmanın yapıldığı bölgenin hava sıcaklığı ve nem oranına ait veriler Devlet Meteoroloji İstasyonlarından alınmalı, internet üzerinden de takip edilmelidir. Arazinin coğrafik yapısına, şehir merkezinden uzaklığına, kurulan kapanların çevreye rahatsızlık vermemesine ve kapanların insanlar tarafından bozulmamasına özen gösterilmelidir.

7. Elde edilen larvaların, erişkin sineklerin ve böceklerin ileri çalışmalar için bir koleksiyonu oluşturulmalıdır.

Erişkin Sineklerin ve Larvalarının Saklanması

Larvalar kaynar suya daldırılarak öldürülür. %5-10 formaldehit, %70 alkol veya %70 alkol+ %70 gliserinli ortamda saklanabilir (şekil 42). Erişkin sinekler ise hızlı bir şekilde öldürülerek thorax bölgesinden entomoloji iğneleri geçirilerek saklanır (şekil 43).

Şekil 42
Erişkin ve larva koleksiyonu



Şekil 43
Erişkin koleksiyonu



Karaciğer Agar Besiyeri Hazırlanması,

- Tavuk karaciğeri 500 gr
- Agar agar 22 gr
- Distile su 630 ml

Tavuk karaciğerinin üzerindeki yağlar temizlendikten sonra çeşme suyunda yıkanır ve blendır ile homojenize hale gelinceye kadar parçalanır. Distile su içine konan agar agar 100 ^{0}C'de ısıtılarak ve karıştırılarak eritilir. Erimiş ağar ağar homojeniz edilmiş tavuk karaciğerinin üzerine konarak iyice karıştırılır. Ağzı vidalı kapak ile kapanan 500 ml'lik otoklav şişelerine 250 ml olacak şekilde dağıtılır ve otoklavda 121 ^{0}C'de 30 dakika tutularak steril edilir. Otoklavdan çıkarılan şişelerin ağzı sıkıca kapatıldıktan sonra +4 ^{0}C'lik buzdolabına kaldırılır ve kullanılıncaya kadar buzdolabında tutulur.

Diptera

Brachycera Tayin Anahtarı

1. Alın ayıcığı yok; antenin üçüncü parçasının ucu genellikle halkalı; arista yok; antenleri öne doğru uzanır; maksilla iki parçalı; kanatlarının dördüncü damarının ucu çatallı; diskal göze kapalıdır **2**

Alın ayıcığı var; antenin üçüncü parçası halkalı değil; arista var; antenler genellikle sarkmış ve alın çukurunda; maksilla bir parçalı; kanat damarlarının uçları atalsızdır **3**

2. Tepe düz; tarsların ucunda iki pulvillus ile ortada bir empodium vardır ..... **Tabanidae**

Tepede derin bir çukur bulunur; tarsların ucunda bir kılla ayrılmış iki pulvillus vardır ..... **Asilidae**

3. Vena spuria yoktur **4**

Vena spuria vardır **11**

4. Denge organları örtülüdür ..... **Calyptera**

Denge organları açıktır ..... **Acalyptera**

5. Hortum sert sokucu; başın altında öne doğru uzanan ince bir stylet vardır; kan emerler **6**

Hortum yumuşak ve emici; stylet yok; hortumun ucu geniştir **7**

6. Aristanın üst yanı ucuna değin tüylü; kanatların median damarları enine olan damara doğru

eğik ve kanat ucunun öne bakan kıyısında sonlanır. Aristanın üst yanı ucuna değin yalın kıllı;

kanatları median damarı enine olan damara dikey ve ucu biraz eğik olup kanat ucunun geriye

bakan kısmında sonlanır ..... **Stomoxydae**

7. Median damarı enine damardan sonra doğru; arista değişik; hipoplöral tarak yoktur ..... **Antomyidae**

Median damar eğik yada enine damardan sonra öne doğru eğri; arista ve hipoplöral tarak değişiktir **8**

8. Hipoplöral tarak yok; arista ucuna değin kıllıdır ..... **Muscidae**

Hipoplöral tarak var; arista ucuna değin kıllıdır **9**

Hipoplöral tarak var; arista ucuna değin kıllı değildir **10**

9. Aristanın iki yanı ucuna değin kıllı, madeni parlak mavi, yeşil veya donuk ve sarımsı renktedir ..... **Calliphoridae**

10. Aristanın iki yanı kıllı, ama ucuna değin kıllı değil; donuk boz renkte gövdede uzunlama-sına siyahımsı çizgiler var; karnın üst yüzünde yanardöner refleks gösteren dama kareleri gibi kara gri alacalar(sarcophaga) ya da bakışıklı kara noktalar(wohlfahrtia) vardır ..... **Sarcophagidae**

11. Balarısına benzerler; vücutları parlak; karnın sırt yüzünde kara şeritler var; larvalar uzun kuyrukludur ..... **Syrphidae**

Calliphoraidae Tayin Anahtarı

1. Posterodorsal yüzeyde, kanattaki R damarının basal kısmında uzun, ince sert kıl **2**

Kanattaki R damarının basal kısmı çıplak **3**

2. Gena sarı/turuncu, çoğunlukla sarı kıllı, anterior spiracle renksiz ..... **Cochliomyia macellaria**

Gena sarı/turuncu değil, anterior spiracle çoğunlukla turuncu sarı ..... **Phormia regina**

3. Pleuron kısmı parlak, kıvırcık, sarı sert kıllı ..... **Pollenia türleri**

Pleuron kısmında parlak, kıvırcık, sarı sert kıl yok **4**

4. Alt calypter kıllı; kanat damarı R5 node'un ilerisinde çıplak; thorax sönük renkte, tozumsu salgı ile kaplı; abdomen parlak, genellikle metalik mavi **5**

Alt calypter çıplak; kanat damarı R5 node'un ilerisinde kıllı; thorax ve abdomen parlak ve genellikle metalik yeşil **6**

5. Kırmızımsı bucca; basicosta sarıdan sarı turuncuya doğru bir

renktedir ..... **Calliphora vicina**

Bucca tamamen siyah; basicosta siyah ..... **Calliphora vomitoria**

6. Kanadın ventral alt kısmının apikal yarımında dikkat çekici siyah kıllı subcostal sklerit ..... **Lucilia illustris**

Sadece kanadın ventral alt kısmının apikal yarımında micro tüyler bulunduran subcostal Sklerit **7**

7. Basicosta siyah; palpus kahverengi ..... **Bufolucilia silvarum**

Basicosta solgun renkte; palpus turuncu sarı **8**

8. İkişerli, sert ve kalın postacrostichal kıl..... **Phaenicia coeruleiviridis**

Üçerli, sert ve kalın postacrostichal kıl ..... **Phaenicia sericata**

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Açıkgöz, A. (2008). *İnsan cesetleri üzerinden toplanan entomolojik delillerle ölüm zamanı tayini*. [Doktora tezi]. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Aggarwal, D.A. (2005). Estimating the post-mortem interval with the help of entomological evidence. A Thesis For MD. Patiala: (Forensic Medicine) Govt. *Medical College*.

Amendt, J., Krettek, R., Zehner, R. (2004). Forensic entomology. *Naturwissenschaften, 91*: 51- 65. [Crossref]

Amendt, J., Campobasso, C.P., Gaudry, E & vd. (2007). Best practice in forensic entomology standards and guidelines. *Int J Legal Med, 121*(2): 90- 104. [Crossref]

Anderson, G.S & Van Laerhoven, S.L. (1996). Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *J. Forensic Sci, 41*: 617- 625. [Crossref]

Anderson, G.S. (2001). Succession on carrion and its relationship to determining time of death. J. H. Byrd, J. L. Castne. (Ed), Forensic entomology: *The utility of arthropods in legal investigations*. P. 201- 242. [Crossref]

Aslan, A. (2006). *Eskişehir Sarcophagıdae (Diptera) Faunası Üzerine Faunistik Çalışmalar*. [Yüksek lisans tezi]. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bana, R. (2010). *Edirne İli Trakya Üniversitesi Güllapoğlu (Balkan) Yerleşkesi'nde Adli Entomoloji Yönünden Önem Taşıyan Coleoptera Faunasının Leş Üzerinden Toplanması ve Taksonomik Yönden İncelenmesi*. [Yüksek lisans tezi]. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Baykal, N.K. (1995). *Bitki koruma*. Demiray, U. (Ed.), Anadolu Üniversitesi basım. 187-190.

Benecke, M. (2001). A brief history of forensic entomology. *Forensic Science Internationa. 120*: 2-14. [Crossref]

Benecke, M. (2004). Forensic entomology: Arthropods and corpses. Tsokos, M. (Ed.), Forensic Path Rev. (Vol II, p. 211-213). *Totowa: Humana Press*.

Coc, J.I., Curan, W.J. (1980) Definition and time of death. Curran, W. J, McGarry, AL, Petty, CS. (Ed). *Modern Legal Psychiatry and Forensic Science*. (P.141- 177), F. A. Davis Co, Philadelphia.

Çalışır, B., Polat, E. (1993). İstanbul'un 5 değişik yerindeki çöplüklerde sinek faunasının incelenmesi. *Türk Parazitol Derg, 1*(3-4): 119-129.

Çoban, E. (2009). Edirne ili Trakya Üniversitesi Güllapoğlu Yerleşkesi'nde Adli Entomoloji Yönünden Önem Taşıyan Diptera Faunasının Leş Üzerinden Toplanması ve Taksonomik Yönden İncelenmesi. Yükseklisans tezi. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Çetin, E.T. (1983). Tıbbi parazitoloji: Protozoonlar, helmintler, artropodlar. (s. 377-413). Sanal Matbaacılık.

Daldal, N., Atambay, M. (2007). Myasis (Miyaz) Özcel, M.A., Özbel, Y., A.K., M. (Ed). Özcel'in Tıbbi Parazit Hastalıkları. Meta basım.

Demirsoy, A. (2003). Yaşamın temel kuralları omurgasızlar/böcekler entomoloji. (6. baskı, cilt 2, kısım 2), Meteksan baskı.

Dinçer, Ş. (1997). İnsan ve Hayvanlarda Myiasis. Özcel, MA, Daldal, N. (Ed). *Parazitolojide Artropod Hastalıkları ve Vektörler*. (s. 169-234). İzmir: Türkiye Parazitol Derneği, 13.

Erzinçlioğlu, Y.Z. (1983). The application of entomology to forensic medicine. *Med Sci Law, 23*(1): 57- 63. [Crossref]

Ferrar, P. (1987). A Guide to the Breeding Habits and Immature Stages of Diptera Cyclorrhapha. In: Lyneborg, L. (Ed). Entomonograph. (vol. 8., Part 1-2.) *Scandinavian Science Press*. [Crossref]

Goff, M.L., Lord, W.D. (1994). Entomotoxicology: a new area for forensic investigation. *Am J Forensic Med Pathol, 15*: 51- 57. [Crossref]

Gunn, A. (2009). Invertebrates in forensic science: Essential Forensic Biology. (2nd edtition, 213), *John Wiley and Sons*, West Sussex

Hall, R.D. (2001) Introduction, Perceptions and Status of Forensic Entomology. Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. J. H. Byrd, J. L. Castner, (Ed.), (3 rd edt, Vol 1, 1- 12), *CRC Press*. [Crossref]

Karapazarlıoğlu, E. (2004). Doğal Ortamda Domuz Karkasları Üzerine Gelen Arthroda'ların ve Süksesyonlarının Belirlenmesi. Yükseklisans tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karapazarlıoğlu, E. (2011). *Kapalı Ortamda Domuz Karkasları Üzerine Gelen Böcek Türlerinin ve Süksesyonlarının Belirlenmesi ve Bir Örnek Vaka Çalısması*. [Doktora tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kökdener, M.K. (2012). Adli entomolojide kullanılan sinek türlerinin Samsun'da mevsimlere göre durumunun belirlenmesi. Doktora tezi. İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü.

Kökdener, M., Polat, E. (2013). Insect succession on dog (Canis lupus familliaris L.) carcasses in Samsun province, Turkey. *Mu Ent Zool, 9*: 858-69.

Lamia, A.A., Galal, M.D., Hameed, S.Y. (2009). An initial study of arthropod succession on exposed human left over parts in Assiut, Egypt. *J Forensic Med Clin Toxicol, 17*(1): 55- 74. [Crossref]

Mann, R.W., Bass, W.M., Meadows, L. (1990). Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences, 35*: 103- 111. [Crossref]

Merdivenci, A. (1973). Miyaz sinekleri. *Tıbbi Entomoloji*. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi.

Mumcuoğlu, K.Y. (2007). Biotherapy laboratory protocol department of parasitology. Israel: Hebrew University-*Hadassah Medical School Jerusalem*.

Oytun, H.Ş. (1962). *Tıbbi entomoloji*. (2. Baskı). Güzel İstanbul Matbaası.

Pekbey, G. (2007). Erzurum İli Sarcophagidae (Diptera) Türleri Üzerinde Faunistik Çalışmalar. Yükseklisans tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Polat, E., Çakan, H., İpek, T. (2010). Larva Debridman Tedavisi (LDT). *Türk Aile Hek Derg, 14*: 188-91. [Crossref]

Polat, E. (2017). MİYAZİS (Diptera: Brachycera / Calliphoridae). Özbel, Y. (Ed). *Vektör Artropodlar ve Mücadelesi*. S.283- 310. Türkiye Parazitoloji Derneği yayın no: 25.

Rodriguez, W.C., Bass, W.M. (1985). Decomposition of buried bodies and methods that may aid in their location. *Journal of Forensic Sciences, 30*: 836-852. [Crossref]

Saigus, K., Matsumasa, M., Yashima, Y & vd. (2009). Practical applications of molecular biological species identification of forensically important flies. *Legal Medicine, 11*: 344-347. [Crossref]

Savran, B., Koç, S., Çetin, G & ark. (1994). Adli entomoloji. *Adli Tıp Derg. 10*: 143-152.

Smith, K.G.V. (1986). A Manual of Forensic Entomology. *London: British Museum of Natural History*, Cornell University Press.

Turchetto, M., Vanin, S. (2004). Forensic entomology and climatic change. *Forensic Science International, 146*: 207-209. [Crossref]

Tüzün, A., Yüksel, S. (2007). Postmortem intervalin saptanmasında adli entomoloji. Türkiye Klinikleri, *J Foren Med, 4*: 23-32.

Unat, E.K., Samastı, M. (1995). *Tıp Entomolojisi*. Unat, E.K., Yücel, A., Altaş, K., Samastı, M. (Ed). Unat'ın tıp parazitolojisi insan ökaryonlu parazitleri ve bunlarla oluşan hastalıkları. (5. Baskı) Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Vakfı Yayınları.

Yeates, D.K., Wiegmann, B.M., Courtney, G.W. vd. (2007). Phylogeny and systematics of Diptera: Two decades of progress and prospects. *Magnolia Press.*

Yuca, P. (2009). İstanbul, Pendik İlçesinde Akfırat Beldesinde Adli Entomolojide Kullanılan Sinek Türlerinin Belirlenmesi. Yükseklisans tezi. İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü.

Van den Oever, R. (1976). A review of the literature as to the present possibilities and limitations in estimating the time of death. *Med Sci Law, 16*: 269-276. [Crossref]

Varatharajan, R., Sen, A. (2000). Role of entomology in forensic sciences. *Current Science, 78*(5): 544- 546.

Voss, S.C., Spafford, H., Dadour, I.R. (2009). Annual and seasonal patterns of insect succession on decomposing remains at two locations in Western Australia. *Forensic Science International, 193*: 26- 36. [Crossref]

White, G.B. (1996). Myiasis. Manson's Tropical Disease. Bahr, M. (Ed). 20 th ed WB. (p. 1526-1532), *Sounders co.*

Wolff, M., Uribe, A., Ortiz, A. (2001). A preliminary study of forensic entomology in Medl in Colombia. Forensic *Science İnternational, 120*: 53-59. [Crossref]

Zehner, R., Amendt, J., Svenja, S., Sauer, J., Krettek, R., Povolny, D. (2004). Genetic identification of forensically important flesh flies (Diptera: Sarcophagidae). *Int J Legal Med, 118*: 245-247. [Crossref]

BÖLÜM 19
ADLİ MİKROBİYOLOJİ

Filiz Ekim ÇEVİK
Hüseyin ÇAKAN

DOI: 10.5152/0619

Adli Mikrobiyoloji

Forensic Microbiology

BÖLÜM HAKKINDA

Adli mikrobiyoloji, adli soruşturma bağlamında mikrobiyolojinin incelenmesiyle ilgilenen bir disiplindir. Uygulamaları temel olarak; ölüm nedenlerinin ve şeklinin teşhisinde, bireylerin kimliklendirilmesinde, suç mahallinin tespitinde ve ölüm sonrası aralığın tahmin edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Teknolojideki ilerlemeler, adli mikrobiyal araştırmaların kapasitesini geliştirmeye devam etmektedir. Adli Mikrobiyoloji, kriminal soruşturmalara yardımcı olma konusunda büyük potansiyele sahiptir. Mikrobiyom, metagenomik, nanoteknoloji biliminin yükselişi, genomik sıralama teknolojisindeki ilerlemeler, gelişmiş mikrobiyal örnekleme yöntemleri ve biyoinformatikte hızla gelişen yaklaşımlarla, mikrobiyom temelli kanıtların gelecekte adli tıp araştırmalarına katkıda bulunabileceği öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Adli bilimler, adli mikrobiyoloji, mikrobiyom, metagenomik

ABOUT the CHAPTER

Forensic microbiology is a discipline concerned with the study of microbiology within the context of forensic investigation. Its applications are primarily used for diagnosing the causes and manners of death, identifying individuals, determining crime scene evidence, and estimating postmortem intervals. Advances in technology continue to enhance the capacity of forensic microbial research. Forensic microbiology holds significant potential in assisting criminal investigations. With the rise of microbiomes, metagenomics, nanotechnology, advancements in genomic sequencing technologies, improved microbial sampling methods, and rapidly evolving approaches in bioinformatics, it is foreseeable that microbiome-based evidence may contribute to future forensic research.

Keywords: Forensic sciences, forensic microbiology, microbial forensics, microbiome, metagenomic

Her temas bir iz bırakır.

Dr. Edmond Locard

Giriş

Adli mikrobiyoloji, biyoterörizm, gıda kaynaklı patojenler, cinsel saldırılar, adli patoloji ve kriminalistikte uygulaması olan diğer araştırmalar gibi klinik ve halk sağlığı ile ilgili daha geniş bir alanı kapsamaktadır. Mikroorganizmalar, varlıkları bilindiği sürece, "adli araştırmalarda" fiziksel kanıt olarak kullanılmıştır. Bu organizmalar, ölüm nedeni, gıda zehirlenmeleri ve biyoterörizm gibi çeşitli olayları yeniden yapılandırmak için kullanılmıştır. Bu tür uygulamalar, modern adli mikrobiyoloji tanımı da temsil edebilir. Mikrobiyoloji ve adli bilim arasındaki ilişkiyle, özellikle de cezai ve adli ölüm soruşturmalarıyla arasındaki ilişki çözülebilecektir (Şekil 1). Birçok yönden mikroorganizmalar ideal bir fiziksel kanıt biçimidir. Neredeyse her yerde bulunabilirler ve her yaşam alanında bulunurlar. Böylece, adli soruşturma kapsamında her olay yerinden mikroorganizma toplanabilir, ancak tüm mikroorganizmalar her yerde değildir; pek çok eser delil formu gibi, böceklerin, kuşların ve sürüngenlerin tercih edilen bir habitat aralığına sahip olması gibi, bazı mikroplar da tercih edilen bir habitata sahip oldukları için yalnızca belirli yerlerde bulunur. Mikroorganizmaların bir diğer değerli özelliği, birçoğunun kendilerini zorlu koşullarda hayatta kalmak için tasarlanmış, hayatta kalma ve keşif olasılıklarını artıran oldukça dayanıklı bir yapıya dönüştürebilmeleridir. Tüm bu özellikler göz önüne alındığında, mikroorganizmaların adli bilimin ilk günlerinden beri, özellikle ölüm nedenini belirlemek için fiziksel kanıt olarak kullanılması şaşırtıcı değildir. Adli mikrobiyoloji, adli tıp ölüm soruşturması (Caplan ve Koontz, 2001) biyoterörizm (Budowle ve ark., 2011) ve ürün orijinalliği dahil olmak üzere adli bilimin çeşitli alanlarıyla ilgili heyecan verici bir disiplin haline gelmiştir (Brzezinski ve Craft, 2012). Mikroorganizmalar muhtemelen gelecekte fiziksel kanıt

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

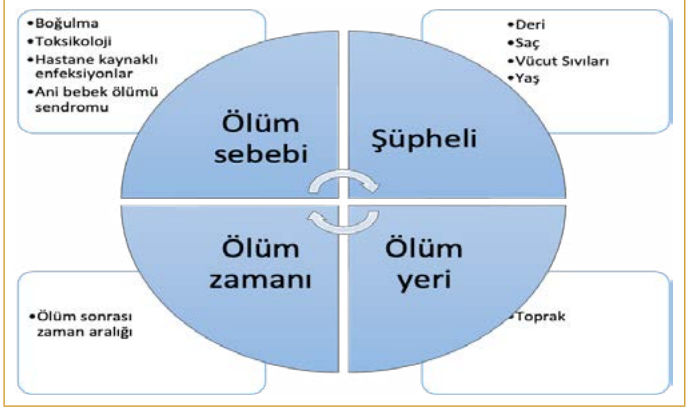
Filiz Ekim Çevik[1]
Hüseyin Çakan[2]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
[2] Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı, Çanakkale, Türkiye
E-posta: filiz.cevik@iuc.edu.tr
drhuseyincakan@gmail.com

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Çevik, F. E., Çakan, H. (2024). Adli mikrobiyoloji. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 223-231). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

olarak daha büyük bir rol oynayacaktır (Carter DO ve ark, 2017).

Şekil 1
Cezai ve hukuki soruları cevaplamak için Adli Mikrobiyoloji uygulamaları (i) ölüm sebebini belirleme; (ii) ölüm zamanının belirlenmesi; (iii) ölüm yerinin belirlenmesi; (iv) şüphelilerin belirlenmesi



Biyosuç ve Biyoterör

Biyoterörizm, insanlarda, hayvanlarda veya bitkilerde hastalığa veya ölüme neden olmak için virüslerin, bakterilerin, toksinlerin veya diğer zararlı ajanların kasıtlı olarak salınmasıdır(https://www.interpol.int/Crimes/Terrorism/Bioterrorism). Sivil bir nüfusu korkutmak veya yönetimi manipüle etmek için insan nüfusu veya gıda ürünleri ve çiftlik hayvanları arasında hastalık veya ölüme neden olmak için biyolojik ajanların (yani virüsler, bakteriler, mantarlar veya bunların toksinleri) kasıtlı olarak salıverilmesi veya salıverilme tehdidi̇dir (Centres for Diseases Control and Prevention. Emergency Preparedness and Response: Bioterrorism Overview, 2021). Biyosuç, belirli bir bireyi veya sınırlı bir grup bireyi öldürmek, zayıflatmak veya paniğe neden olmak için mikrobiyal bir ajanın veya toksinin kullanılması olarak tanımlanabilir (Jansen ve ark., 2014; Pavlin, 1999). Mikroorganizmaların silah olarak kullanılması her ne kadar yüzyıllar öncesine dayanıyor olsa da 2001 yılında ABD'de posta sistemi kullanılarak *B. anthracis* sporları içeren mektupların değişik adreslere gönderilerek saldırılması sonrası büyük etki yaratmıştır(Jernigan ve ark. 2002). Bir biyoterör saldırısında kullanılabilecek biyolojik ajanların sayısı azdır. Ancak yayılması durumunda kontrol altına almasındaki zorluklardan dolayı halk sağlığını büyük ölçüde etkileyebilir (Kortepeter ve Parker, 1999). Aslına bakılırsa bulaşıcılığı yüksek, kolay üretilebilen, aşı ve tedavisi olan hemen hemen tüm mikroorganizmalar biyoterör amaçlı kullanılabilir. Kritik biyolojik ajanlar ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi tarafından kullanılabilirliği, üretim ve yayılım kolaylığı, halk üzerindeki panik ve sosyal kargaşa etkisi, halk sağlığına etki potansiyeli ve ölüm sayısının şiddeti gibi olasılıklara dayanılarak üç grupta kategorize edilmiştir (Sirekbasan ve ark. 2020). Kategori A içerisinde yer alan biyolojik ajanların bazıları insanlık tarihi boyunca salgınlara yol açarak kitlesel ölümlere neden olmuştur(Wren,2005). Günümüzde A kategorisinde yer alan bakterilerin neden olduğu doğal infeksiyonlar nadir olarak görülmektedir. B kategorisinde yer alan biyolojik ajanların yayılma potansiyeli yüksektir fakat A kategorisindekilere göre daha az hastalığa ve daha az ölüme neden olurlar. Bu grupta yer alan patojenler yiyecek veya su kaynaklarını kirletmek için kullanılabilir. Kategori C'de yer alan biyolojik ajanların sebep olabileceği hastalıkların tespiti, tanısı, tedavisi ve önlenmesi noktasında sürekli araştırma yapmak ve hazırlıklı olmak gerekir (Anonymous,2000).

Suçlular genellikle biyolojik ajanları (yani virüs, bakteri veya bakteriyel toksin) geleneksel silahlara çekici bir alternatif olarak görürler. Halk sağlığı perspektifinden bakıldığında, zamanında sürveyans, biyoterörizmden kaynaklanan sendromların farkındalığı, epidemiyolojik araştırma kapasitesi, laboratuvar teşhis kapasitesi ve medya aracılığıyla kamu iletişimini yönetmek için bilinmesi gereken bir temelde kritik bilgileri hızlı bir şekilde iletme yeteneği hayati önem taşımaktadır.

Postmortem (Ölüm Sonrası) Mikrobiyoloji

Postmortem mikrobiyoloji, ölüm şeklini ve nedenini belirlemeye yardımcı olduğu için adli tıp ve adli patolojide önemli bir araçtır (Caplan ve Koontz, 2001; Fernandez-Rodriguez ve ark. 2013; Fernandez-Rodriguez ve ark. 2015). Kullanımının üç ana endikasyonu şunlardır: i) klinik olarak şüphelenilen ancak doğrulanmamış ante-mortem enfeksiyon; ii) otopside enfeksiyon belirtileri; iii) ani beklenmedik ölüm gibi zor senaryolarda standart bir protokolün parçası olmak.

Kavramsal olarak, ölüm sonrası kan ve/veya doku kültürleri almanın iki temel nedeni vardır: (i) etiyolojik ajanın önceden teşhis edilmemiş bir enfeksiyonun nedeni olarak tanımlanması ve (ii) ölüm öncesi tanının doğrulanması. Bazen, ölüm sonrası kültür, ölüm nedeni olarak bulaşıcı bir hastalığın tanısını koymada çok değerli olabilir (Hanterdsith ve ark. 2013). Bazı durumlarda, bir enfeksiyon yalnızca organların ölüm sonrası muayenesi sırasında keşfedilebilir, örneğin endokarditte kalp kapakçığı vejetasyonları. Bu gibi durumlarda, kontaminasyon sorunları nedeniyle gerçek dokunun kültürleri uygun değildir ve otopsinin başlangıcında alınan kan kültürleri, enfeksiyonun kesin etiyolojisini belirlemek için çok değerli olabilir. Diğer durumlarda, ölüm sonrası kan ve doku kültürleri, halihazırda şüphelenilen veya bilinen bir ölüm öncesi bulaşıcı hastalık sürecinin kapsamı ve ciddiyeti hakkında ek bilgi sağlayabilir, ancak bu, hastanın hızlı bir şekilde güçten düşmesi ve ölümüyle sonuçlanır (Thorn ve ark. 2010; Tajiri ve ark. 2012). Ani, şüpheli veya açıkça suç teşkil eden herhangi bir ölüm, adli makam tarafından araştırılmalı ve tam bir otopsi yapılmalıdır. Menşei belirsiz veya şüpheli ölümlerde, bir enfeksiyonun, ölüm nedeni veya katkıda bulunan faktör olarak teyit edilmesi veya hariç tutulması, adli makamın soruşturmasını yönlendirmeye yardımcı olur.

Postmortem meydana gelen mikrobiyal değişikliklerin niteliği hala tam olarak anlaşılabilmiş değildir. Bağışıklık sistemi, sağlıklı bir insan vücudunda organ ve dokulardaki mikrobiyal kolonizasyonunu önlerken; ölümden sonra, bağışıklık sistemi ve fiziksel engellerdeki bozulmaya bağlı mikroorganizmal yayılım başlar(Alan ve Sarah, 2012; Javan ve ark. 2016). Ölüm sonrası elde edilen numunelerde bakteri üremesi durumunda; gerçek pozitiflik, agonal yayılma, postmortem translokasyon veya kontaminasyon olarak nitelendirilebilen durumların ayrımının yapılması gerekir (Morris ve ark. 2006). Agonal yayılma, ölüm öncesi veya resüsitasyon girişimleri sırasında oluşan ve mukozal yüzeylerde indüklenen iskemik hasarın bir sonucu olarak ortaya çıkan istilalar olarak adlandırılır. Ölümden sonra mukozal yüzeyden kana ve iç organlara doğru oluşan bakteriyel göç, postmortem translokasyon olarak adlandırılırken, kontaminasyon; steril olmayan aletler

kullanılarak örnek elde edilmesine veya steril olmayan ortamlarda çalışıldığında numune bulaşına karşılık gelir. Antemortem bakteri istilasının, postmortem translokasyonun ve kontaminasyonun oluşumuyla ilgili genel bir fikir birliği olsa da, "agonal yayılımın" somut herhangi bir kanıt bulunmamasından dolayı teorik bir kavram olduğu düşünülmektedir (Morris ve ark. 2007; Riedel, 2014; Gündoğmuş ve ark., 2020). Bir patojenin, dokularda üreyerek insan sağlığını etkilemesi ve bunun postmortem elde edilen örneklerde de gösterilmesi gerçek pozitif olarak adlandırılır. Bununla birlikte, bir patojenin izolasyonu her zaman mikrobiyal bir hastalığın teşhisinde tek başına yeterli olmaz, çünkü mikrobiyal etkileşim yaşamda doku hasarı ve inflamatuar yanıt olmadan da ortaya çıkabilir. Ölümden sonra izole edilen bir mikroorganizmanın etiyolojik ajan veya en azından ölüme katkıda bulunan bir faktör olarak kabul edilebilmesi için hastalığın diğer komponentlerinin de değerlendirilmesi gerekir. Mikrobik bir izolatın postmortem floranın bir parçası mı, yoksa ölüme neden olan / katkıda bulunan bir patojen olarak bir hastalığın belirteci mi olduğunun ayrımını yapabilmek için makroskobik-mikroskobik bulgularla birlikte ayrıntılı bir klinik geçmiş gerekli olduğu gibi moleküler yöntemlerden de yararlanılabilir (Spagonolo ve ark.,2019; Palmiere ve ark, 2009; Uchiyama ve ark. 2012; Goldwater, 2011). Postmortem mikrobiyoloji hem klinik hem de adli otopsilerde faydalıdır ve şüpheli bir enfeksiyonun doğrulanmasını sağlar. Gerçekten de, adli tıp alanında ani ve beklenmedik ölümlerin yanı sıra klinik ortamda donör çalışmalarına rutin olarak uygulanmaktadır. Otopside belirli örnekleme tekniklerinin uygulanması, kontaminasyon olasılığını en aza indirerek sonuçların yorumlanmasını kolaylaştırabilir. Ölüm sonrası kültürler için özel yorumlama kriterleri, moleküler tanı kullanımı ve moleküler biyoloji ve histopatoloji ile füzyonu, otopside ölüm sonrası mikrobiyolojinin önemli bir rol oynamasına yol açmıştır. Mikrobiyologları, patologları ve adli tıp doktorlarını, adli bilimcileri içeren multidisipliner çalışma, ölüm sonrası mikrobiyolojinin başarılarını artırmaya, bulaşıcı hastalıkları önlemeye ve daha sağlıklı bir popülasyona katkıda bulunmaya yardımcı olacaktır.

Besin Zehirlenmeleri

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) gıda kaynaklı hastalıkları, zehirli maddelerin sebep verdiği veya doğrudan besin ya da sudan kaynaklanan herhangi bir enfeksiyon ya da hastalık olarak ifade etmiştir (Murray ve Evans,2003).

Gıda, üretim, işleme veya pişirme sırasında herhangi bir aşamada kontamine olabilir. Örneğin:

- Yiyecekleri iyice pişirmemek (özellikle et)
- 5^0C'nin altında soğutulması gereken yiyecekleri doğru şekilde saklamamak
- Pişmiş yiyecekleri sıcak sıcaklıklarda çok uzun süre bırakmak
- Önceden pişirilmiş yiyecekleri yeterince ısıtmamak
- Hasta olan veya elleri temiz olmayıp yiyeceğe dokunan biri
- Son kullanma" tarihini geçen yiyecekleri yemek
- Bakterilerin kontamine gıdalar arasında yayılması (çapraz bulaşma)

(https://www.nhsinform.scot/illnesses-and-conditions/infections-and-poisoning/food-poisoning)

Adli bilimler, gıda kalitesi sorunlarının ve gıda güvenliği konularının araştırılmasında da yer almaktadır. Firmalar, ürünlerinin kalite ve güvenliğini etkilemiş olabilecek sorunları tespit etmek, tüketici şikayetlerine veya rutin kalite kontrol testlerinde bulunan sorunlara yanıt vermek ve şirketin itibarını ve sorumluluğunu korumak gibi birçok nedenden dolayı gıda adli incelemeleri yaptırabilmektedir. Sorunlar, hammaddelerde ve bitmiş ürünlerde yabancı maddelerin ve kirleticilerin varlığını içerebilir; kötü kokular, kötü tatlar ve görünüm sorunları; mikrobiyal bozulma; gıda kaynaklı hastalık gibi. (https://www.ift.org/news-and-publications)

Gıda zehirlenmelerinin sıklığı, toplumun beslenme, sosyo-ekonomik düzeyi ve kültürel yapısı ile ilişkili olarak değişkenlik gösterir. Gıda zehirlenmesi; toksik etki gösteren bir besinin kendisinin veya mikroorganizma ya da toksini bulaşıklı halinin yenilmesiyle kişinin daha çok sindirim ve sinir sisteminde semptomlara yol açan, genellikle bakteri kaynaklı olup kimyasal, virüs ve parazit kaynaklı da gerçekleşebilen hastalık durumudur. Gıda zehirlenmeleri tüm dünyada, ancak özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha çok görülen, önemli bir halk sağlığı sorunudur. Çoğunlukla hafif seyretmesine rağmen, gıda zehirlenmesine sebep olan patojen ve konağın özellikleriyle ilgili etkenler hastalığın bazen daha ağır seyretmesine, hatta ölümcül olmasına yol açabilmektedir(Çakan ve ark., 2020).

Gıda zehirlenmeleri; cinayet, intihar ve kaza orijinli olduğundan kuşkulanılan ölümler gibi adli olgu olarak kabul edilir. Bir başka deyişle orijinine veya sonucuna bakılmaksızın zehirlenme şüphesi olan her vaka adliyeyi hem cezai hem de hukuki yönden ilgilendirir. Tümer ve ark.,2010; Urazel ve ark. 2014).

Adli olgu grubuna giren ve davalara konu olabilen vakaların çözülebilmesi, salgın olarak görülen hastalıkların kontrol altında tutulabilmesi ve zaman kaybetmeden tedaviye başlanabilmesi için; salgının etkeni olan patojenlerin tespit edilebilmesi gerekir. Hasta ve kontrol gruplarından ve yenilen gıdalardan, kullanılan ekipmanlardan uygun ve yeterli örnekler alınarak hızlı bir şekilde incelenmelidir (Çakan ve ark., 2020).

Antemortem (Ölüm Öncesi) Mikrobiyolojiye Hastane Enfeksiyonları Yönüyle Yaklaşım

Hastane kaynaklı enfeksiyonlar(HKE)(sağlık hizmetiyle ilişkili enfeksiyonlar), tipik olarak mevcut olmayan veya başvuru sırasında kuluçkada olabilen hastane kaynaklı enfeksiyonlardır. Bu enfeksiyonlar genellikle hastaneye yatıştan sonra bulaşır ve hastaneye yatıştan 48 saat sonra ortaya çıkar. Enfeksiyonlar, Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi'nin Ulusal Sağlık Güvenliği Ağı gibi kurumlar tarafından yakından izlenir. Bu sürveyans, HKE'yi önlemek ve hasta güvenliğini artırmak için yapılır. HKE enfeksiyonları, merkezi hatla ilişkili kan dolaşımı enfeksiyonlarını, kateterle ilişkili idrar yolu enfeksiyonlarını, cerrahi alan enfeksiyonlarını, Hastaneden Edinilmiş Pnömoniyi (HEP), Ventilatörle İlişkili Pnömoniyi ve *Clostridium difficile* enfeksiyonlarını içerir. Enfeksiyona neden olan semptomlar arasında öksürük, nefes darlığı, karın ağrısı, mental durum değişikliği, çarpıntı ve poliüri bulunur (Boev ve Kiss, 2017).

Hastane enfeksiyonları günümüzde giderek artan bir sağlık sorunu görünümündedir. Hastane kaynaklı enfeksiyon riski, ortamdaki enfeksiyon kontrol uygulamalarına, hastanın bağışıklık durumuna ve toplumdaki çeşitli patojenlerin yaygınlığına bağlıdır. Hastane enfeksiyonları için risk faktörleri arasında immünosupresyon,

ileri yaş, hastanede kalış süresi, altta yatan birden fazla komorbidite, sağlık tesislerine sık ziyaretler, mekanik ventilatör desteği, son invaziv prosedürler, kalıcı cihazlar ve yoğun bakım ünitesinde (YBÜ) kalma yer alır(Sydnor ve Perl,2011). Yoğun bakım Üniteleri (YBÜ) hastane enfeksiyonlarının en sık görüldüğü birimlerdir (Öztürk, 2008). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre hastaneye yatırılan 100 hastadan gelişmiş ülkelerde 7, gelişmekte olan ülkelerde 10 hastada en az bir hastane enfeksiyonu gelişmektedir. YBÜ yatışlarında ise 100 hastanın yaklaşık 30'unda hastane enfeksiyonu oluşmaktadır. Bu enfeksiyonlar; hastaların ölümü (mortalite), çeşitli sağlık sorunları (morbidite), yaşam kalitesinde bozulma, hastanede kalış süresinde belirgin uzama ve çok ciddi maddi kayıplara yol açmaktadır. Her hastane enfeksiyonu süreci kendi şartları içinde değerlendirmeyi gerektirir Aygün, 2020). Bir sağlık hizmeti ortamında patojenlerin bulaşması karmaşıktır ve sağlık çalışanları veya çevredeki kontamine ortam ile doğrudan temas yoluyla gerçekleşebilir. Birçok hastane, hastane kaynaklı enfeksiyonların oranını azaltmak için sağlam önleme stratejileri ile birlikte enfeksiyon izleme ve sürveyans sistemleri kurmuştur(-Habboush ve ark. 2021). Hastane kaynaklı enfeksiyonların etkisi, yalnızca bireysel hasta düzeyinde değil, aynı zamanda çoklu ilaca dirençli enfeksiyonlarla bağlantılı oldukları için toplum düzeyinde de görülmektedir. Hastane kaynaklı enfeksiyonlar ve çoklu ilaca dirençli enfeksiyonlar için risk faktörü taşıyan hastaların belirlenmesi bu enfeksiyonların önlenmesi ve en aza indirilmesinde oldukça önemlidir. Sağlık hizmetiyle ilişkili enfeksiyonların kalış süresini, sağlık bakım maliyetlerini ve mortaliteyi artırdığı bilinmektedir. Hastanede yatan hastalar için mortalite, morbidite, kalış süresi ve maliyetler açısından önemli bir yük oluşturmaktadır Petrelli ve ark.,2018; Suetens ve ark., 2018; Siracusa ve ark.,2017; Signorelli ve ark. 2017; Marani ve ark. 2016). Mikrobiyolojik yönden; mikrobiyolojik tanı olasılığını en üst düzeye çıkarmak için hasta ve personel örneklerinin işlenmesi, numunelerin uygun şekilde toplanması, taşınması ve işlenmesi için yönergeler geliştirmek, laboratuvar uygulamalarının uygun standartları karşılamasını sağlamak, personelde enfeksiyonları önlemek için güvenli laboratuvar uygulamalarının sağlanması, uluslararası kabul görmüş yöntemleri izleyerek antimikrobiyal duyarlılık testi yapmak ve direnç prevalansına ilişkin özet raporlar sağlamak, gerektiğinde sterilizasyon, dezenfeksiyon ve çevrenin izlenmesi, Sonuçların Enfeksiyon Kontrol Komitesine veya hijyen görevlisine zamanında iletilmesi, gerektiğinde hastane mikroorganizmalarının epidemiyolojik tiplendirilmesinin yapılması uygun olacaktır. Emory ve Gaynes, 1993). Hastane kaynaklı enfeksiyonların kapsamı, çok sayıda bilimsel ve yasal konuyu gün ışığına çıkarır (Siracusa, 2019). Hastane enfeksiyonu; sürecin beklenebilecek bir sonucu olarak ortaya çıkabileceği (komplikasyon) gibi standart tanı ve tedavi hizmetlerinin verilmemesi ya da hekime yaraşır profesyonel davranış biçimini sergilemediği durumlar (malpraktis) ile de gerçekleşebilir. Hastane enfeksiyonlarının karmaşık yapısı düşünüldüğünde bu süreci çözümlemek her zaman kolay olmamaktadır. En doğru yaklaşım her olgunun kendi koşulları içinde ayrı ayrı değerlendirilmesidir. Unutulmaması gereken temel konulardan birisi de bir beklenebilecek sonuç (komplikasyon); zamanında tanımlanmazsa, tanımlandığı halde gerekli girişimler yapılmazsa ya da girişimler tanımlanan standartları karşılayamıyorsa olay "malpraktis" olarak değerlendirilebilecektir. Hastane enfeksiyonlarını ve ölüm arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilecek bir yöntem otopsi uygulamalarıdır (Aygün, 2020).

Cinsel Suçlar

Cinsel şiddet, tıbbi, yasal ve psikolojik yönleri kapsayan sağlık üzerinde etkisi olan dünya çapında bir sorundur. Bu nedenle bu hastaların yönetimi multidisipliner olmalıdır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) cinsel şiddeti, herhangi bir kişi tarafından, herhangi bir cinsel eylem, cinsel eylem elde etme girişimi, istenmeyen cinsel yorumlar ya da bir kişinin cinselliğini zorlama yoluyla veya başka bir şekilde yönlendirmek için yapılan eylemler olarak tanımlar. Ev ve iş dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere herhangi bir ortamda mağdurla ilişkili olmalıdır (Krug ve ark.,2002). Cinsel saldırılar (CS'lar), diğer kişinin cinsel özgürlüğüne ve cinsel tazminatına yönelik, şiddet veya yıldırma yoluyla gerçekleştirilen her türlü saldırıyı içerir. CS'ya penisle vajinal, anal veya oral penetrasyon veya herhangi bir vücut parçasının (örneğin parmaklar) veya herhangi bir nesnenin vajinal veya anal yolla penetrasyonunu içerdiği durumlar ve buna tecavüz de dahildir. Kişinin rızası olmadan gerçekleştirilen her türlü saldırıyı da içerir (Ragpa ve ark. 2019).

Kadına yönelik şiddet, dünya çapında kadınların üçte birinden fazlası yaşamları boyunca fiziksel ve/veya cinsel şiddete maruz kaldığı için acil bir küresel sorundur (Devries ve diğerleri, 2013; Dünya Sağlık Örgütü, 2013). Yılda 66.000 kadın ve kız çocuğu, kadın oldukları için kadın cinayetlerine, yani kadın ve kız çocuklarının kasten öldürülmesine maruz kalmaktadır (Alvazzi Del Frate, 2011; United Nations, 2012; Dünya Sağlık Örgütü ve Pan Amerikan Sağlık Örgütü, 2012). Dikkat çekici bir şekilde, Avrupa'da rapor edilen tecavüz vakalarının sadece %25'i, genellikle kanıt sağlamanın zorluğundan dolayı mahkûmiyete yol açmaktadır (Lovett ve Kelly, 2009). Ayrıca, adli tıp uzmanları, çok sayıda tespit edilmemiş cinayetin yıllık ölüm istatistiklerinde doğal ölümler, intiharlar veya kazalar olarak yanlış sınıflandırıldığına inanmaktadır (Ferguson ve McKinley, 2019). En büyük engel, ölümle ilgili sebep ve şekil de dahil olmak üzere koşulları aydınlatmanın zorluğudur (Kaszubinski ve diğerleri, 2020b).

Özellikle cinsel suçlarda, vücut bölgesinde vücut sıvısı içeren karışık delil örneklerine sıklıkla rastlanmaktadır(Yao ve ark. 2021). Mağdurun vücut kısımlarında başka bir kişiye ait vücut sıvısının bulunması cinsel saldırıya işaret edebilir(An ve ark.,2012).Cinsel saldırı yaygın bir travma şeklidir. Cinsel istismar mağdurlarında; travma sonrası stres bozukluğu, düşük benlik saygısı, depresyon, sosyal fobi, obezite, cinsel problemler, fibromyalji ve cinsel yolla bulaşan birçok enfeksiyon gelişme riski yüksektir (Hösükler ve Erkol, 2020). Cinsel saldırı vakalarında insan DNA'sının yanısıra bakteri DNA'sı bozulmaya karşı daha dirençlidir ve bu nedenle bir yüzeyde kalıcılığı çok daha yüksektir (Kapoor, 2018). Adli amaçlarla yapılan bazı çalışmalarda vücut sıvısı örneklerinin kaynağının mikrobiyom belirteçleri kullanılarak belirlenebildiği bildirilmiştir (Hanssen ve ark. 2017; Yao ve ark. 2021). Ayrıca, benzersiz genetik ve çevresel faktörler mikrobiyomun şekillenmesine katkıda bulunduğundan, mikrobiyomun bileşimi konakçı bireye özgü olma potansiyeline sahiptir (Schmedes ve ark. 2017). Cinsel saldırı veya istismar sonrası mağdurlar akut dönemde adli makamlara ve ilgili sağlık kuruluşlarına gelebilecekleri gibi, tekrarlayıcı istismardan günler, haftalar ve hatta yıllar sonra dahi başvurabilirler. Özellikle çocuk ve ergenlerde istismar sonrası hiçbir lezyon olmayabilir ve mevcut olan hymenal ve hymenal olmayan lezyonlar da çok hızlı bir şekilde, iz bırakmadan iyileşebilir.Bu popülasyonda pozitif bir cinsel yolla bulaşan enfeksiyon (CYBE) testi, cinsel istismarın ilk ve tek göstergesi olabilir (Hösükler ve Erkol, 2020).

Toprak Mikrobiyolojisi

Çevresel matrisler (su, toprak ve hava), boyutları birkaç milimetreden 100 nm'ye kadar değişen mikroorganizmaların, canlıların varlığı ile karakterize edilir. Bu biyolojik bileşen nadiren tek tür popülasyonları olarak organize edilir, ancak belirli biyoçeşitliliğe sahip mikrobiyolojik grupların bir ağı olarak tanımlanabilir ve besinler için hiç bitmeyen bir mücadelede birbirleriyle etkileşime girer (Braga ve ark. 2016). Bu biyolojik etkileşimler, spesifik viral partiküllere ek olarak (zorunlu hücre içi parazitler olarak) bakteri, protozoa, mantar, bitki/alg ve metazoa içerir. Sadece bakteriler göz önüne alındığında, birkaç gram toprağın on binlerce farklı türü barındırdığı tahmin edilmektedir (Mauchline ve Malone, 2017). Adli toprak mikrobiyal alanı mikropları tanımlamak ve bunların bolluklarını, karmaşıklıklarını ve toprak ve çevredeki nesnelerle etkileşimlerini belirlemek için çeşitli disiplinlerde yaygın olarak kullanılan teknikleri uygulamaktadır. Toprak, bölgeye özgüllüğü gösteren belirli fiziksel ve kimyasal özellikleri yansıtabilen benzersiz mikroorganizmaları barındırabilir. Bu tekniklerin bazılarının adli toprak mikrobiyal alanındaki uygulamaları hala erken aşamada olsa da, mikroorganizmaların adli incelemelerde nasıl daha sağlam bir şekilde kullanılabileceğiyle ilgilenmektedir. Adli toprak mikrobiyal bilimi, mikroorganizmaların adli araştırmalara nasıl uygulanabileceğinin incelenmesi olarak tanımlanabilir (Alan ve Sarah, 2012). Mikroorganizmlar, toprağın tartışmasız önemli bir bileşenidir, çünkü bir yemek kaşığı toprağın yaklaşık %90'ı ekilemez olan 109 mikrop içerdiği tahmin edilmektedir (Zala, 2007). Bu ekilemeyen mikropların yüksek yüzdesi, toprağı dünyadaki en karmaşık ekosistemlerden biri yapar, ancak bu aynı zamanda gelişen adli toprak mikrobiyal alanında da önemli bir özelliktir. Toprak, kara yüzeyinde oluşan ve belirli bir alanı veya alanı kaplayan katılar (mineraller ve organik maddeler), sıvılar, gazlar ve mikroplardan oluşan doğal bir cisim olarak tanımlanabilir. Zamanla değişime uğramış katmanlarla karakterizedir. Toprak sürekli olarak değişmekte ve sıcaklık, yağış, pH, makro ve mikroorganizmalar gibi sahaya özgü bile olabilen faktörlerden etkilenmektedir (Birkeland, 1999). Toprağın bu fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri, toprağı karakterize etmek ve ayırt etmek için esastır ve adli araştırmalarda ve toprak mikrobiyal araştırmaları adli bilimler alanında önemlidir. Mikrobiyal genetik incelemelerin yeni teknolojilerle zenginleşmesi adli bilimler alanında yapaılan çalışmalara toprak örneklerinde mikrobiyal tür profilleme çalışmalarında katkı ve ilerleme sağlamaktadır.

Mikrobiyal Genetik

Mikroskobik canlıların keşfinden bu yana, mikroorganizmaların ayırt edilmesi ve tanımlanması için protokollerin geliştirilmesine yönelik yoğun bir teknolojik çaba harcanmıştır. Boyama yöntemlerinin (ve sıvı/katı yetiştirme ortamlarının) kullanılması, mikrobiyal taksonominin ortaya çıkmasına ve biyoçeşitlilik üzerine daha karmaşık düşüncelerin ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. 20. yüzyılın sonunda, nükleik asit tekniklerinin gelişmesiyle birlikte, bilim adamları, DNA dizilerinin hizalanması yoluyla türler arasındaki benzerlik derecesini ölçebildiler. Ek olarak, her bir örneğin mikrobiyal karmaşıklığının analizine yönelik biyoinformatik yazılımlar ortaya çıkmıştır (Weissenbach,2016). Mikrobiyal profillemedeki son gelişmeler, her bireyin karmaşık mikrobiyal topluluklara ev sahipliği yaptığını ortaya çıkarmıştır. Bu topluluklar, insan vücudunun tüm yüzeylerinde (örneğin, orogastrointestinal sistem, solunum yolu, ürogenital sistem, cilt) yaşar ve mikrobiyomu oluşturan mikrobiyal DNA imzalarıyla toplu olarak insan mikrobiyotasını temsil eder (Ursell ve ark., 2012). Son araştırmalar, mikrobiyomun adli vaka çalışmalarına büyük ölçüde yardımcı olabileceğini düşündürmektedir (Clarke ve diğerleri, 2017;Bishop, 2019).

Mikrobiyal flora; bireysel olarak, vücuttaki yerine göre, yaşa göre, coğrafi konum, kişinin sağlık durumu, beslenme ve kişinin tipine göre farklılık gösteren mekansal ve geçici bir karmaşıklığa sahiptir. Hatta aynı birey içinde mikrobiyal floranın kompozisyonu; diyet(beslenme), stres, cinsel yaşam tarzı, ilaç, hormonal değişiklikler ve diğer ilişkili olduğu faktörlerdeki değişikliklere göre değişebilmektedir. Mikroorganizmaların mekansal ve zamansal çeşitliliği oldukça büyüktür: tüm vücut bölgelerinde, bütün mikroorganizmalar yoktur, bazı mikrobiyal topluluklar belirli vücut kısımlarında kolonileşmez. Mikrobiyal toplulukların endojen bileşimi (yani konağın sağlık ve hastalık durumları) ve eksojen bileşimi ise (örneğin, sıcaklık, nem ilaç ve antibiyotik kullanımı ve diyet faktörleridir. Bu faktörlerin mikrobiyal bir marker olarak hizmet etme potansiyelinin mevcudiyeti oldukça ilgi çekmektedir. Bu değişiklikler dinamik de olsa genellikle yüksek oranda tahmin edilebilmektedir. DNA tabanlı tekniklerin ortaya çıkmasından önce, 1980'lerin sonlarında, antijenik ve / veya antimikrobiyal direnç profilleri ile ilişkilendirilen mikroorganizma tespiti ve tayin edilmesi için mevcut araçlar belirlenmiştir. Bu yöntemler sadece cins ve / veya tür seviyelerinde (kültür teknikleri kullanarak) tanımlanabilmekteydi.21 Daha sonra, geleneksel fenotipik yöntemler, nükleik asit bazlı moleküler yöntemler (örneğin, DNA parmak izi, bütün genom dizileme ve mikroarray analizi) ile desteklenmiştir (Budowle ve ark., 2005; Pattnaik ve ark. 2008; Çevik ve ark. 2020).

2000'lerin başlarında ise, büyük çaplı paralel dizileme (MPS) teknolojisi, yeni nesil dizileme (YND) veya yüksek verimli dizileme (High-throughput sequencing-HTS) ile ilişkilendirilmekteydi. Herhangi bir çevresel örnekte var olan tüm mikrobiyolojik genomların (mikrobiyom) rastgele dizilenmesi sonucunda ortamın mikrobiyolojik çeşitliliğini ortaya çıkarmak mümkün olabilmektedir. Bu çalışmalar çevresel ortamda hangi mikroorganizmaların ne miktarda olduğu hakkında fikir verdiği gibi, daha önce bilinmeyen veya çok az bilinen, sadece kendi doğal ortamında büyüyen ama kültür ortamında büyümeyen bakteriler hakkında da bilgi verebilmektedir. Bir mikroorganizmanın (virüsler, bakteriler veya mantarlar) bütün genomunun (WGS) dizilimini veya belirli bir kişiden veya çevreden (metagenomik) toplanan karmaşık numunede bulunan tüm mikrobiyal türlerin dizilimi bu yöntemlerle ve farklı gelişmelerle birlikte uygulamaktadır (Schmedes, 2016; Çevik ve ark., 2020). Bu nedenle, hali hazırda, adli bilimler çok sayıda yenilikçi teknolojik atılımlara ve moleküler gelişmelere ulaşarak genişlemektedir. Adli mikrobiyal uygulamalar, kanıtları analiz etmeye yarayan bilimsel bir disiplindir. Moleküler tekniklerin ortaya çıkmasıyla, vakaları daha kolay ve nispeten daha kısa sürede çözmek artık mümkün olmaktadır. Benzer suçlar arasındaki moleküler varyasyonlar, belirli bir numunenin kökeni belirlemeye yardımcı olabilmektedir. Bu yüzden mikrobiyal ajanlar, bir suçta yer alan insan konağının coğrafi tanımlamasına yardımcı olabilmektedir ve bu da soruşturma prosedürlerinin daraltılmasına yardımcı olabilmektedir (Çevik ve ark., 2018; Grice ve ark. 2011).

Mikrobiyal adli genetik kanıtlar ayrıca soy temelli bir yaklaşım kullanılarak da analiz edilebilmektedir. Başka bir deyişle,

mikroorganizmalarla dizi benzerliği ve/veya genotipik eşleşme, aynı zamanda, özdeşlikle ortak soyları da ortaya çıkarabilmektedir. Adli mikrobiyal genetik uygulamaların adli tıpta yeni ama etkili bir alan olduğu açıktır. İnsan mikrobiyomu, kopya sayısı yüksek bir genetik işaretleyici

sağlamaktadır ve belki de insan kimliklendirmesi için genetik araştırmalarda alternatif ve hassas hedefler sunabilecektir (Woernera ve ark., 2019).

İş Sağlığı ve Güvenliği

"İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu"nun temel amacı işyerlerinde sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi adına gerekli sorumlulukları düzenlemektir (Garbioğlu ve ark. 2020). Çalışma ortamının güvenlik değerlendirmesi, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve psikososyal tehlikelerin tanımlanmasını gerektirir (Rosenstock ve ark. 2006). Bunların arasında, çalışma sahalarını doldurabilen mikroorganizmaların karmaşıklığı nedeniyle biyolojik tehlike özel bir noktadadır. Hem mikrobiyolojik biyolojik çeşitliliğin derecesi hem de tekil türlerin konsantrasyonu, güvenlik değerlendirmesi sırasında dikkate alınması gereken iki değişkendir. Çoklu biyolojik ajanlar arasındaki etkileşimlerin karmaşıklığı, insan sağlığını ve refahını koşullandırmada çok önemli bir rol oynayabilir (Nevalainen, 2015).

Sağlıklı kişilerde hastalığa neden olmayan mikroorganizmalar ile çalışırken önerilen biyogüvenlik uygulamaları BGD-1(Biyogüvenlik Düzeyleri), ağız yoluyla, perkütan ya da mukoza teması ile hastalığa neden olan patojenlerle çalışırken önerilen biyogüvenlik uygulamaları BGD-2, çoğunlukla aerosol yol

ile bulaşan, topluma yayılma potansiyeline sahip, ölümcül olabilen enfeksiyon ajanları ile çalışırken önerilen biyogüvenlik uygulamaları BGD-3, yaşamı tehdit eden, hastalık riski yüksek olan, etkin korunma ve tedavisi olmayan ölümcül enfeksiyonlara neden olabilen etkenler ile çalışırken önerilen biyogüvenlik uygulamaları BGD-4 olarak sınıflandırılmaktadır (Garbioğlu ve ark. 2020).

İş yeri hekimliğinde önleyici prosedürlerin oluşturulabilmesi için etkili bir risk değerlendirmesi çok önemlidir. Özellikle havadan iletim için standart izleme prosedürleri, "enfeksiyon eşiklerinin" tanımıyla birlikte tek tip bir mikrobiyolojik risk değerlendirmesi için oldukça önemsenmektedir. Çeşitli çalışma ortamlarında bakteri, mantar ve diğer mikroorganizmaları içeren biyolojik bir karışım olan organik tozun varlığı ciddi alerjik hastalıkların gelişmesine yol açabilir (Di Stefano ve ark. 2007). Aynı zamanda, atık çalışanları (sağlık personeli ile birlikte), sınırlı alanlarda yüksek konsantrasyonda bulunan bulaşıcı hastalıkların etiyolojik ajanlarına maruz kalmaktadır ve biyolojik risk yönetimi için özel protokollere ihtiyaç duymaktadır (Udasin,2000). Bulaşıcı hastalıklar kişiden kişiye doğrudan veya dolaylı temas yoluyla bulaşır. Dolaylı bulaşma, vektörler (ör. sivrisinekler) veya taşıtlar (ör. su) gerektirir ve çevresel sanitizasyon prosedürlerinin uygulanmasına ve/veya kişisel koruyucu ekipmanların benimsenmesine kadar tamamlanan biyolojik biyoçeşitlilik hakkında yeterli bilgi ile etkin bir şekilde yönetilebilir. Sterilizasyon eylemleri, çevre kalitesinin değerlendirilmesine yönelik protokollere sıkı sıkıya bağlıdır. Özellikle insanların zamanlarının %90'ından fazlasını kapalı ortamlarda geçirdikleri ve hava kirliliğinin "Hasta Bina Sendromu"nu karakterize eden çok sayıda nonspesifik semptomun etyopatogenezinde rol oynayabileceği düşünüldüğünde, iç hava kalitesi, iş sağlığında önemli bir araç olarak kabul edilmektedir (Pitarma, 2017).

Çeşitli çalışma ortamlarında bakteri, mantar ve diğer mikroorganizmaları içeren biyolojik bir karışım olan organik tozun varlığı ciddi alerjik hastalıkların gelişmesine yol açabilir (Di Stefano ve ark. 2007). Aynı zamanda, atık çalışanları (sağlık personeli ile birlikte), sınırlı alanlarda yüksek konsantrasyonda bulunan bulaşıcı hastalıkların etiyolojik ajanlarına maruz kalmaktadır ve biyolojik risk yönetimi için özel protokollere ihtiyaç duymaktadır (Udasin,2000). Mikrobiyal kontaminasyonun değerlendirilmesi için hava örnekleme prosedürleri son birkaç on yılda geliştirilmiştir(Ghosh ve ark. 2015). İç mekan bakteri toplulukları ve konsantrasyonları dış ortamdan, ayrıca insan faaliyetleri ve farklı ekosistemlerle etkileşimleri yoluyla da etkilenir. Genel olarak, mikrobiyolojik hava örnekleme protokolleri, büyüyen bir ortamda tespit edilen canlı bakteri veya mantarların hava hacmi başına toplam sayısını tespit etmeyi amaçlar. Bu tür bir yaklaşım standartlaştırılmış ve çalışma ortamları için kılavuzlarda tanımlanmış olsa da, tespit edilen mikroorganizmalar hakkında özel bilgi sağlamaz (Napoli ve ark. 2012). Kültüre dayalı yöntemlerin ekilemeyen mikroorganizmaları tanımlayamayacağını ve birçok durumda hangi mikrobiyal bileşenlerin değerlendirilmesi gerektiğinin tam olarak anlaşılmadığını hatırlamak da önemlidir (Eduard ve ark.,1998) Son zamanlarda, havadaki bakteri ve mantar topluluklarının karmaşıklığının analizinin önemi vurgulanmakta ve tür tanımlaması için yeni moleküler araçlar ortaya çıkmaktadır (Oppliger ve ark., 2011). PCR amplifikasyonu ve DNA dizilimi yoluyla mikrobiyal analiz, yüksek hassasiyet ve özgüllük ile karakterize edilir. Bu, özellikle farklı taksonlara ait mantarların solunduğunda aynı bağışıklık tepkisini indüklemediği veya patojenik ve alerjenik mantarların varlığının belirlenmesinin çok önemli olduğu düşünüldüğünde önemlidir (Dillon ve ark. 2007).

Nanoteknoloji ve Değerlendirme

Nanoteknoloji, Mikrobiyolojinin çeşitli alanlarını etkilemektedir. Önümüzdeki birkaç yıl boyunca, dünya çapındaki Nano malzeme pazarının, büyümesi beklenmektedir. Fizik, biyoloji ve kimya gibi farklı bilim alanlarının entegrasyonu, çok çeşitli Nanomalzemelerin üretilmesiyle sonuçlanmıştır (Correa ve ark., 2014). Birçok biyolojik görevi olan Nano boyutlu moleküllerin uyumu nedeniyle ortaya çıkan yeni bir biyolojik alandır. Mikrobiyoloji ve Nanoteknoloji disiplinleri, insan refahı ve çevresel ve ekolojik dengenin korunması için geniş kapsamlı yeni çözümlerle bilim ve teknoloji dünyasını güçlendirmiştir. Nano kompozitlerin doğa dostu yaklaşımları nedeniyle gıda bilimi de dahil olmak üzere çeşitli alanlarda devrim yarattığı kabul edilmektedir ve gıda koruma ve güvenliğinde yüksek öncelik kazanmıştır (Karthik ve ark., 2021). Nanoteknolojinin bakteri, virüs, mantar vb. gibi pek çok fito-patojene karşı antimikrobiyal aktiviteler gibi birçok biyolojik yönü vardır.

Enfeksiyon, doğum şekli, antibiyotik ilaç kullanımı, beslenmenin doğası, çevresel stres faktörleri ve konak genetiği dahil olmak üzere birçok faktör yaşamın erken dönemlerinde mikrobiyota kompozisyonunu etkileyebilir. Yaşamın diğer ucunda, mikrobiyal çeşitlilik yaşlanmayla birlikte azalır. Özellikle stres, yaşamın her aşamasında mikrobiyota-bağırsak-beyin eksenini önemli ölçüde etkileyebilir. Bu eksenin altında yatan mekanizmaları anlamaya odaklanmak ve nöropsikiyatrik bozukluklar ve daha birçok

hastalık için mikrobiyal temelli müdahale ve terapötik stratejileri aydınlatmaya çalışılabilecektir. Patojenik mikroorganizmalar, çeşitli gıda ve su kaynaklı hastalıkların doğrudan nedenidir. Nedensel ajanın yüksek verimli tespiti, bu hastalıkların topluma hızlı ve geniş bir şekilde yayılmasını önlemenin anahtarıdır. Ayırt edici fizikokimyasal özellikler ve biyolojik kökenli dahil olmak üzere diğer moleküllerle konjuge olma yeteneği, nanomalzemeleri yeni teşhislerin geliştirilmesi veya önceden var olan yöntemlerin duyarlılığının iyileştirilmesi için olağanüstü bir aday haline getirmektedir. Nanoteknoloji tabanlı algılama teknikleri, karmaşık deneysel kurulumlardan yoksun, yerinde ve düşük kaynaklı düzenlemeler için çok uygundur. Bu anlamda adli mikrobiyoloji yeni alanlarla da bir arada çalışarak geleneksel adli soruşturma yöntemlerini güçlendirmek ve ilgili bilgi boşluklarını doldurmak için umut verici bir araçtır. Büyük ölçekli mikrobiyom çalışmaları, mikrobiyal parmak izinin kanıtı, orijin takibi, coğrafi konum ve ölüm koşulları gibi alanlarda adli bilimlere yardımcı olabileceğini göstermektedir. Yaşam sırasında (örn., yaşam tarzı ve sağlık durumu) ve ölümden sonra (örn., çevresel etkiler ve ölüm sonrası aralık) adli vakaları güçlendirmek için değerli tamamlayıcı veriler sağlayabilir. Tüm bu bilgiler ışığında hayatımızın her alanında yer alan mikroorganizmaların insan mikrobiyom projesinin de çalışmalara hız katmasıyla kendine farklı disiplinlerde yer bulması yönüyle de önemlidir. Yakın gelecekte adli tıp ve adli bilimler alanında da yapılan çalışmalarla adli mikrobiyolojinin birçok delil niteliği açısından daha da önem kazanacağı kanaatindeyiz.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Alan G, Sarah JP. 2012. Microbes as forensic indicators, Trop. *Biomed. 29*(3):311-30.

Alvazzi del Frate, Anna. 2011. 'When the Victim Is a Woman.' In Geneva Declaration Secretariat, pp. 113–144.

An, JH., Shin, KJ., Yang, WI., Lee, HY. 2012. *Body fluid identification in forensics, BMB Rep. 45* (10) 545-553. [Crossref]

Anonymous. 2000. Biological and chemical terrorism: strategic plan for preparedness and response. Recommendations of the CDC Strategic Planning Workgroup. *MMWR Recomm Rep. 49*(RR-4):1-14.

Aygün G. 2020. Hastane enfeksiyonlarına adli tıp yaklaşımı. Gündoğmuş ÜN, editör. Adli Mikrobiyoloji. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri;. p.26-31.

Bishop, AH. 2019. The signatures of microorganisms and of human and environmental biomes can now be used to provide evidence in legal cases. *FEMS Microbiol.* Lett. 366. [Crossref]

Boev C, Kiss E. 2017. Hospital-Acquired Infections: Current Trends and Prevention. *Crit Care Nurs Clin North Am. 29*(1):51-65. [Crossref]

Braga, RM. Dourado, MN., Araújo. WL. 2016. Microbial interactions: *ecology in a molecular perspective Braz. J. Microbiol., 47* (Suppl 1). pp. 86-98 [Crossref]

Brzezinski JL and Craft DL. 2012. Characterization of Microorganisms Isolated from Counterfeit Toothpaste,*Journal of Forensic Sciences*. [Crossref]

Budowle B, Johnson MD, Fraser CM, Leighton TJ, Murch RS, Chakraborty R Genetic analysis and attribution of microbial forensics evidence. *Crit Rev Microbiol. 2005; 31*(4):233-54. [Crossref]

Budowle, B., Schutzer, S.E., Breeze, R.G. et al. (eds). 2011. Microbial Forensics, 2nd edn, Academic Press, Burlington.

A primer on microbiology First Edition. Caplan, MJ. ve Koontz, FP. 2001. Cumitech Postmortem Microbiology, American Society for Microbiology Press, Washington, DC.

Carter DO., Junkins, EN, ve Kodama WA. 2017. Forensic Microbiology içinde Editörler; David O. Carter, Jeffery K. Tomberlin, M. Eric Benbow and Jessica L. Metcalf. John Wiley & Sons Ltd. Published. [Crossref]

Centres for Diseases Control and Prevention. Emergency Preparedness and Response: Bioterrorism Overview. 2021. Erişim linki: http://www.bt.cdc.gov/bioterrorism/overview.asp.

Clarke, TH., Gomez, A., Singh, H., Nelson, KE., and Brinkac, LM. 2017. Integrating the microbiome as a resource in the forensics toolkit. *Forensic Sci. Int. Genet. 30*, 141-147. [Crossref]

Correa, DS., Medeiros, ES., Oliveira, JE., Paterno, LG., and Mattoso, LHC. 2014. Nanostructured Conjugated Polymers in Chemical Sensors: Synthesis, Properties and Applications. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology. 14*(9): 6509-6527. [Crossref]

Çakan H, Sirekbasan S. 2020. Adli bilimlerde gıda zehirlenmeleri. Gündoğmuş ÜN, editör. Adli Mikrobiyoloji. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; p.19-25.

Çevik FE, Çakan H. Adli mikrobiyal genetik. Gündoğmuş ÜN, editör. *Adli Mikrobiyoloji*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2020. p.32-8.

Çevik, FE., Güngör, BH., Çakan, H. 2018. *Adli Bilimlerde İnsan Mikrobiyomu: Güncel Yaklaşımlar*. Akademisyen Yayınevi.

Devries, K. M., Mak, J. Y. T., García-Moreno, C., Petzold, M., Child, J. C., Falder, G., et al. 2013. The global prevalence of intimate partner violence against women. *Science 340*, 1527-1528. [Crossref]

Di Stefano, F., Di Giampaolo, L., Verna, N., Di Gioacchino, M. 2007. Respiratory allergy in agriculture Eur. Ann. Allergy Clin. I*mmunol., 39*. pp. 89-100.

Dillon, HK. Boling, DK., Miller, JD. 2007. Comparison of detection methods for Aspergillus fumigatus in environmental air samples in an occupational environment. *J. Occup. Environ. Hyg., 4.* pp. 509-513. [Crossref]

Eduard, W., Heederik. D. 1998. Methods for quantitative assessment of airborne levels of noninfectious microorganisms in highly contaminated work environments. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 59. pp. 113-127. [Crossref]

Emory TG, Gaynes RP. 1993. An overview of nosocomial infections including the role of the microbiology laboratory. *Clin Microbiol Rev, 6*:428-442. [Crossref]

Ferguson, C., and McKinley, A. 2019. Detection avoidance and mis/unclassified, unsolved homicides in Australia. *J. Crim. Psychol. 10*,(2) 113-122. [Crossref]

Fernández-Rodríguez A, Alberola J, Cohen MC. 2013. Post-mortem microbiology analysis. *Enferm Infecc Microbiol Clin.31*(10):685-91. [Crossref]

Fernandez-Rodriguez, A., Cohen, MC. Lucena, J. 2015. How to optimise the yield of forensic and clinical post-mortem microbiology with an adequate sampling: a proposal for standardisation *Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 34*: 1045-57. [Crossref]

Garbioğlu A, Gündoğmuş ÜN, Erdoğan MS. 2020. Adli bilimlerde iş sağlığı ve güvenliği yönünden mikrobiyolojik değerlendirme. Gündoğmuş ÜN, editör. *Adli Mikrobiyoloji*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2020. p.39-42.

Geneva Declaration.2011. When the Victim Is a Woman in Global Burden of Armed Violence 2011: Lethal Encounters. Cambridge: Cambridge University Press.

Ghosh,B., Lal,H., Srivastava., A. 2015. Review of bioaerosols in indoor environment with special reference to sampling, analysis and control mechanisms. *Environ. Int., 85* (2015), pp. 254-272. [Crossref]

Goldwater PN. 2011. A perspective on SIDS pathogenesis. The hypotheses: plausibility and evidence, *BMC Med. 64*(9). [Crossref]

Grice EA, Segre JA. 2011. The skin microbiome. *Nat Rev Microbiol. 9*:244-53. [Crossref]

Gündoğmuş ÜN, Eren B, Çetin S. 2020. Ölüm sonrası incelemelerde mikrobiyolojik değerlendirme. Gündoğmuş ÜN, editör. *Adli Mikrobiyoloji*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye.

Habboush Y, Yarrarapu SNS, Guzman N. 2021. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL):Infection Control.

Hanssen,EN. Avershina,E., Rudi, K., Gill, P., Snipen, L. 2017. Body fluid prediction from microbial patterns for forensic application, *Forensic Sci. Int. Genet. 30*. 10-17. [Crossref]

Hanterdsith B, Tharavichitkul P, Mahanupab P, Raksamat W. 2013. Post-mortem diagnosis of sudden unexpected death from Streptococcus suis type 2 infection: a case report. *J. Forensic Leg. Med. 20*:347-349. [Crossref]

Hösükler E, Erkol ZZ. Cinsel suçlarda adli mikrobiyoloji. Gündoğmuş ÜN, editör. *Adli Mikrobiyoloji*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2020. p.6-13.

https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2018/january/columns/food-safety-and-quality-food-crimes-adulteration-food-fraud Erişim tarihi:14.10.2021).

https://www.interpol.int/Crimes/Terrorism/Bioterrorism (Erişim Tarihi: 14.10.2021).

https://www.nhsinform.scot/illnesses-and-conditions/infections-and-poisoning/food-poisoning Erişim tarihi: 14.10.2021

Birkeland PW. 1999. *Soils and geomorphology,* vol 3. Oxford University Press, New York, NY.

Jansen, HJ., Breeveld, FJ., Stijnis, C., Grobusch, MP. 2014. Biological warfare, bioterrorism, and biocrime, *Clin. Microbiol. Infect.* (20); 488-496. [Crossref]

Javan GT, Finley SJ, Abidin Z, Mulle JG, 2016. The thanatomicrobiome: a missing piece of the microbial puzzle of death, *Front. Microbiol.* (225):1-7. [Crossref]

Jernigan DB, Raghunathan PL, Bell BP, Brechner R, Bresnitz EA, Butler JC, et al. 2002. Investigation of bioterrorism-related anthrax, United States, 2001: epidemiologic findings. *Emerg Infect Dis.;8*(10):1019-28. [Crossref]

Kapoor, PA. 2018. Chowdhry, Salivary signature in forensic profiling: a scoping review, *J. Forensic Dent. Sci. 10* (3). 123-127. [Crossref]

Karthik, C., Caroline, DG., Dhanam Priya, M., and Pandi Prabha, S. 2021. Synthesis, Characterization of Ag-SiO2 Nanocomposite and Its Application in Food Packaging. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*. [Crossref]

Kaszubinski, S. F., Pechal, J. L., Smiles, K., Schmidt, C. J., and Allen, M. S. 2020b. Dysbiosis in the dead: human postmortem microbiome beta-dispersion as an indicator of manner and cause of death. *Front. Microbiol. 11*:555347. [Crossref]

Kortepeter MG, Parker GW. 1999. Potential biological weapons threats. *Emerg Infect Dis. 5*(4):523-7. [Crossref]

Krug EG, Dahlberg LL, Mercy JA, Zwi AB, Lozano R. 2002.*World report on health and violence*, vol. 149. Geneva: World Health Organization.

Lovett, J., and Kelly, L. 2009. Different Systems, Similar Outcomes? Tracking Attrition in Reported Rape Cases Across Europe. London: Child and Women Abuse Studies Unit.

Marani A, Napoli C, Berdini S, et al. 2016. Point prevalence survey on healthcare acquired infections in medical and surgical wards of a teaching hospital in Rome. *Ann Ig 28*(4): 274-81.

Mauchline, TH., Malone. JG. 2017. Life in earth - the root microbiome to the rescue? *Curr. Opin. Microbiol., 37*. pp. 23-28. [Crossref]

Morris JA, Harrison LM, Partridge SM, 2006. Postmortem bacteriology: a re-evaluation, *J. Clin. Pathol.* (59):1-9. [Crossref]

Morris JA, Harrison LM, Partridge SM. 2007. Practical and theoretical aspects of postmortem bacteriology, *Curr. Diagn. Pathol. 13*(1): 65-74. [Crossref]

Murray, CJL., Evans, DB. 2003. European regional consultation on health system performance assessment debates, methods and empiricism. World Health Organization.

Napoli, C., Marcotrigiano, V., Montagna, MT. 2012. Air sampling procedures to evaluate microbial contamination: a comparison between active and passive methods in operating theatres. *BMC Public Health, 12*. p. 594 [Crossref]

Nevalainen, A., Täubel,M., Hyvärinen, A. 2015. Indoor fungi: *companions and contaminants Indoor Air, 25*. pp. 125-156. [Crossref]

Oppliger, A., Masclaux, FG. Niculita-Hirzel,H. 2011. Assessment of airborne microorganisms by real-time PCR: optimistic findings and research challenges. *Front Biosci (Schol Ed), 3*. pp. 445-453. [Crossref]

Öztürk R. 2008. Hastane enfeksiyonları: sorunlar, yeni hedefler, ve hukuki sorumluluk. Öztürk R, Saltoğlu N, Aygün G, editörler. Hastane Enfeksiyonları Korunma ve Kontrol, İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Sempozyum Dizisi No:60. İstanbul;23-9.

Palmiere C, Egger C, Prod Hom G, Greub G. 2009. Bacterial translocation and sample contamination Bioluminescent bacteria have potential as a marker of drowning in seawater: two immersed cadavers retrieved near estuaries, *Leg. Med. 11*(2):91-6. [Crossref]

Pattnaik P, Sekhar K. Forensics for tracing microbial signatures: biodefence perspective and preparedness for the unforeseen. *Indian J Biotecnhol. 2008;7*:23-31.

Pavlin, JA. 1999. Epidemiology of bioterrorism, *Emerg. Infect. Dis.* (5); 528. [Crossref]

Petrelli F, Contratti CM, Tanzi E, Grappasonni I. 2018. Vaccine hesitancy, a public health problem. *Ann Ig 30*(2): 86-103.

Pitarma, R. Marques, G., Ferreira. BR. 2017. Monitoring indoor air quality for enhanced occupational health *J. Med. Syst., 41* p. 23 [Crossref]

Ragpa,LH., Urdangaray,AV., Benéitez, OLF., Sáez, CD.2019. *Sexually transmitted infections in the context of a sexual assault*. Elsevier.

Riedel S. 2014. The value of postmortem microbiology cultures, *J. Clin. Microbiol. 52*(4): 1028-33. [Crossref]

Rosenstock, L. Cullen, M. Fingerhut, M. 2006. Occupational health D.T. Jamison, J.G. Breman, A.R. Measham, G. Alleyne, M. Claeson, D.B. Evans, P. Jha, A. Mills, P. Musgrove (Eds.), Disease Control Priorities in Developing Countries (2nd ed.), World Bank, Washington (DC).

Schmedes SE, Sajantila A, Budowle B Expansion of microbial forensics. *J Clin Microbiol. 2016; 54*:1964-74. [Crossref]

Schmedes, SE., Woerner, AE., Budowle, B. 2017. Forensic human identification using skin microbiomes, *Appl. Environ. Microbiol. 83* (22). [Crossref]

Signorelli C, Odone A, Gozzini A, et al. 2017. The missed Constitutional Reform and its possible impact on the sustainability of the Italian National Health Service. *Acta Biomed 88*(1): 91-4.

Siracusa M, Grappasonni I, Petrelli F. 2017. The pharmaceutical care and the rejected constitutional reform: what might have been and what is. *Acta Biomed 88*(3): 352-9.

Siracusa, M., Scuri, S., Grappasonni, I., Petrelli, F. 2019. Healthcare acquired infections: *malpractice and litigation issues Ann Ig 31*: 496-506.

Sirekbasan S, Çakan H, Polat E. 2020. Biyosuç ve biyoterör. Gündoğmuş ÜN, editör. Adli Mikrobiyoloji. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri. p.1-5.

Spagonolo EV, Stassi C, Mondello C, Zerbo S, Milone L, Argo A. 2019. Forensic microbiology applications: A systematic review. *Legal Medicine*. (36):73-80. [Crossref]

Suetens C, Latour K, Kärki T, et al. 2018. Prevalence of healthcare-associated infections, estimated incidence and composite antimicrobial resistance index in acute care hospitals and long-term care facilities: results from two European point prevalence surveys, 2016 to 2017. *Euro Surveill 23*(46): 1800516. [Crossref]

Sydnor ER, Perl TM. 2011. Hospital epidemiology and infection control in acute-care settings. *Clin Microbiol Rev. 24*(1):141-73. [Crossref]

Tajiri T, Tate G, Masunaga A, Miura K, Masuda S, Kunimura T, Mitsuya T, Morohoshi T. 2012. Autopsy cases of fulminant bacterial infection in adults: clinical onset depends on the virulence of bacteria and patient immune status. *J. Infect. Chemother. 18* (5):637-645. [Crossref]

Thorn JL, Gilchrist KB, Sobonya RE, Gaur NK, Lipke PN, Klotz SA. 2010. Postmortem candidemia: a marker of disseminated disease. *J. Clin. Pathol. 63*:337-340. [Crossref]

Tümer RA, Keten A, Emre Karacaoğlu E. 2010. Adli Olgu Bildirimi ve Adli Raporlar. *Hacettepe Tıp Dergisi.41*:130-1.

Uchiyama T, Kakizaki E, Kozawa S, Nishida S, Imamura N, Yukawa N. 2012. A new molecular approach to help conclude drowning as a cause of death: simultaneous detection of eight bacterioplankton species using real-time PCR assays with TaqMan probes, *Forensic Sci. Int. 222*(1-3):11-26. [Crossref]

Udasin, IG. 2000. Health care workers. *Prim. Care, 27* (2000), pp. 1079-1102. [Crossref]

United Nations Office on Drugs and Crime, (Birleşmiş Milletler Uyuşturucu ve Suç Ofisi), 2012. Vienna Symposium.

Urazel B, Çelikel A, Karbeyaz A, et al. 2014. Gıda zehirlenmesine bağlı rapor düzenlenen adli olguların değerlendirilmesi. *Dicle Tıp Derg. 41*:113-7. [Crossref]

Ursell, LK., Metcalf, JL., Parfrey, LW., and Knight, R. 2012. Defining the human microbiome. *Nutr. Rev. 70*, 38-44. [Crossref]

Weissenbach, J. 2016. *The rise of genomics C. R. Biol., 339* (2016), pp. 231-239. [Crossref]

Woernera AE, Novroski NMM, Wendt FR, Ambers A, Wiley R, et al. Forensic human identification with targeted microbiome markers using nearest neighbor classification, *Forensic Science International: Genetics. 2019;38*:130-9. [Crossref]

World Health Organization, and Pan American Health Organization. 2012. Understanding and Addressing Violence Against Women: Femicide. Geneva: World Health Organization.

World Health Organization. 2013. Global and Regional Estimates of Violence Against Women: Prevalence and Health Effects of Intimate Partner Violence and Non-partner Sexual Violence. Geneva: World Health Organization.

Wren B. 2005. Plague The mysterious past and terrifying future of the world's most deadly disease. *J Clin Invest. 115*(1):4. [Crossref]

Yao, T., Han, X., Guan,T., Zhai, C., Liu, C., Liu, C., Chen. L. 2021. Exploration of the microbiome community for saliva, skin, and a mixture of both from a population living in Guangdong, *Int. J. Leg. Med. 135* (1). 53-62. [Crossref]

Zala K. 2007. Forensic science. Dirty science: soil forensics digs into new techniques. *Science 318*:386-387. [Crossref]

BÖLÜM 20
ADLİ TIP AÇISINDAN ALKOL

Dilek Salkım İŞLEK
Faruk AŞICIOĞLU

DOI: 10.5152/0620

Adli Tıp Açısından Alkol

Alcohol in Terms of Forensic Medicine

BÖLÜM HAKKINDA

Alkol, birçok ülkede yasal sınırlamalara tabi tutulan bir madde olup, aşırı kullanımı ve kötüye kullanımı ciddi sağlık sorunlarına ve hukuki sonuçlara yol açabilir. Alkolün adli tıp açısından incelenmesi çeşitli yönleri içerir. Bunlar arasında alkolün vücutta nasıl metabolize edildiği, alkol alımının kişinin davranışları üzerindeki etkisi, alkolün kaza ve yaralanmalara katkısı ve alkol zehirlenmesinin tanı ve tedavisi bulunur. Alkol, otopside de önemli bir parametre olarak da kullanılır ve ölüm nedenlerini belirlemede etkili bir araç olarak hizmet verir. Adli tıpta alkolün incelenmesinde kullanılan birkaç önemli yöntem bulunmaktadır. Bunlar arasında kan ve idrar örneklerinin alkol seviyelerinin ölçümü, solunum testleriyle alkol tespiti, tıbbi muayeneler ve davranışsal testler yer alır. Bu yöntemler, alkolün vücutta ne kadar sürede metabolize edildiğini, kişinin alkol etkisi altında nasıl tepki verdiğini ve alkol alımının kan dolaşımındaki etkilerini belirlemek için kullanılır. Adli tıp, alkolle ilgili davaların çözülmesinde de önemli bir rol oynar. Örneğin, bir trafik kazasında alkolün rolü tespit edilirken, adli tıp uzmanları alkol seviyelerini ve kişinin davranışlarını analiz ederek kazanın nedenlerini belirlemeye çalışırlar. Sonuç olarak, adli tıp açısından alkol, birçok farklı açıdan incelenen ve önemli sonuçlara yol açabilen bir konudur. Alkolün metabolizması, davranışlar üzerindeki etkisi, kazalara ve ölümlere katkısı ve zehirlenme durumları gibi konular, adli tıp uzmanlarının dikkatle incelediği ve analiz ettiği alanlardır. Bu çalışmalar, hukuki ve tıbbi sonuçların doğru bir şekilde belirlenmesine ve adil bir yargılama sürecinin sağlanmasına yardımcı olur.

Anahtar kelimeler: Adli tıp, etil alkol, sürüş güvenliği

ABOUT the CHAPTER

Alcohol is a substance subject to legal restrictions in many countries and its excessive use and abuse can lead to serious health problems and legal consequences. The forensic examination of alcohol includes various aspects. These include how alcohol is metabolised in the body, the effect of alcohol intake on a person's behaviour, the contribution of alcohol to accidents and injuries, and the diagnosis and treatment of alcohol intoxication. Alcohol is also used as an important parameter in autopsy and serves as an effective tool in determining the cause of death. There are several important methods used in forensic medicine to analyse alcohol. These include the measurement of alcohol levels in blood and urine samples, the detection of alcohol in breath tests, medical examinations and behavioural tests. These methods are used to determine how long it takes for alcohol to be metabolised in the body, how a person reacts under the influence of alcohol and the effects of alcohol intake in the bloodstream. Forensic medicine also plays an important role in solving alcohol-related cases. For example, when determining the role of alcohol in a traffic accident, forensic experts try to determine the causes of the accident by analysing alcohol levels and the person's behaviour. In conclusion, from a forensic point of view, alcohol is a subject that is analysed from many different angles and can lead to important consequences. The metabolism of alcohol, its effect on behaviour, its contribution to accidents and fatalities, and intoxication are areas that forensic experts carefully examine and analyse. These studies help to accurately determine the legal and medical consequences and to ensure a fair trial process.

Keywords: Forensic medicine, ethyl alcohol, driving safety

Giriş

Alkol; kimyada hidroksil (-OH) grubu taşıyan bileşiklere verilen genel addır. Adli bilimler açısından en önemli alkol bileşiği etil alkoldür. Etil alkol, içki yapımında kullanıldığından en çok kullanılan bağımlık yapıcı maddelerin başında gelmektedir. Trafik kazası, cinayet, intihar, yaralanma vb. birçok adli olayda etil alkolün tetikleyici olduğu yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir. (Balcı, 2021)

Adli bilim uzmanları ölüm nedenlerini incelerken, ölüme neden olan maddenin sadece etil alkol olup olmadığı, diğer toksinlere ek olarak rol oynayıp oynamadığı, toksin olup olmadığı zaman tek başına ölümden sorumlu olup olmadığı, postmortem tespit edilmiş miktarın ölümden önceki davranışa etkisinin ne kadar olduğu, gecikmiş ölüm vakalarında yaralanma zamanındaki kan alkol konsantrasyonunun ne kadar olduğu ile ilgili

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Dilek Salkım İşlek[1]

Faruk Aşıcıoğlu[2]

[1] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimler Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
[2] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimler Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: dsislek@iuc.edu.tr
faruk.asicioglu@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Salkım İşlek, D., Aşıcıoğlu, F. (2024). Adli tıp açısından alkol. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 233-237). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

incelemeler yapmaktadır. Ölümün gerçekleşmediği adli olaylarda ise olay anında kişinin alkol etkisi altında olup olmadığı, alkol miktarıyla ilgilenmektedir. (Balcı, 2021& Aşıcıoğlu 2005)

Alkol

Alkol; karbon atomuna (C) doğrudan bir hidroksil(-OH) grubunun bağlı olduğu bileşiklere verilen genel addır. Genel formulü $C_nH_{2n+1}OH$ dır. Kimya ve ilaç sanayi başta olmak üzere çok geniş kullanım alanına sahiptir. Alkollerin birden fazla sınıflandırması vardır. En yaygın sınıflandırma şekli hidroksil sayılarına göre olandır (Bilgiç, 2013).

Alkoller içerdikleri hidroksil gruplarına göre

- Mono Alkoller: Yapısında tek hidroksil bulunduran alkollerdir.
- Di Alkoller: Yapısında iki hidroksil grubu bulunduran alkollerdir.
- Tri Alkol: Yapısında üç hidroksil grubu bulunduran alkollerdir.

Alkollerin Merkezi Sinir Sistemine (MSS) etkisi molekül ağırlığı ile ilişkilidir. Molekül ağırlığı arttıkça, molekülün polaritesi düşecek ve böylelikle molekül kan- beyin bariyerini daha kolay geçecektir. Bu kolay geçiş nedeni ile MSS etkileri daha belirgin olacaktır. Kısaca alkolün molekül ağırlığı ne kadar fazla ise toksik etkisi o oranda yüksektir. Adli bilimler açısından en çok vakalarda karşılaşılan alkol çeşitleri etil alkol ve metil alkoldür.

Etil Alkol

Etil alkol, etanol olarak da adlandırılır. C_2H_5OH şeklinde ifade edilir. İçki yapımında kullanılmaktadır. Etil alkolün fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1
Etil alkolün fiziksel ve kimyasal özellikleri

CAS numarası	64-17-5
Molekül Ağırlığı	46g/mol
Görünüşü	Renksiz, sıvı
Yoğunluk	0,789g/cm3
Çözünürlük	Suda
Erime Noktası	-114.3°C
Kaynama Noktası	78.4 °C

Kullanım Alanları

Etil alkol, başta alkollü içeceklerin yapımında, kolonya, parfüm imalatında, antiseptik olarak, endüstri sanayiinde solvent olarak ve organik maddelerin sentezinde kullanılmaktadır. Ayrıca motorlu araçlarda, benzine karıştırılan bir katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır.

Etil Alkol İhtiva Eden İçecekler

İçkiler; üretimlerinde etil alkol elde ediliş yöntemlerine göre 2 gruba ayrılır:

- Fermentasyon sonucu alkol içeren içecek türleri
- Damıtma sonucu alkol içeren içecek türleri

Fermentasyon Sonucu Alkol İçeren İçecek Türleri

Fermente alkollü içkiler; meyve, tahıl gibi hammaddelerin fermentasyonu sonucu üretilen içeceklerdir. Bira, şarap, vermut, likör gibi içkiler örnek olarak verilebilir.

Bu yolla etil alkol; meyve suları, yaş ve kurutulmuş meyveler ve tahıl tanelerinin içinde bulunan şekerler ile polisakkaridlerin mayalar tarafından fermantasyonu ile elde edilir. Bu içeceklerdeki etil alkol oranı düşüktür. Bunun nedeni etil alkol konsantrasyonu %15-%17'ye eriştiğinde ortamda bulunan mayaların ölmeye başlamasıdır. Bira, şarap, vermut ve likör gibi içkiler doğrudan fermantasyon yolu ile elde edilirler.

Damıtma Sonucu Alkol İçeren İçecek Türleri

Damıtma sonucu üretilen alkollü içkiler; alkollü sıvıların damıtılarak alkol içeriklerinin yükseltilmesi sonucu elde edilmektedir. Bu içecek türüne; rakı, votka, cin, viski, konyak örnek olarak verilebilir. Bu yol, fermantasyon sonucu elde edilen ve sudan daha düşük kaynama noktasına sahip etil alkolün uçurularak sudan ayrılması ve soğutularak toplanması esasına dayanır. Yüksek konsantrasyonda alkol içeren içkiler fermantasyonla elde edilmiş şarap gibi nispeten düşük konsantrasyonda alkol içeren içkiye saf alkol katılmasıyla ya da fermentasyona uğramış sıvının destilasyonu ile hazırlanır.

Rakının destilasyonu ortama anason tohumları katılmak suretiyle yapılır. Anasonun destilasyona uğrayan aromatik maddeleri, alkol konsantrasyonu yüksek olan sıvıda çözünmüş halde bulunurlar. Rakı sulandırıldığında ise bu maddeler çökerler ve beyaz kolloidal sıvı oluşmaktadır.

Etil Alkolün Metabolizasyonu

Etil alkol, yağ dokuda ve suda çözünebilen bir molekül olduğundan, vücuda alındıktan sonra mide- barsak kanalından pasif diffüzyonla hızlı bir şekilde emilmektedir. Etil alkolün absorpsiyonu; sıvı olması, molekül ağırlığını düşük olması ve iyonize olmaması nedeniyle hızlıdır

Etil alkol mide (%20'si) ve ince bağırsaktan (%50'si) emilir. Alkolün %90'ı karaciğerde sitozolik *alkol dehidrojenaz* etkisiyle asetaldehide oksitlenerek, yıkıma uğramaktadır. Etanolden üretilen asetat, büyük ölçüde karaciğerden atılır ve karaciğer dışı dokularda asetil-CoA'ya ve Krebs döngüsünde de CO_2'ye dönüştürülür (Vestal ve ark., 1997).

Etil alkolün emilimini etkileyen faktörler:

- Mide içeriği (yağdan zenginse alkol emilimi o kadar yavaş olur.)
- Mide operasyonları emilimi hızlandırır.
- Yaş
- Kilo
- İçkinin alkol konsantrasyonu (yüksek ise emilim hızlı)

Alkolün eliminasyonu (atılımı); vücutta enzimler sınırlı bir kapasiteye sahip oldukları için alkol vücuttan belli bir hızda elimine edilmektedir. Eliminasyon hızı bireyler arası farklılık gösterir. Zero order kinetiği geçerlidir. Yani eliminasyon dozdan bağımsız gerçekleşir ve atılım lineerdir. Bu durum kandaki alkol oranı 20 mg/dl altına inince değişmekte bu kez first order kinetiği geçerlidir. First

order kinetiğinin geçerli olduğu diğer durum alkol düzeyinin yüksek olduğu durumlardır. First order kinetiği aktif olduğunda kan alkol düzeyi yüksek ise atılım fazla, düşük ise atılım yavaş olmaktadır. Alkolün kandaki eliminasyon hızı kanda 15 mg/dl, idrarda ise 20 mg/dl olarak kabul edilmektedir. Bu miktar 250 ml lik bira ya denk gelmektedir. Alkolün atılımı cinsiyete bağlıdır. Kadınların erkeklere göre alkolü vücuttan daha hızlı attıkları tespit edilmiştir (Winek, 1984).

Sosyal İçicilerin Alkol Tüketimi ve Sürüş Güvenliği

Sosyal içici; genellikle işinden evine gitmeden makul bir miktar alkolü hafif gıdalar ve muhabbet eşliğinde uzun sayılabilecek bir zamanda tüketen bireyler olarak tanımlanır. Sosyal içiciler en son içki içtikten kısa bir sürede trafikte izin verilen düzeyin altına indikleri ve trafikte risk oluşturmadıkları iddia edilmektedir (Torre ve ark.,2007).

Bir kişinin alkol bağımlısı olabilmesi için;

1. Çok miktarda ve sıklıkla alkol tüketmesi
2. Bedensel, ruhsal ve toplumsal sağlığının bozulmasına rağmen alkollü içki tüketmekten vazgeçmemesi
3. Tedavi edilmesi gereken düzeyde yüksek miktarlarda alkol tüketmesi gerekmektedir.

Alkol Düzeyinin Geriye Dönük Hesaplanması

Kişiden alkol ölçümü çoğu kez olay yerinde yapılamamaktadır. Bunun nedenleri;

- Olay yerini kişinin terk etmiş olması
- Olay yerinde veya yakınlarında etanol ölçüm yapacak cihaz veya kan alınacak sağlık tesisinin bulunmaması

Kolluk kuvvetleri tarafından yakalanan veya olaydan sonra kendi teslim olan bireyin olay anındaki alkol değeri önemlidir. Bunun tespiti ancak alkolün vücuttan atılım hızı hesaplanarak yapılmaktadır. Atılım hızına göre rapor verilirken bu değeri etkileyen değişkenlerin olduğu mutlaka adli raporda belirtilmelidir.

Hesaplamanın nasıl yapılacağını bir olgu üzerinden anlatacak olursak;

Maddi hasarlı trafik kazasından sonra olay yerini terk eden sürücü 15 saat sonra kolluk güçlerine teslim olduğunda, alkolmetre ile yapılan ölçümde 0,33 promil(33mgdL^{-1}) alkol düzeyi tespit edilmiştir. Sürücü 15 saat içinde alkol almadığını beyan ettiği için olay anındaki alkol hesaplaması

Alkol miktarı= Olaydan sonra tespit edilen miktar + zaman (kişinin teslim olduğu süre) X alkolün saatteki minimum atılım miktarı (10 mgdL^{-1})

Alkol Miktarı= 33 + 15 X 10 = 183 mgdL^{-1} =1,83 promil

Geriye dönük hesaplamanın yapılabilmesi için kişinin absorpsiyon fazını tamamlamış olması gerekmektedir.

Alkol Düzeyinin İleriye Dönük Hesaplanması

İnsanlar aynı miktar alkol alsalar bile biyolojik sıvılarında farklı alkol seviyeleri ortaya çıkmaktadır. Bunun nedenleri; boy, ağırlık, cinsiyet, vücut yağ oranı ve sağlık durumlarıdır.

Aynı miktardaki alkol, farklı içeceklerde farklı hacimlerde bulunmaktadır. Örneğin 15 gram alkol 500 ml birada mevcut iken, 50 ml cinde 15 gram alkol içermektedir.

İleri düzey alkol hesaplamalarında kullanılan formül

$c = 100 \times a / w \times r$

c: Beklenen kan alkol düzeyidir(mgdL^{-1})

a: Alınan alkolün gr karşılığıdır

w: Kişinin kg olarak vücut ağırlığıdır

r: Widmark faktörüdür. Bu faktör erkeklerde 0,68, kadınlarda ise 0,55'tir.

Widmark faktörünün cinsiyetlerde farklılık göstermesinin nedeni vücuttaki yağ dağılımıdır.

Bu hesaplama; sürücünün olay yerini terk ettiği ve uzun bir süre sonra kolluk kuvvetlerine başvurduğu ya da yakalandığı durumlarda içki içtiğine yönelik görgü tanıklarının beyanlarının bulunması veya kendisinin ifade etmesi halinde kullanılmaktadır (Dettling ve ark., 2007).

Toksisite

Alkol, merkezi sinir sistemi üzerine depresan etki yapmaktadır. Alkolün tam olarak etki yolu bilinmemekle birlikte sinir membranını etkilediği, nöronlar arası iyon transferini bozduğu düşünülmektedir. Sinir hücrelerinin uyarı gönderme yeteneğini bozmaktadır. Sarhoşluk; sinir hücresinde uyarı gönderme yeteneğinin azalmasının pek çok sinir hücresinde art arda gerçekleşme olayıdır. Az miktarda alkol alan kişilerde dikkat dağınıklığı ortaya çıkmaktadır. Bu gibi bozuklukların ortaya çıkması için gerekli alkol miktarı, kişiler arasında büyük farklılıklar gösterir (Baselt, 2004).

Alkol Alımının Sürüş Üzerine Etkileri

Alkol; merkezi sinir sistemi depresanı olduğu için kişinin hareket kabiliyetini bozmaktadır. Kandaki en düşük konsantrasyonu bile beynin yüksek merkezlerini etki etmektedir. Kandaki konsantrasyonu yükseldikçe, merkezi sinir sisteminin alt kısımlarında da depresan etki ortaya çıkmaktadır. Kandaki etil alkol miktarının 30 mg (100 mL kanda) olması sürüş güvenliği üzerinde ciddi etkiler yaratmaktadır. Çünkü motorlu araç kullanımı beceri ve dikkat gerektiren bir süreçtir. Alkol alındıktan sonra kişi kendini rahat hisseder, özgüveni artar. Bu durum kişinin hoşuna gitmeye başlaması ile kişi daha çok alkol tüketmeye başlamaktadır. Bunun neticesinde de alkol limitleri aşılır. Bu gelişmeler sonucunda sürücü risk almaya yönelik davranışlarda bulunma eğilimine girer. Kişi hız ve tehlikeli manevralar yapmaya başlar. Bu davranışlar da sürücünün hata ve kaza yapma oranını yükseltir. Sürücü sadece kendi güvenliğini değil yanındaki yolcuların, diğer sürücü ve yayaları da tehlikeye atmaktadır (Sethi & Racioppi, 2004).

Sürücüler üzerindeki ikinci önemli etkisi ise depresan etkisidir. Bu etki kişide yorgunluk ve dikkat azalmasına neden olmaktadır. Kandaki alkol miktarı yükseldikçe; kişide denge, görme ve işitme gibi beyinsel fonksiyonlarında azalmalar ortaya çıkmaktadır. Kas

kontrolü ve kontrol kabiliyetleri azalmaktadır (Lieber, 2004).

Sürücüde etkilenen faaliyetler:

- Reaksiyon zamanında uzama
- Takip etme becerisinde azalma
- Çoklu aktiviteyi aynı anda yapabilme kabiliyetinde azalma
- Duyu organlarında saptanan değişimler
- Konuşma problemleri
- Pozisyonel Nistagmus
- Denge Kaybı
- Davranışsal Değişiklikler

Reaksiyon Zamanında Uzama: Reaksiyon zamanı kişinin basit bir emri yerine getirebilmesi için geçen süredir. Alınan alkol miktarı arttıkça reaksiyon zamanında da artış meydana gelmektedir. Trafikte araç kullanımı; sürücünün gözlemi bilişsel değerlendirilmesi neticesinde cevap vermesidir. Sürücüden beklenen eylem birden fazla seçenekten birisini seçmesidir. Seçenekli reaksiyon zamanı (Choise Reaction time-CST) olarak adlandırılan bu durum hem motor aktiviteyi hem de bilişsel uyanıklık halini ölçen iki bileşenli bir süreçtir. Etil alkol konsantrasyonu 50mgdL^{-1} olduğunda sürücünün seçenekli reaksiyon zamanının bozulduğu tespit edilmiştir.

Takip Etme Becerisi: Kişi alkollü iken görsel-motor koordinasyonu bozulduğundan hızlı hareket eden bir nesnenin izlenebilmesinde güçlük yaşamaktadır. Bu sürecin 50mgdL^{-1} den itibaren bozulduğu tespit edilmiştir. Alkol kişinin takip etme becerisini olumsuz etkilediği yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda; alkollü bireyin eline verilen ışık kaynağı ile hareket eden bir nesneyi takip etmesi istenmektedir.

Çoklu Aktiviteyi Aynı Anda Yapabilme Kabiliyetinde Azalma: Motorlu araç kullanımı birden fazla aktivitenin birlikte yapılmasını gerektiren bir süreçtir. Sürücü arabaları takip ederken diğer taraftan da çevresindeki yayları da takip etmelidir. Bu arada sürüş eyleminin gerektirdiği direksiyon hakimiyeti, fren veya gaza basma gibi aktiviteleri de eş zamanlı gerçekleştirmelidir. Çoklu aktivite testleri alkollü araç sürmenin etkilerini göstermek açısından oldukça önemlidir. Bu testler; alkollü bireyin verilen komutları yerine getirmek için geçen sürenin ölçülmesi ya da bireyin bilgisayar desteği ile daha karmaşık eylemlerin bir arada yaptırılması şeklinde olmaktadır. Bu testlerin amacı; sürüş sırasında olduğu gibi bireyin dikkatinin birçok alana bölünmek zorunda olduğu aktivitelerin taklit edilebilmesidir.

Duyu Organlarında Saptanan Değişimler: Alkol alımına bağlı olarak kişide görme, tat, koku ve duyma yetilerinde azalmalar ortaya çıkmaktadır. Alkol alımına bağlı olarak görme keskinliği azalmakta ve periferik görme bozulmaktadır. Bu azalma özellikle 70 mgdL^{-1}'de ortaya çıkmaktadır. Düşük alkol seviyelerinde bireyde tat ve koku hassasiyetinde azalmalar ortaya çıkmaktadır. 80 mgdL^{-1} alkol düzeyinden itibaren ağrıya hassasiyette azalma saptanmaktadır.

Konuşma Problemleri: Alkol alımından sonra konuşma bozulmaktadır. Genellikle kelimelerin yutulması, yuvarlanması ve konuşma süresinde uzaman gözlenmektedir. Konuşmadaki bozulma 100 mgdL^{-1} de ortaya çıkmaktadır.

Pozisyonel Nistagmus: İstemsiz göz hareketlerine nistagmus denmektedir. Alkollü kişinin kafası yan yatırıldığında nistagmus net bir şekilde tespit edilmektedir. PAN I ve PAN II olmak üzere iki tip nistagmus vardır. PAN I kafanın yatırıldığı yönde nistagmusun ortaya çıkma halidir. Kişinin başı sağa yatırılırsa sağa doğru artan bir nistagmus gözlenir. Bu durumun pratikte anlamı ise alkolün vücutta yükselme veya pik yapmasıdır. Bu durumda 40 mgdL^{-1} ortaya çıkmaktadır. PAN II ise nistagmusun kafanın yatırıldığı yönün tersinde ortaya çıkmasıdır. PAN II'nin görülmesi için içki tüketiminin üzerinden 5-10 saat geçmesi gerekmektedir.

Denge Kaybı: Etil alkol oranı 30-50mg/dl düzeyine ulaştığında, bireyde denge bozuklukları ortaya çıkmaktadır. Dengesizlik bireyin iki yana sallanması şeklindedir. Buna yalpalanma da denilmektedir. Alkol oranının artmasıyla dengesizlik de artmaktadır. Trafik kontrollerinde, bireyin gözleri kapatılarak yapılan denge kontrolü testine Romberg Testi denilmektedir. Bu test için birey iki ayak ve bacağı birbirine bitişik hale getirir, gözlerini kapatır. Bu durumda bireyin sallanıp sallanmadığı, dengesini korumak için ellerini yana açma ve benzeri hareketler yapıp yapmadığı gözlenerek değerlendirilmektedir (Torre ve ark., 2007).

Ülkemizde Alkol Tüketimi ile İlgili Yasa ve Kanunlar

Alkol denetimlerinin amacı, kanda ne kadar alkol bulunduğunun belirlenmesi ve bu miktarın sürüş güvenliğini tehlikeye sokup sokmadığının tespitidir. Denetimlerin hangi hallerde, nasıl yapılacağı ve neye göre karar verileceği yasa ve yönetmeliklerle belirlenmiştir. Ülkemizde, 2918 sayılı "Karayolları ve Trafik Kanunu" ve "Karayolları Trafik Yönetmeliği" kapsamında, trafik denetimlerinde veya trafik kazalarında nasıl yapılacağı belirtilmiştir. Trafik denetimlerinde yapılan alkol ölçümleri rutin olarak solunum havasından yapılmaktadır ve bu amaçla alkolmetreler kullanılmaktadır.

Kolluk kuvveti, sürücünün alkollü olduğundan şüphelendiğinde ya da rutin alkol kontrolleri sırasında alkolmetreyle ölçüm yapabilir ya da alkolmetrenin olmadığı durumlarda sürücüyü düz çizgide yürütme gibi kontroller yaparak, alkol test raporu da düzenleyebilmektedirler. Sürücünün, 0,50 promil düzeyinin üzerinde alkollü olduğu ve araç kullanamayacak durumda olduğu belirlenirse gerekli cezai işlemler yapılır.

Alkollü içki almış olarak kandaki alkol miktarına göre araç sürme yasağı**;**

1. Kamu hizmeti, yük ve yolcu taşımacılığı yapan sürücüler ile resmi araç sürücüleri alkollü içki kullanmış olarak bu araçları süremezler.
2. Kan alkol miktarı 0,50 promilin üstünde olanlar araç kullanamazlar.

Yapılan bilimsel çalışmalarda, alkolün kişide dikkat dağınıklığına sebep olduğu, bu nedenle de alkolün, hiçbir seviyesinin sürücülük için güvenli olmadığı tespit edilmiştir. Trafik kazalarının nedenlerine bakıldığında sürücülerin bir anlık dikkatsizlikleri sonucu oluştuğu görülmektedir. Ülkeler yasal alkol limitini belirlerken konuyu tıbbi, psikolojik ve sosyal yönüyle değerlendirerek bir karara varmakta, belli bir riski kabul ederek bu limitleri belirlemektedirler.

Alkolün her düzeyi sürüş güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Örneğin ülkemizde yasal sınır 0.5 promildir. Ancak araştırmalar, 0,2

promil düzeyinden itibaren alkol düzeyi arttıkça sürücülük üzerinde olumsuz etkilerinin de arttığı yönündedir. Bu sınır kimi ülkeler tarafından kabul edilmiş bulunmaktadır.

Alkol Tayini

Alkolmetreler, alkol tespitinde sıklıkla kullanılan cihazlardır. Alkolmetrenin çalışma prensibine bakıldığında, alveol havasındaki alkol konsantrasyonunu, kan-alkol değerine çevirir. Pratik ve ucuz bir yöntem olduğundan dolayı tercih edilmektedir. Uygulamaya baktığımızda zaman zaman hatalı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle özellikle yasal sınıra yakın sonuçlar alındığında mutlaka kandaki etanol değeri ile sonuç doğrulanmalıdır.

Alkol tayininde en doğru yöntem venöz kan analizidir. Hatalı bir sonuca yol açmamak için, kanın alınması ve laboratuvara gönderilmesi aşamalarında aşağıdaki hususlarda dikkatli olunması gerekmektedir.

- Kan alınacak yer alkol ihtiva etmeyen bir solüsyon ile dezenfekte edilmesi,
- Steril enjektörle alınması
- Kontrol amaçlı bir numune daha alınması
- NaF tüp kullanılmalı
- Analiz gecikecekse örneklerin buzdolabı koşullarında saklanması
- Etiketlenme düzgün bir şekilde yapılmalı, etiketin üstüne kime ait olduğu, kanın alınış tarih ve saati yazılması oldukça önemlidir.

Alkolmetre ile yapılan ölçümlerde alkol alımından hemen sonra ya da 15 dakikadan daha az sürede ölçüm yapılmamalıdır. Cihaz yüksek değer okur buda hatalı okumaya neden olur. Bu yüzden bu husus göz önüne alınmalı, alkol tüketimi bittikten en az on beş dakikalık bir süre geçtikten sonra ölçüm yapılmalıdır. Bazı çalışmalarda ise bu sürenin 25-45 dakikaya kadar çıkması gerektiği, gerçek alkol değerinin ancak bu sürelerden sonra doğru olarak ölçülebildiğini belirtmektedir

Kandan etil alkol analizlerinde en sık kullanılan iki sistem

- Headspace-Gaz Kromatografisi/Kütle Spektroskopisi Yöntemi
- Headspace –Gaz Kromatografisi/Alev İyonizasyon Dedektörü

Headspace bir örnek hazırlama cihazıdır. Denge halindeki iki bileşenli heterojen bir sistemin gaz fazı analizidir. Diğer bir deyişle denge halindeki buharın analizidir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Aşıcıoğlu F., *Trafikte Güvenli Sürüş Açısından Alkol*, 2009, İstanbul.

Balcı Y, Göçeoğlu ÜÜ, Çekiç EG, Yürürdurmaz B, Savran B. (2021). Etil Alkol Saptanan Otopsi Olgularının Karakteristik Özellikleri ve Ölüm Nedenlerine Göre Değerlendirilmesi. *The Bulletin of Legal Medicine, 26*:72-77. [Crossref]

Baselt, R. C. (2004). *Disposition of toxic drugs and chemicals in man*. Foster City

Bilgiç, Ö. Gıda ve içeceklerde HS-GC-MS yöntemiyle etil alkol tayini ve sürücüler üzerindeki risk faktörleri [Master's thesis] Adli Tıp Enstitüsü.

Lieber, C. S. (2004). The discovery of the microsomal ethanol oxidizing system and its physiologic and pathologic role. *Drug metabolism reviews, 36*(3-4), 511-529. [Crossref]

Dettling, A., Fischer, F., Böhler, S., Ulrichs, F., Skopp, G., Graw, M., & Haffner, H. T. (2007). Ethanol elimination rates in men and women in consideration of the calculated liver weight. *Alcohol, 41*(6), 415-420. [Crossref]

Hjern, A., & Bremberg, S. (2002). Social aetiology of violent deaths in Swedish children and youth. *Journal of Epidemiology & Community Health, 56*(9), 688-692. [Crossref]

Sethi, D., & Racioppi, F. (2004). Road traffic injury prevention in children and youth in the European Region. *European journal of public health*,14(4):39-39. Great Clarendon St, Oxford Ox2 6dp, England: Oxford Univ Press

Torre, G. L., Beeck, E. V., Quaranta, G., Mannocci, A., & Ricciardi, W. (2007). Determinants of within-country variation in traffic accident mortality in Italy: a geographical analysis.

Vestal, R. E., McGuire, E. A., Tobin, J. D., Andres, R., Norris, A. H., & Mezey, E. (1977). Aging and ethanol metabolism. *Clinical Pharmacology & Therapeutics, 21*(3), 343-354. [Crossref]

Winek, C. L., & Murphy, K. L. (1984). The rate and kinetic order of ethanol elimination. *Forensic science international, 25*(3), 159-166. [Crossref]

BÖLÜM 21
ADLİ MÜHENDİSLİK VE NANOTEKNOLOJİ

Emine ŞENTÜRK
Bayram ÜNAL

DOI: 10.5152/0621

Adli Mühendislik ve Nanoteknoloji

Forensic Engineering and Nanotechnology

BÖLÜM HAKKINDA

Nanoteknoloji, atomik ve moleküler seviyede malzemelerin kullanılmasıyla yeni özelliklere sahip malzemelerin oluşturulmasını amaçlayan bir araştırma alanıdır. Adli bilimlerde, nanoteknoloji mikro-akışkan sistemlerin kullanımıyla PCR sonrası kantifikasyon, DNA ekstraksiyonu ve parmak izlerinin görselleştirilmesi gibi alanlarda devrim yaratmayı vaat eder. Adli mühendislik ise, mühendislik ilkelerinin hukuki amaçlar doğrultusunda uygulanmasıdır ve kazaların nedenlerini ve etkilerini analiz ederek mahkemeye bilgi sağlar. Adli parmak izi incelemelerinde nanoteknolojinin kullanımı, parmak izlerinin netliğini artırarak analiz sürecini iyileştirir. Altın nanoparçacıkları gibi gelişmiş teknikler, gizli parmak izlerini görünür hale getirme konusunda önemli bir rol oynar. Adli bilimlerdeki delil toplama ve analiz süreçlerini daha etkili ve güvenilir hale getirir. Adli kimliklendirme yöntemleri, suçların tespitinden masumiyetin kanıtlanmasına kadar adalet sisteminde çeşitli katkılar sağlar. Nanoteknoloji, özellikle DNA analizi ve adli genetik alanında büyük ilerlemeler kaydetmiştir. PCR gibi teknikler sayesinde, suçlarla mücadelede ve terör saldırılarının çözümünde önemli bir rol oynamaktadır. Patlayıcı tespiti alanında, nanoteknoloji geleneksel yöntemlerin sınırlılıklarını aşarak daha hassas ve güvenilir sonuçlar sağlar. Nanotüpler gibi nanomalzemeler, patlayıcı maddelerin tespitinde önemli bir rol oynar. Nanoteknoloji, adli bilimlerde geliştirilen akıllı materyaller ve cihazlar aracılığıyla suçun önlenmesinde etkili olabilir. Nano platformlar, delil analiz sürecini hızlandırabilir ve laboratuvar kontaminasyonunu azaltabilir. Nanomalzeme tabanlı cihazlar, suçla mücadele birimlerine daha etkili araçlar sağlayabilir ve toplumu suçtan koruma potansiyeline sahiptir. Gelecekte, nanoteknolojinin daha güvenli bir çevre oluşturma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Nanomühendislik, nanomalzemeler, gizli parmak izi

ABOUT the CHAPTER

Nanotechnology is a research field aiming to create new materials with novel properties by utilizing materials at the atomic and molecular levels. In forensic science, nanotechnology promises to revolutionize areas such as post-PCR quantification, DNA extraction, and visualization of fingerprints through the use of microfluidic systems. Forensic engineering, on the other hand, involves the application of engineering principles and methodologies in line with legal objectives, providing information to the court by analyzing the causes and effects of accidents. The use of nanotechnology in forensic fingerprint analysis improves the clarity of fingerprints, enhancing the analysis process. Advanced techniques like gold nanoparticles play a significant role in making latent fingerprints visible. These developments make evidence collection and analysis processes in forensic science more effective and reliable. Forensic identification methods contribute to various aspects of the justice system, from detecting crimes to proving innocence. Nanotechnology has made significant advancements, particularly in DNA analysis and forensic genetics. Techniques like PCR play a crucial role in combating crimes and solving terrorist attacks. In the field of explosive detection, nanotechnology offers more precise and reliable results by overcoming the limitations of traditional methods. Nanomaterials such as nanotubes play a significant role in detecting explosive materials. Nanotechnology can be effective in preventing crimes through the development of smart materials and devices in forensic science. Nano platforms can accelerate evidence analysis processes and reduce laboratory contamination. Nanomaterial-based devices can provide law enforcement agencies with more effective tools and contribute to protecting society from crime. In the future, nanotechnology is believed to have the potential to create a safer environment.

Keywords: Nanoengineering, nanomaterials, latent fingerprint

Nanoteknoloji Nedir? Adli Bilimlerde Kullanım Alanları Nelerdir?

Çeşitli ve benzersiz özelliklere sahip yeni malzemeler oluşturmak için maddenin atomik ve moleküler düzeyde kullanımı olan nanoteknoloji, sağlık hizmetlerinden fizik bilimlerine kadar çeşitli alanlarda muazzam potansiyele sahip hızla genişleyen bir araştırma alanıdır.

Adli bilimlerde nanoteknoloji, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) sonrası kantifikasyon, DNA ekstraksiyonu, nano tozlar kullanarak parmak izinin görselleştirilmesi gibi pek çok sahada mikro-akışkan sistemlerin uygulanabilirliğinde devrim yaratmayı vaat eder.

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Emine Şentürk

Bayram Ünal

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: emine.senturk@ogr.iuc.edu.tr
bayram.unal@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Şentürk, E., Ünal, B. (2024). Adli Mühendislik Ve Nanoteknoloji . F Aşıcıoğlu (Ed). Adli bilimler içinde. (s. 239-249). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

Genel olarak, Adli Nanoteknoloji, hantal cihazları küçük çip tabanlı platformlara dönüştürecek ve araştırmaları hassas, zamanında ve uygulanabilir hale getirmek için daha pratik analiz yöntemlerine dönüştürebilecek bir teknoloji sahasıdır. Adli bilimler ve nanoteknolojinin bazı alanları ve uygulamaları adli nanoteknoloji kapsamında tablo 1 ve şekil 1'de özetlenmiştir.

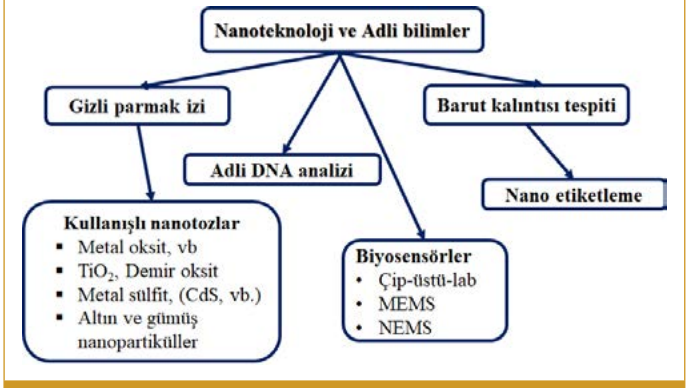
Tablo 1
Adli Bilimler ve Nanoteknoloji

Adli Nanoteknoloji	
Nanoteknoloji	Adli bilimler
Nanopartiküller	Parmak izi gelişimi
Nanosensörler	DNA dizilimi
DNA Nanoteknoloji	Adli toksikoloji
Nanolitografi	İlaç tanımlama
Taramalı prob mikroskobu	Fiber ve saç analizi
Nanorobotik	İz kanıtı analizi

Adli Mühendislik

Hukukun amaçları doğrultusunda mühendislik ilke ve metodolojilerinin uygulanması olarak tanımlanan adli mühendislik, hızla gelişen bir adli bilim uzmanlığı disiplinidir. Adli mühendislik alanı, tanımı gereği yasal bağlamda uygulanan tüm mühendislik disiplinlerini kapsadığı için oldukça geniştir. Adli mühendisliğin amacı, ölüm veya ciddi yaralanma ile sonuçlanan kaza vakalarında veya cezai konularda, adli bilim adamlarını, adli mühendislerin tavsiye ve danışmanlığını almaya teşvik etmektir.

Şekil 1
Adli bilimler ve Nanoteknolojinin bazı uygulamaları



Açıklama notu. Chauhan, V., Singh, V., & Tiwari, A. (2017). Applications of nanotechnology in forensic investigation. International Journal of Life-sciences Scientific Research/SSR Institute of International Journal of Life Sciences, 3(3) kaynağından uyarlanmıştır.

İnsan dokularının, darbeler, düşmeler, bıçaklamalar, ateşli silah yaralanmaları ve patlatmalardan kaynaklanan travmatik yüklemelere tepkisini ölçmek için mühendislik metodolojisinden yararlanmak olayları neticelendirmek için sürpriz çözümler ortaya koymaktadır.

Adli mühendislik mahkemeye intikal eden davalarda konuya hukuki açıdan mı cezai açıdan mı yaklaşılması gerektiğine dair delillendirme aşamasında oldukça etkili bir sahadır. Örneğin, ardındaki sebebin araştırıldığı bir uçak kazasında, eğer sebep terörist faaliyetler kapsamında uçağa bomba konması ya da uçağın kaçırılması ise bu durumda cezai mülahazalar ön plana çıkar. Ancak uçaktaki teknik aksaklık, tasarım sorunu ya da pilot hatası gibi sebepler varsa o zaman da hukuki mülahazalar ön plana çıkar. Bu ayrımı yapmada adli mühendislik, adaletin hizmetine oldukça işlevsel bir yaklaşım sunar.

Adli mühendislik, kazaların yeniden canlandırılması ile ilgili süreçte büyük öneme sahip olan bir disiplindir. Trafik kazalarından sonra kazanın nasıl gerçekleştiğine dair yapılan canlandırmalarda, adli mühendisler tarafından kaza mahallinde bırakılan fiziksel verilerin Newton'un mekanik yasalarına uygun olarak değerlendirilmesi, ortaya kazaya dair nitelikli bir analiz tablosu çıkarılmasını sağlar.

Kaza canlandırmalarında en zor kısımlardan biri de, yolcunun kaza yapan aracın içinde nasıl hareket ettiğini yani yolcunun kinematiğini belirlemektir. Yolcunun kinematiği genellikle yolcunun araç içerisinde çarptığı yerler, insan vücudunun darbeye karşı verdiği dinamik tepki, maruz kaldığı yaralanmalar gibi çok çeşitli parametrelerle ilgilidir. Bu tespiti yapabilmek de ciddi bir fizik bilgisi gerektirir. Yaralanma analizlerinde bazen ilk yolcunun kinematiği önemli olabilmekte ve tam yolcu kinematiği olmadan tespit yapılabilmektedir. Genel olarak, bir yolcu başlangıçta delta-v olarak adlandırılan aracın hızındaki değişimin tersi olan veya sonuçta ortaya çıkan araç ivmesinin tersi olan darbeye doğru hareket etme eğilimindedir (Hazarika & Russell, 2012).

Örneğin, araç ön taraftan bir darbe aldıysa, kaza esnasında yolcular ileriye doğru hareket etme eğiliminde olacaklardır. Bu durumda, ön koltukta oturanların direksiyon simidi, gösterge paneli veya ön cama, arka koltukta oturanların ise önlerindeki koltukların sırt kısımlarına çarpmaları muhtemeldir.

Eğer araç arkadan bir darbe aldıysa, yolcular önce koltuklarında geriye doğru hareket etme eğiliminde olacaklardır, ardından da bir ileri bir geri yönde hareket eğiliminde olacaklardır. Eğer emniyet kemeri ya da bir başka şekilde bulundukları noktada onları tutacak bir engel yoksa ön tarafa doğru sıçrama ihtimalleri ya da koltuklardan kaynaklı bir yaralanma yaşamaları söz konusudur.

Eğer araç yandan bir darbe aldıysa, çarpışmaya yakın olan yolcular çarpmaya doğru hareket edecek ve çarpmaya neden olan araca veya bir direk veya ağaç gibi yol kenarındaki bir nesneye fiziksel olarak temas edebilecektir. Emniyet kemerleri bu tür yandan çarpışmalarda yaralanmaları önleme etkisi göstermeyebilir, ancak yan hava yastıkları bir miktar koruma sağlar.

Adli bilimlerdeki uygulamaları adalete büyük katkı sağlayacak olan bir diğer mühendislik dalı da biyomühendislik alanıdır. Bu alan, Newton mekaniğinin biyolojiye uygulanması anlamına gelen biyomekanik, mühendislik ilkelerinin ve metodolojisinin biyolojik sistemlere uygulanması olarak tanımlanabilecek biyomühendisliğin bir alt alanıdır. Biyomekanik, bir çarpışmada yaralanmaları en aza indirmek için dokuların, hücrelerin ve biyolojik sistemlerin mekanik yüklemeye tepkisini ortaya koymanın yanı sıra; yapay organ, protez, biyoenstrümantasyon, tıbbi cihazlar, koruyucu spor

malzemeleri gibi güvenlik cihazları, otomobil tasarımı ve yolcu emniyet sistemi tasarımlarında önemli rol oynamaktadır.

Araç kazalarında çok önemli bir yere sahip olan ve yukarıda bahsi geçen delta-v, yaralanmalarla ilgili tesbitlerde adli mühendislerin başvurduğu önemli bir kavramdır. Delta-v, bir aracın anlık çarpma öncesi hızı ile anlık çarpma sonrası hızı arasındaki fark olarak tanımlanır. Süratle karıştırılmamalıdır. Delta-v, hem büyüklüğü hem de yönü olan bir vektördür ve delta-v'yi belirlemek için yalnızca hızların çıkarıldığı skaler bir işlem yapmak genellikle yanlıştır (Hazarika & Russell, 2012).

Delta-v'nin yaralanma potansiyeli ile ilişkili olmasının başlıca nedeni, delta-v'nin bir çarpışmadaki araç ivmeleri ile yakından ilişkili olması ve Newton'un ikinci yasasına göre sisteme etki eden bileşke kuvvetleri belirleyen şeyin ivmeler olmasıdır. Ancak, aracın ve yolcunun dönüş durumlarından çarpışma esnasında maruz kalabilecekleri hızlar ya da hız değişiklikleri etkileneceği için yolcu ile araç aynı delta-v' yi deneyimlemezler.

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1966 yılında çıkarılan Ulusal Trafik ve Motorlu Araç Güvenliği Yasası, araçlara kaza esnasında çarpışmaya dayanıklılık, yani yolcuları korumaya elverişlilik kriterleri getirdi. Bu kriterler Federal Motorlu Araç Güvenlik Standartlarının (FMVSS) oluşturulmasını sağladı. FMVSS, araç üreticilerin uyması gereken ve üç önemli yaralanma eşiği kriteri içerecek şekilde düzenlendi.

Kafa Yaralanma Kriteri (HIC) olarak bilinen ilk kriter, kaza esnasında araçtaki yolcuların kafa travması almasına sebebiyet verecek bir durumdan kaçınılması ile ilgili sağlamlıkla ilgilidir. Aracın hızlanma - zaman değerlerinin integralinin alınması ile ilgili matematiksel bir hesaba dayanan kritere göre sonuç 1000 değerinin üzerinde gösteriyorsa araç testi geçemez. İkinci kriter, kaza esnasında insan femurunun darbe alması neticesinde oluşabilecek kırıkların önüne geçmek içindir. Femura isabet edecek kuvvet 10.0 kN' yi (2250 lb) aşarsa araç testi geçemez. Üçüncü kriter ise kaza esnasında göğüs kafesinin alacağı darbeye yönelik bir kriterdir. Bir araç, kümülatif süresi 3 milisaniyeyi geçmeyen aralıklarla hızlanma yerçekimi ivmesinin altmış katını geçmezse bu testi geçer.

Ürün sorumluluğu yine adli mühendislerin değerlendirmede bulunabilecekleri bir başka önemli sorumluluk sahasıdır. Ürün üç şekilde adli davalara konu olabilecek açılardan değerlendirmeye tabi tutulabilir. (1) tasarım kusurları, yani ürün, güvenli ve öngörülebilir kullanımları için gerekli olan unsurlardan yoksundur; (2) üretim hataları, yani ürün, üreticinin kendi spesifikasyonlarına veya standartlarına göre üretilmemiştir; ve (3) ürünün doğru ve güvenli kullanımı konusunda kullanıcı gerektiği gibi uyarılmamıştır veya talimat verilmemiştir.

Bu tür ürün kaynaklı davalarda adli mühendisler, davacı tarafından ileri sürülen iddialar ışığında ürünü objektif olarak değerlendirir. İddia edilen kusurun mevcut olup olmadığını ortaya koyar. Ürünün davacının iddia ettiği yaralanmaya sebep olup olmayacağını değerlendirir. Ürün sorumluluğu soruşturmaları çok uzun ve zaman alıcı olabilir ve genellikle hem davacılar hem de davalılar adına uzmanlar için büyük meblağlarda para harcamasını gerektirir. Ayrıca çok sayıda hesaplama, bilgisayar modellemesi ve laboratuvar testi gerektiren teknik olarak çok zorlayıcı olabilirler.

Tasarım kusuru da yargıya intikal eden bir başka adli mühendislik dava konusudur. Araçların seyahat sırasında meydana gelen beklenmedik durumlar neticesinde devrilmeleri ile ilgili olgu göz önüne alındığında adli mühendislerin bu devrilmenin aracın tasarım kusurundan mı kaynaklandığı yoksa sürücü hatası veya dış etkenlerden mi kaynaklandığı ile ilgili tespit ve değerlendirme yapmaları beklenir. Mesela, arazi kullanımına uygun üretilen ATV tarzı araçların ya da hem karayolu hem arazi için üretilen SUV tarzı araçların devrilme eğilimleri tasarımcının aracın ağırlık merkezi ile ilgili hesaplamalarında yaptığı hatadan kaynaklı olabilmektedir.

İmalat hataları da bir başka adli mühendislik konusudur. Örneğin kesme işlemi için üretilen bir bıçak, bıçağı kullanan kişi tarafından elini kesmekle neticelendi ise burada bir imalat hatasından söz edilemez. Bıçağı kullanan kişinin dikkatsizliği söz konusudur. Ancak bıçağı üretim amacına uygun olarak mutfakta yaptığı bir iş için kullanırken bıçak kırıldı ise burada imalat hatasından söz edilebilir.

Tasarım kusuru davaları milyonlarca ürünün hepsini kapsayan hatalardan kaynaklanmadığı ve üretilenler içerisinden bir parçada sorun çıkmasını içermesi sebebiyle tasarım kusuru davalarına göre çok daha kolaydır. Yukarıda SUV tarzı araç için tespit edilebilecek bir tasarım kusuru aynı serideki tüm araçları kapsayan büyük çapta bir kusur olduğundan davanın kapsamı da çok büyük olacaktır.

Adli mühendislik alanının bir diğer önemli konusu da ürün hakkında gerekli uyarının yapılmadığı durumlardır. Örneğin, kaza esnasında çok yüksek hızla açılan ve yolcunun nefes yolunu tıkayarak ölümüne sebebiyet verme riski taşıyan bir hava yastığı modeli aracın satışı esnasında müşteriye verilecek bilgiler kapsamına dahil edilmelidir (Hazarika & Russell, 2012).

Adli Parmak İzi İncelemelerinde Nanoteknolojinin Kullanımı

Protein ve yağ asitlerinin kombinasyonundan meydana gelen parmak izlerinin tam olarak tanımlanması günümüzde hala zor bir iştir ve farklı teknikler yardımıyla ancak kısmen yapılabilmektedir. Bu sebeple parmak izlerinin tespiti için nanoparçacık düzeneği üretilmesi oldukça zordur. Ceza davalarında neticeye ulaşmada önemli yer tutan parmak izi, bu başlık altında, oluşum süreci, adli analizdeki rolü ve tanısı için geliştirilen son nano teknolojik imkanlar bakımından ele alınacaktır.

Sürtünme sırt derisi (FRS) olarak da bilinen parmak izi, parmak uçlarındaki belirgin ana hatlar ve dairesel çizgilerden meydana gelerek her bireye özgü bir desen meydana getirir. Bu desenin kişiye özgü olması ve kişinin yaşamı boyunca değişmemesi sebebiyle, parmak izleri, 19. yüzyılın sonlarından itibaren kriminologlar ve kolluk kuvvetleri tarafından adli soruşturmalarda biyometrik tanımlayıcı olarak değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır (Daluz, 2014). Yapıştırıcılar, metaller, kumaş parçaları gibi gözenekli ya da gözeneksiz hemen her yüzeyden parmak izi alınabilir.

Herhangi bir kazaya bağlı yaralanmalardan kaynaklanan zedelenmeler haricinde, parmak izleri insanın hayatı boyunca aynı kalır. Aynı DNA'ya sahip tek yumurta ikizlerinin bile parmak izleri farklıdır (Editors, 2015).

Parmak izi oluşumu, anne karnındaki bebeğin 10. haftayı tamamlaması ile başlar. Embriyonik gelişim sürecinde mezenşimal bağ dokunun şişmesi ile el ve ayak şekillenmeleri meydana gelerek parmak ucundaki ciltte hücre farklılaşmasını tetikler. Amniyotik sıvının fetüsün etrafındaki akışı ve farklılaşma sürecinde fetüsün pozisyonu, parmak izlerinin daha ince detaylarından sorumlu olan mikro bir ortam hazırlar. Parmak izi, fetus gelişiminin yaklaşık yedinci ayında tam şeklini alır (Maltoni, Maio, Jain & Prabhakar 2009), (Le niewski, 2016).

Parmak izleri yüzeyde bıraktıkları kalıntı bileşimine bağlı olarak, patent (görünür/açık) veya latent (görünmez/gizli) parmak izleri olarak sınıflandırılabilirler. Açık parmak izleri, kan, mürekkep, boya vb. maddelerin; gizli parmak izleri ise, sebum gibi yağlı maddelerle birlikte ekrin terinin yüzeyde oluşturduğu parmak sırtı deseninin izleridir.

Ekrin bezleri insan vücudunun ana ter bezleridir ve parmak izlerinin ekrin fraksiyonu çoğunlukla inorganik bileşikler, amino asitler, proteinler, lipitler, üre, kreatin, glikoz gibi çeşitli bileşiklerden oluşur. Yağ bezleri, yağlı veya mumsu madde salgıladıkları için cildin su geçirmezliği ve yağlanması görevlerinde rol alırlar. Dolayısıyla parmak izlerinin yağ kısmı, yağ asitleri, fosfolipitler, mum esterleri, steroller, skualen ve diğer organik bileşiklerden oluşur.

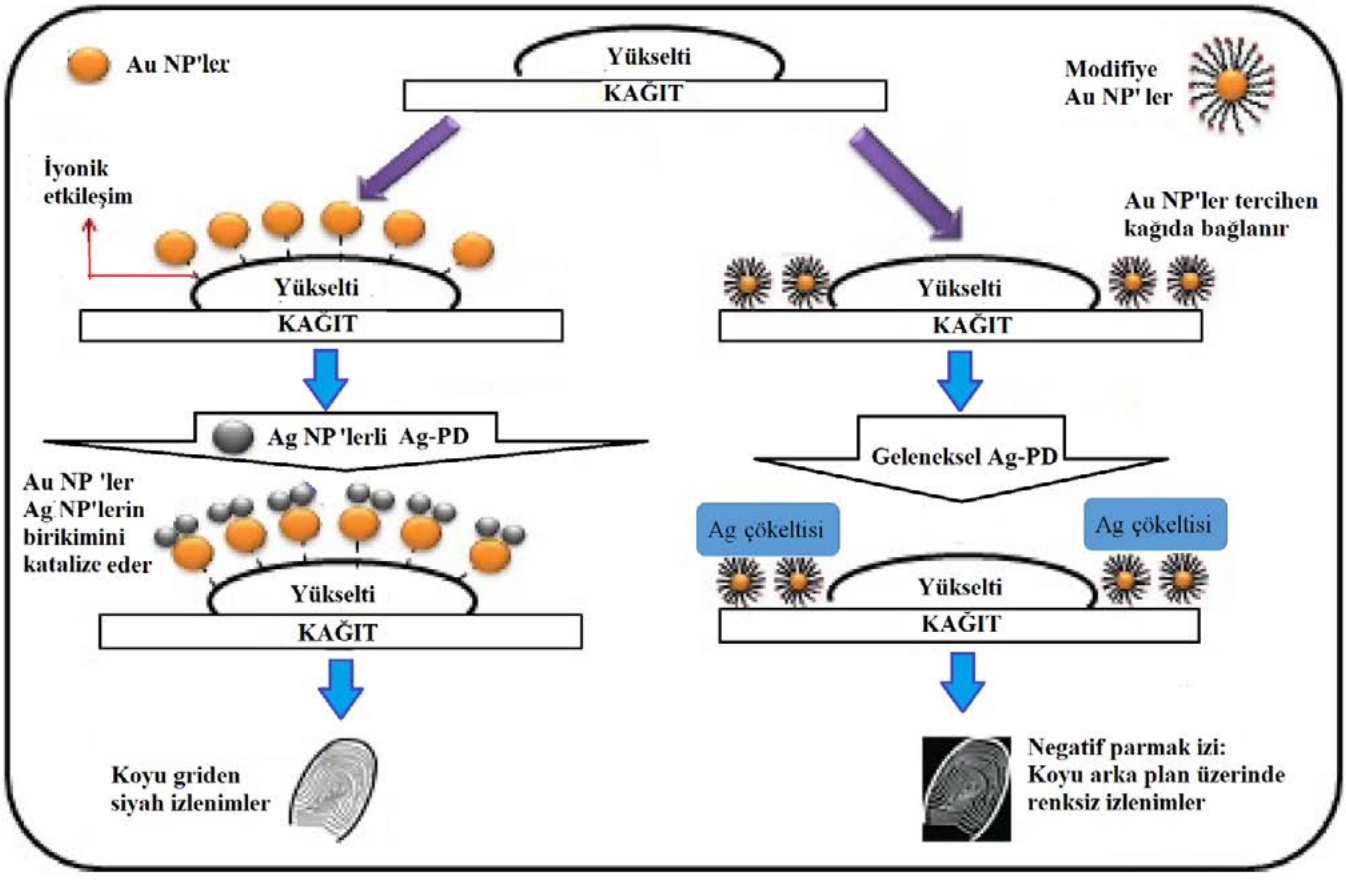
İnsan terinin ve sebumun bileşimi bireye özgüdür ve bireyin yaşı, sağlık durumu, beslenme alışkanlığı gibi bir dizi faktöre bağlıdır. Yüzeyde meydana gelen parmak izlerinin bileşimi, uçucu bileşenlerinin buharlaşması, gözenekli yüzeyde dağılması, ışığa, sıcaklığa ve neme maruz kalması gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak zamanla değişebilir (Daluz, 2014), (Spaulding, 2008).

Parmak izi analizi için bir dizi optik, kimyasal ve fiziksel teknik olmasına rağmen, gizli parmak izlerinin önemli bir kısmı hala tespitten kaçmakta ve bu da analizde hataya sebebiyet vermektedir. Uygun şekilde toplanır ve doğru bir şekilde analiz edilirse, parmak izleri kusursuz delillerdir ve suçluları tespit etmek için suçla mücadele eden birimlere paha biçilmez şekilde hizmet edebilirler (Hamilton, 2008).

Parmak izleri sadece kişinin kimliğini ortaya çıkarmakla kalmaz, aynı zamanda kişinin mesleği, dokunduğu maddeler ya da vücudundaki salgılar hakkında da ipucu verebilir. Bir gitaristin parmak uçları tellere temas nedeniyle pürüzlü iken, çok fazla kağıt işiyle uğraşan birinin parmak uçları pürüzsüzdür (Huynh & Halámek, 2016).

Bez salgıları vücudun hormon sistemi tarafından kontrol edildiğinden parmak izlerinde bulunan sebum ve ter bileşenleri analiz edilerek bir bireyin çeşitli fiziksel özellikleri belirlenebilir.

Şekil 2
Nanoteknoloji yardımıyla ıslak kağıt üzerindeki gizli parmak izlerinin kimliklendirilmesi



Açıklama notu. Jaber, N., Leśniewski, A., Gabizon, H., Shenawi, S., Mandler, D., & Almog, J. (2012). Visualization of Latent Fingermarks by Nanotechnology: Reversed Development on Paper—A Remedy to the Variation in Sweat Composition. Angewandte Chemie, 51(49), 12224–12227 kaynağından alınmıştır.

Muramoto ve arkadaşlarının (Goucher, Kicman, Smith, & Jickells, 2009) yaptığı çalışma, Uçuş Zamanlı-İkincil İyon Kütle Spektrometresi (TOF-SIMS) ve Desorpsiyon Elektrosprey İyonizasyon Kütle Spektrometresi (DESI-MS) kullanılarak, parmak izi yüzeyindeki yasadışı maddelerin temas bölgesinde bulunan çözünmüş miktarından saptama yapmak için özgün bir test örneği ortaya koyar.

Geleneksel olarak parmak izi analizlerinde, manyetik toz, alüminyum pul tozu, luminesant toz ve demir pul tozu gibi ticari olarak temin edilebilen farklı toz türleri vasıtasıyla tozlama yöntemi kullanılır (Daluz, 2014). Adli tespit için önemli olan patlayıcı kalıntılarının veya yasaklanmış maddelerin moleküler iyonlarını tanımlamak için ise kromatografiye ek olarak kütle spektroskopisi gibi teknikler kullanılır (Rowell, Hudson, & Seviour, 2009). Parmak izi analizi için kullanılan diğer yöntemler arasında, kütle spektroskopisi ile birleştirilmiş Yüzey Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon (SALDI) (Ifa, Jackson, Paglia, & Cooks, 2009), Desorpsiyon Elektrosprey İyonizasyon (DESI) kütle spektroskopisi (Wolstenholme, Bradshaw, Clench, & Francese, 2009), Matriks Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon kütle spektroskopisi (MALDI) [14], Raman spektroskopisi ve Kızılötesi spektroskopisi yer alır (Daluz, 2014).

Adli tıp alanındaki nano teknolojik gelişmelerin ortaya çıkmasıyla birlikte, parmak izi analizi için de güncel teknolojiye dayalı teknikler ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda, altın nanopartiküller, Çinko sülfür/kadmiyum selenit ve çeşitli organik-inorganik silika bazlı partiküller gibi farklı nanopartiküller parmak izlerinin netliğini artırmak için kullanılır.

Son gelişmeler sayesinde, parmak izi örneklerinde bulunan kokain gibi yasadışı uyuşturucuların, nanoparçacıkların spektroskopik özellikleri araştırılarak miktarları tespit edilebilmektedir. Gümüş, altın ve titanyum oksit nanoparçacıkları kullanılarak parmak izi örneklerinde bulunan yasaklanmış maddeler tespit miktarlarınca nicelenmektedirler (Lang, Hegner & Gerber, 2010).

Açık parmak izleri çıplak gözle görülebilir ve bu nedenle doğrudan inceleme işlemi için kullanılabilirler. Ancak gizli parmak izlerinin görselleştirilmesi ve inceleme sürecinde kullanılabilmesi için geliştirilmeleri gerekmektedir. Nanoteknolojinin parmak izi analizi ile entegrasyonu, özellikle bu aşamada gereklidir. Gizli parmak izlerinin netliği, gümüş fiziksel geliştirici ve ter kalıntıları ile birlikte hidrofobik etkileşimler oluşturan, uzun hidrokarbon zincirlerine bağlı altın nanoparçacıklar kullanılarak arttırılabilir (Kaushik, Mahendru, Chaudhary & Kukreti, 2017).

Parmak izi geliştirmenin ana alt tabakası olan terde çözünen amino asitler su ile uzaklaştırıldığı için, suyla ıslanmış kağıt üzerindeki gizli parmak izlerinin belirlenmesi zorlu bir iştir. Katyonik yüzey aktif maddeleri tarafından stabilize edilmiş gümüş nanoparçacıkların sulu çözeltisi bu duruma uygun gümüş fiziksel geliştiricisi (Ag-PD) gibi davranırlar ve gümüşün, terin suda çözünmeyen bileşenlerinde yavaşça birikmesini sağlarlar. Ancak, bu yöntem, tekrarlanabilirlik eksikliği, zayıf kontrast gibi farklı açılardan eksiklikler taşımaktadır. AuNP' lerin parmak izi kalıntısına negatif yüklü altın kolloidler ve parmak izinin pozitif yüklü bileşenleri arasındaki iyonik etkileşimler yoluyla bağlandığı Multi Metal Bırakımı (MMD) yöntemi kullanılarak bu eksikliğin üstesinden gelinebilir. Onlar, Ag-PD çözeltisinden metalik gümüşün çökelmesini daha da katalize ederler (Şekil 2). AuNP' ler, molekülleri kağıda yüksek afiniteye sahip aktif başlar ve metalik nanopartiküllere bağlanabilen aktif kuyruklar içeren iki işlevli reaktifler tarafından bağlanır. Böylece geleneksel Ag-PD solüsyonu ile gerçekleştirilecek ikinci işlem, üzerlerine siyah gümüş çökelerek altın kaplı bölgenin kararmasına neden olacaktır (Şekil 2) (Sametband, Shweky, Banin, Mandler & Almog, 2007).

Hibrit organik-inorganik silika bazlı partiküller, gizli parmak izi analizi için son derece faydalıdır. Çinko sülfür/kadmiyum selenid nanoparçacıkları parmak izlerini görünür kılmak için geliştirilmiştir ve bu nanoparçacıklar da UV ışığı varlığında ışınırlık verme eğiliminde olduğundan, bu sistem altındaki parmak izleri herhangi bir ek yönteme gerek kalmadan doğrudan gözlemlenebilmektedirler (Algarra, Jiménez-Jiménez, Moreno Tost, Campos, & Da Silva, 2011).

Gözenekli Fosfat Heteroyapılarında (PPH) bir araya getirilmiş hibrit kadmiyum sülfür kuantum noktaları (QD'ler) nanokompozitler, merkaptopropil (PPH-SH) ve Propionitril (PPH-CN) ile işlevselleştirildiklerinde doğada ışınırlık verme eğilimindedirler, bu da onları parmak izi analizi için potansiyel olarak faydalı kılar (Fernandes, Krysmann & Kelarakis, 2015).

Öte yandan, desenli veya çok renkli arka plan üzerinde bulunan gizli parmak izleri, Poly (stiren-altmaleik anhidrit)-b-Polistiren (PSMA-b-PS) ile işlevselleştirilmiş hibrit nano tozları ve altın nanoparçacıkları kullanılarak kolayca görselleştirilebilirler (Song, Huang, Yi, Ning, Hu, Nie, Chen & Nie, 2015), (Lee, Lee & Kim, 2016).

Gizli parmak izlerini içeren bir yüzeye uygulanan manyetik olarak duyarlı diasetil (DA) tozu ve manyetit nanoparçacıklarının karışımı, manyetik alan varlığında parmak izlerinin sırt desenleri boyunca hareketsiz hale gelirler. Gizli parmak izi üzerinde hareketsiz hale getirilen bu karışım kompozit, UV ışığı ile ışınlama ile mavi renkli Poliasetilenlerin üretilmesine neden olur. (PDA'lar). Mavi renkli görüntüye uygulanan ısıl işlem, maviden kırmızıya geçiş esnasında gizli parmak izinin verimli şekilde görüntülenmesini sağlayan floresan özelliğini destekler (Gill, Jeffreys & Werrett, 1985).

Adli Moleküler Biyoloji ve Genetik Araştırmalarında Nanoteknolojinin Kullanımı

Adli kimliklendirme, adli soruşturma sürecinde gerçeği ortaya çıkarmak için kullanılan evrensel bir yöntemdir. Adli kimliklendirme yönteminin değeri, süreci yürüten uzmanın olay yerinde bırakılan izleri referans materyalleri ile mukayese edebilme kabiliyetinde gizlidir. Mesela; olay yerinde bulunan kan lekelerinin, şüphelinin kıyafetinde bulunan ve kurbandan alınan kan örnekleri ile karşılaştırılması sürecinde uzman bu yöntemi kullanarak neticeye varır. Ya da üzerinde parmak izi bulunan silahın yivi ile diğer silahların yivi de yine bu yöntemin kullanımına bağlı bir araştırma sonucu netice verir.

Adli tıpta kimliklendirme alanında son 30-40 yılda çok büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Adli kimliklendirme; medeni hukuk, ceza hukuku, aile hukuku ile ilgili davalarda ve çok sayıda mağdurun olduğu doğal afetler, kazalar, savaşlar ya da terör saldırıları gibi felaket durumlarında çok önemli rol oynamaktadır.

1983 yılında, Kary Mullis tarafından polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) keşfedilmiştir. PCR, çekirdekli hücre içeren biyolojik her insan izinden veya mikro izden, amplifikasyon reaksiyonlarına tabi tutularak DNA'nın kişiye özgü bölgelerinin enzimatik yollarla çoğaltılması işlemidir. Bu işlem sırasında DNA' nın özgün bölgeleri 28 ile 34 aralığında bir değer sayısınca kopyalanır ve yaklaşık bir milyar kadar sayıda kopyası üretilir. Bu yöntem, 50 pg' den az içeren DNA matrisi biyolojik örneklere, biyolojik mikro-izlere, çürümenin ileri aşamasında olan biyolojik örneklere, tek fazlı veya çok fazlı uygulanabilir. PCR'ın keşfiyle birlikte, Sir Alec Jeffreys, monozigotik ikizler istisna olmak üzere, her birey için özel ve benzersiz özelliklere sahip olan bir dizi DNA fragmenti üzerinde çalışarak adli kimliklendirme yöntemini adli genetik alanına kazandırmıştır. Ayrıca, bu reaksiyon ürünlerini "genetik parmak izleri" olarak adlandırmıştır. Ayrıca, adli kişisel kimlik tespitinde (suçlar, kan bağı, neseb tayini, cinsel istismar, göç... gibi durumlarla ilgili) genetik parmak izi kullanımının önemi ilk kez bu çalışmada ortaya konmuştur (Tamarin, 1999). Bu keşif sayesinde, ilk adli genetik vakası DNA analizi kullanılarak çözülebilmiştir (Butler, 2009). 1983 ve 1986 yıllarında öldürülen iki kızın cinayetinin ardından, polis cinayetlerin işlendiği bölgede yaşayan 5000 erkekten kan örneği toplamış ve katili DNA profiline göre bulmuştur (Bond & Hammond, 2008). Adli genetik profilleme için kullanılan ve çekirdekli hücrelerden oluşan biyolojik örneklere; sıvı veya kuru kan tortusu, çeşitli biyolojik salgılar (tükürük, meni gibi), sert dokular (diş, kemik), foliküllü (köklü) tüyler, sitolojik lekeler verilebilir.

Günümüzde tam kan, en yaygın kullanılan DNA kaynağıdır. Antikoagülan (kan sulandırıcı, pıhtıçözer) EDTA (etilendiamintetraasetik asit) üzerinde derlenir. Kan numunesi; 5-7 günlük zaman aralığı için 4°C' de, birkaç haftalık zaman dilimi için -20°C' de, daha uzun zaman dilimleri için ise -80°C'de muhafaza edilir (Graham, Türk & Rutty, 2008). Otopsi sırasında kan alınması durumunda antikoagülana ihtiyaç olmaz ve kalp odaları, çevresel damarlar, uzun kemikler, diğer doku türleri, iskelet kasları veya kalp kasından toplanabilir.

Tam kan dışında, ağız mukozasındaki epitel hücreleri ve saç, DNA analizinde sıklıkla kullanılan iki önemli kaynaktır. Epitel hücrelerinden numune örneği alınırken, steril bir çubuk veya fırça kullanılır. Sonra bu örnek kağıt zarfa sarılarak kurumaya bırakılır. Saç numunesi ise analize yeterli olacak şekilde 5 ya da 10 tel çekilmek suretiyle alınır. Saç numuneleri kağıt zarflara veya plastik ambalajlara sarılarak, oda sıcaklığında ve kuru bir ortamda muhafaza edilirler (Jobling & Gill, 2004).

Toplanan biyolojik numunelerin doku, kas, organ veya deri olmaları durumunda numune hacimlerinin 2 ila 4 cm arasında olması gerekir. Bu numuneler saklama koşullarına bağlı olmak kaydıyla zamanla hem miktar hem kalite kaybedeceklerinden toplanmalarının hemen ardından DNA ekstraksiyonu ve izolasyonu işlemlerine tabi tutulurlar.

Adli Bilimlerde Kimliklendirmede Kullanılan Yöntemler

Otozomal STR (kısa tekrar dizileri) profilleme (short tandem repeats profiling): Bireylerin suça karışıp karışmamaları ile ilgili neticeye varabilmek için şüpheliler arasına dahil etme ya da dışlama imkanı tanıyan bir yöntemdir. Suç mahallinde bulunan biyolojik örneklerden elde edilen STR profillerinin, bilinen şüphelilerin diğer profilleriyle karşılaştırılması esasına dayanır. İşlem sonucunda polis tarafından eşleşen profil sayesinde olayın faili tanımlanır ya da mevcut STR de ulusal adli DNA veri tabanına dahil edilir (Иванов, Wadhams, Roby, Holland, Weedn & Parsons, 1996).

Y kromozomunun analizi: Y kromozomunun sadece erkeklerde bulunma özelliği adli tıptaki araştırmalara oldukça fayda sağlayan bir ayırt edici yöndür. Olay yerinde bulunan bir Y kromozomu örneği o bakımdan oldukça faydalıdır. Tecavüz gibi vücut sıvısı karışımlarına dair numuneler elde edilebilen adli vakalarda, Y STR bileşeninin analizi erkek birey hakkında bilgi verir.

Mitokondriyal DNA (mtDNA) analizi: Mitokondriyal DNA (mtDNA) anneden kalıtılır; bu nedenle, ailenin anne tarafından gelen tüm üyeleri aynı haplotipi paylaşır. Avantajı, hücre başına 200-1700 kopya sayısına ve nükleer DNA' ya kıyasla daha yüksek hayatta kalma şansına sahip olmasıdır. MtDNA analizi ile gerçekleştirilen adli incelemelerde, eski veya ciddi şekilde bozulmuş biyolojik örneklerden ya da düşük miktarda DNA içeren biyolojik örneklerden (örneğin saç telleri) netice elde etmek mümkündür. MtDNA, Çar II. Nicholas ve kardeşi Georgij Romanov'un kimliklendirilmelerinde kullanılmıştır (Butler, Yin & McCord, 2003).

Otozomal tek nükleotid polimorfizm tiplendirmesi: Tek nükleotid polimorfizmler (SNP ler), STR' lere kıyasla daha düşük bir heterozigoza (farklı genli olma durumuna) sahiptir. İyi bir STR profili elde etmek için gereken DNA şablon boyutu STR' ler için 300 bp iken, SNP' ler için bu boyut 50 bp kadardır. Bu durum SNP tiplendirmesini avantajlı konuma getirir (Batterman, Batterman & Batterman, 2023).

Adli analizlerin çoğu zaman çok küçük miktardaki numuneler üzerinde yapılması gerektiğinden ekstraksiyon aşamalarında kullanılan tekrarlanabilirlik ve nanomalzemeler çok dikkatli bir araştırma gerektirir. Çok çeşitli nanomateryal tabanlı DNA ekstraksiyon protokollerinin varlığından dolayı, şu anda adli laboratuvarlarda kullanılan standart bir ekstraksiyon yöntemi bulunmamaktadır. Bu çeşitlilik, adli araştırma ve laboratuvar grupları, ülkeler ve hatta vaka çalışmaları arasında adli örnekleri karşılaştırma potansiyelini sınırlandırılabileceği için nanomalzemelerin standardizasyonuna dayalı çip üstü laboratuvar yöntemlerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu problemler ortadan kaldırıldığında, adli bilim adamları nanomateryalleri ve DNA analizini vaka çalışmalarında kullanabilecek ve nanoteknoloji sayesinde kişisel kimliklendirme için sağlam ve güvenilir kanıtlar sunabileceklerdir.

Genetik kimliklendirmenin adalete katkısı: Şüphelilerin tespiti ve suçun teyidi; Masum tarafların aklanması; Suç işleyenlerin veya seri katillerin ortaya çıkarılması; Biyolojik soy bağını araştırmak; Karmaşık durumlarda akrabalık bağı kurmak; Tarihsel gerçeği bulmaya hizmet eden biyolojik soy ilişkileri kurmak (Romanov davası, Fransa'daki XVII. Louis davası, Nazi doktoru Joseph Mengele); Terörist saldırı veya doğal afet mağdurlarının tespiti; Tıbbi testler için belirli probların tanımlanması (histoloji testi için doku, kandaki alkol içeriği testi, diğer toksikolojik testler) gibi.

Patlayıcı Tespitinde Nanoteknolojinin Kullanımı

Ulusal güvenlik ile ilgili endişeler, patlayıcı tespitinin gerçekleştirilmesinde daha hızlı, daha hassas, daha ucuz ve daha basit tekniklerin geliştirilmesine yol açmıştır. Geleneksel güvenlik önlemleri, havaalanlarında bagaj içini görüntülemede kullanılan x-ray

cihazları ve valiz içine gizlenmiş olabilecek silahları tespit etmek için de metal dedektörlerin kullanımını içerir. Ancak patlayıcı maddeleri geleneksel arama yöntemleri ile tespit etmek teröristlerin kullanmaktan kaçındığı metalik nesneler sebebiyle oldukça zordur. Uçucu maddelerin tespitinde kullanılan iyon hareketlilik spektrometrisi gibi cihazlarda yalnızca el bagajında bulunan eşyaların taranması için uygundur.

Havadaki patlayıcı madde tesbitlerinde, patlayıcıların, tesbit edilmelerinin önlenmesi için sarılıp paketlendiklerinde düşük buhar basınçları ile ilgili olarak daha tehlikeli hale geldikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Peroksit bazlı patlayıcıların kullanımındaki artış, bu patlayıcı madde grubunun tespiti konusunda çok fazla araştırmaya sebep olmuştur. Ancak, güncel kimyasal tanımlama teknikleri, maddenin nitrojen ve karbon içeriğine dayanarak gerçekleştirilmektedir ve bu uygulama peroksit patlayıcılar için uygun bir tespit yöntemi değildir.

Kütle spektroskopik yöntemler çok yüksek hassasiyet ve seçicilik sunarlar ancak pahalı yöntemlerdir ve laboratuvar tabanlı ekipman gerektirir. Mevcut çalışmaların çoğu, bu tür ekipmanların boyutunu ve maliyetini azaltmaya yöneliktir. İyon hareketlilik spektrometrisi (IMS), bir elektrik alanı uygulanırken cihazın gaz fazı içindeki iyonların hareketliliği yoluyla numuneyi karakterize etmesi prensibine göre çalışan bir cihazdır. Numune buharları, sürüklenme tüpüne verilmeden önce atmosfer basıncında iyonize edilir. Sürüklenme süreleri iyonların kütlesi ile ilgilidir ve kütle/yük oranı belirlenerek, bilinen standartlarla karşılaştırma yoluyla numune içindeki bileşenleri tanımlama yoluna gidilir.

Bir maddenin kimyasal bileşimini kütle/yük (m/e) oranına göre ayırır ve analiz eden Kütle Spektrometrisi (MS), hem maddeleri tanımlamadaki özgünlüğü hem de hızlı sonuç vermesi nedeniyle patlayıcı tespitinde başarıyla kullanılan bir diğer cihazdır. Daha önceleri MS cihazları hem boyutu hem de maliyetleri sebebiyle, güvenlikle ilgili araştırmalarda kullanılmamışlardır.

Spektrometrik yöntemlerin birçoğu adli analizlerde güvenlikle ilgili incelemelerde kullanılmaktadır. Ancak mevcut yöntemlere her zaman daha az ön aşama gerektiren ve daha az maliyetli olabilecek yeni yöntemler alternatif olarak geliştirilmektedir. Atmosferik basınçta kimyasal iyonizasyon (APCI), korona deşarjı (elektrik deşarjı) kullanılarak bir numunenin ve taşıyıcı gazın iyonizasyonunun sağlandığı bir yöntemdir.

Terahertz (THz) spektroskopisi, patlayıcı buhar izlerinin saptanmasında kullanılmak üzere birçok kez araştırılmıştır (Leahy-Hoppa, Fitch & Osiander, 2009), (Woolard, Brown, Pepper & Kemp, 2005), (Liu, Zhong, Karpowicz, Chen & Zhang, 2007). Numuneler, hem pamuklu bir çubuk kullanılarak hem de doğrudan patlayıcı madde kullanan bir elin derisinden toplanmıştır. Bu yaklaşımı kullanarak, 3 pg L^{-1} konsantrasyonunda 2,4,6-trinitrotoluen (TNT) tespit edilmiştir. Ayrıca Tek Foton Lazer İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometrisi, hızlı lazer tabanlı bir tekniktir ve küçük parçalardan patlayıcının algılanmasını mümkün kılarak ana iyonun daha kolay tanımlanmasını sağlar (Mullen, Irwin, Pond, Huestis, Coggiola & Oser, 2006).

Lazer oluşturmalı plazma spektroskopisi (LIBS), araştırılan numuneyi buharlaştırmak için bir plazma bulutu oluşturmak üzere yüksek yoğunluklu bir lazer kullanır ve daha sonra bu plazmadan yayılan ışık, numunenin karakterizasyonunu sağlar.

Raman spektroskopisi, numune lazerle uyarıldıktan sonra saçılan fotonların toplanması ve analizi yoluyla bir numunedeki titreşim geçişlerini ölçer. Ortaya çıkan spektrumlar, numunenin tek tek bileşenlerini tanımlayarak kimliğinden bir iz sunabilir.

Boşluk halka aşağı spektroskopisinde (CRDS), yüksek derecede yansıtıcı aynalarla çevrili rezonanslı bir boşluğa kısa bir ışık vurumu enjekte edilir. Boşluk içinde yeterli radyasyon biriktiğinde, lazer kapatılır ve ışığın yoğunluğunun üstel bozunması zamanla ölçülür.

Koklama Türünde Sensörler: Doğal ve yapay olmak üzere iki tür koku algılayıcının var olduğu düşünülebilir. Köpekler uzun süredir patlayıcıları tespit etmek için kullanılmaktadır ve diğer hayvan türlerinin de bu sahada kullanılabilirlikleri araştırılmaktadır, ancak hayvanların eğitiminin zaman, maliyet ve nicel bilgi eksikliği bakımından sorunlu yanları bulunmaktadır. Elektronik burunlar geliştirilmektedir ancak henüz saha kullanımı için özgünlük ve güvenilirliğe sahip değildir. Bu yapay burunların saha çalışmasına uygun hale gelmeden önce performanslarının iyileştirilmesi gerekmektedir.

Sensör teknikleri: Sensörler, düşük maliyetli ve taşınabilir olmalarından dolayı patlayıcı tespitinde tanımlayıcı rol oynamaktadırlar. Enzim gibi immobilize edilmiş aktif bir tür içerirler ve bu sayede gerekli patlayıcıyı seçerek tanımlarlar. Ancak, sensörler hassasiyet açısından sorunludurlar. Birçok sensör düşük seviyedeki patlayıcıları kolayca tespit edemez.

Nanoteknoloji, son yıllarda birçok alanda kullanıma girdiği gibi bu alanda da teknik gelişmelere oldukça fayda sunmaya hazır bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, karbon nanotüpler, diğer karbon platformlarını içeren sensörlere kıyasla gelişmiş algılama hassasiyeti gösterirler (muhtemelen artan yüzey alanı nedeniyle), elektrokatalitik etkileri vardır, mekanik olarak güçlü ve esnektirler. Ayrıca, mükemmel elektriksel ve termal iletkenliğe sahiptirler. Nanoteknolojinin sunduğu en güzel teknoloji yeniliklerinden biri nanotüplerdir. Yapıya bağlı olarak iletken, yalıtkan ya da yarı iletken olabilen elektriksel özellikleri sayesinde eksenel yönde ısıl iletkenlikleri yüksek, yanal yönde ısıl iletkenlikleri düşüktür.Ayrıca benzersiz kinetik, optik ve mekanik özellikleri vardır ve nanoteknolojik tekniklere bu yönlerden de faydalı olacaktır (Saito, Dresselhaus & Dresselhaus, 1998).

Artan terör tehditleri karşısında yurt güvenliği ile ilgili mayın tarlalarının temizlenmesi gibi yüksek risk teşkil eden durumlar için patlayıcı madde tespiti alanının aktif ve geniş kapsamlı bir araştırma alanı olmaya devam edeceği kesindir. Bu kapsamda, taşınabilirlik ve mevcut teknolojilerin minyatürleştirilmesi konularında çok fazla araştırma yapılmaktadır. Nanoteknolojinin bu açıdan önemli bir rolü olduğu gibi yeni teknolojilerin geliştirilmesine de olanak sağlaması söz konusudur. Az miktardaki numunelerden neticeye varmak üzerine yapılan çalışmalar rekabetçi bir araştırma alanı olmaya devam etmektedir.

Adli DNA İncelemelerinde Nanoteknolojinin Kullanımı

Son yıllarda nanoteknoloji içeren uygulamaların geliştirilmesi yoğun rağbet görmüştür. Nanoteknoloji, malzemeleri ve ölçüleri mikron altı düzeyde kullanılan teknikler bütünü olarak tanımlanabilir. Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Nanoteknoloji Araştırma

Merkezi' ne göre, nanometre ölçeğindeki malzemeler yeni uygulamaları mümkün kılan benzersiz özellikler taşırlar. Nano tekniklerle, temel yapı taşları olarak atomların kullanımına dayanan alternatif üretim yöntemleri geliştirilerek kullanışlı cihazlar yapılabilir. Nanoteknoloji sadece bilim kurgu değildir.

DNA üretme amacıyla moleküler bir makine olarak Taq DNA polimerazı kullanmak, PCR(a)'nın nano ölçekli işleme sistemi olduğunu gösterebilecek bir teknoloji olabilir. Nano ölçekli arayüzde, kuantum mekaniksel fenomenler daha yaygın hale gelir ve ışık ile madde arasındaki etkileşimler önem kazanır. Bu özellikler, boya molekülündeki farklı elektronik enerji seviyelerinin çeşitliliği nedeniyle spektral bant genişlemesinin hiçbirine sahip olmayan yoğun bir floresans üreten kuantum nokta nanokristaller gibi faydalı malzemelerin ortaya çıkmalarına zemin hazırlar. Böylece, floresan boya matrisleriyle ilgili mevcut sorunlar büyük ölçüde giderilebilir. Bireysel DNA molekülleri bu malzemelerle etiketlenebilir ve sadece nanokristalin boyutunu değiştirmek farklı renk özelliklerin üretilmesini mümkün kılar.

Nano ölçekli üretim yöntemleri genellikle silisyuma dayalı elektronik çiplerinde kullanılan aynı litografik teknikleri içerir. Bu teknikler aynı zamanda tek bir silisyum çip üzerinde 250.000'den fazla DNA tek nükleotid polimorfizmi (SNP) probundan oluşan geniş diziler üretmek için kısa tek sarmallı DNA parçalarını sentezlemek için de kullanılmaktadır.

Ek olarak, kılcal elektroforez (CE) ve sıvı kromatografisi gibi kimyasal enstrümantasyon boyutlarını azaltmak için litografik prosedürler kullanılabilir. Mevcut kimyasal enstrümantasyonun yerini alabilecek yeni analitik cihazlar geliştirilmektedir. Yani, çip-üstü laboratuvarlar (lab-on-a-chip) olarak bilinen bu sistemler, molekülleri izole etmek, kimyasal reaksiyonlar gerçekleştirmek, ürünleri ayırmak ve tespit etmek için minyatür pompalar veya elektroforez kullanabilir. Pirosekanslama, PCR' ye benzer, moleküler sistemlerin istenen çıktıyı üretmek için manipüle edildiği başka bir uygulamadır (Ronaghi, Uhlén & Nyrén, 1998).

Nanoteknolojiden kaynaklanan yeni gelişmelerin DNA analizleri ile ilgili adli bilimlere nasıl fayda sağlayacağı merak konusudur. Gümüş boyama metodu ile boyanmış jel levhalardan çok katlı kapiler dizi elektroforezine kadar DNA analizinde teknolojinin hızlı gelişmesinin, insan genom projesinden kaynaklandığı söylenebilir. Bu nedenle, adli analistlerin nano ölçekli süreçlerin geliştirilmesinde bu projenin mevcut durumunu anlamaları önemlidir.

Bir DNA analiz laboratuvarındaki mevcut işlemleri etkileme potansiyeli en yüksek olan nanoteknoloji alanının, nanolitre DNA hacimlerinin analizi ve tespiti için CE'ye alternatif olarak mikroakışkan sistemlerin geliştirilmesi olduğu görüşü mevcuttur.

Çip üstü laboratuvar sistemleriyle ilgili maliyet, hız ve hassasiyet avantajları gibi pek çok üstün özellik sıralansa da, CE' yi yöneten temel fiziksel ve kimyasal özelliklerin mikro akışkan sistemler için de geçerli olduğu unutulmamalıdır. Artan hızları genellikle kullanılan kanalların daha kısa olmasından kaynaklanmaktadır. CE sistemleri, kısa kapiler ile kullanıldığında eşit derecede hızlıdır (Medintz, Paegel & Mathies, 2001). Ne yazık ki, mikro akışkan sistemlerde talep edilen hız kazancına genellikle bir çözünürlük kaybı eşlik eder. Ancak bu sistemler standart kapiler ve jel elektroforez sistemlerinden daha kompakttır ve tek kullanımlık olabilirler.

Küçük boyutları nedeniyle bu tür cihazların suç mahallinde kullanılma potansiyelinden çokça bahsedilmektedir, ancak bunun ortaya çıkması için birçok teknik ve yasal sorunun çözülmesi gerekmektedir.Bu sebeple, teknolojiyi yönlendirecek olan, minimum temizlik ve bakım gerektiren hızlı, tek kullanımlık bir cihazın geliştirilmesi rahatlık sağlayacaktır. Günümüzde mikro akışkan sistemlerin en yaygın adli uygulaması, PCR sonrası kantitasyondur.

Ticari olarak temin edilebilen Agilent 2100 biyoanalizörü, 30 dakikadan daha kısa bir sürede nanolitrelik 12 çift sarmallı DNA örneğini enjekte etmek ve ölçmek için bir dizi çoklu kanal kullanabilecek özelliktedir. Bu sistemler şu anda birçok adli tıp laboratuvarında mitokondriyal DNA'nın PCR sonrası kantifikasyonunu gerçekleştirmek için kullanılmaktadır ve çalışma süreleri numune başına 2 dakikadan kısadır. 2100 biyoanalizörü ayrıca genomik DNA'yı tarama potansiyeline sahiptir ancak şu anda STR'leri analiz etmek için yeterli çözünürlüğe sahip değildir.

STR' leri ayırmak için mikroçip tabanlı elektroforetik sistemler de geliştirilmekte; ancak yine de STR tipleme ile ilgili doğal kısıtlamalar nedeniyle, bu "çipler", yaklaşık 20 cm'lik kanal uzunluklarına sahiptir ve bu da onları mikroçiplerden çok mikroplakalar gibi gösterir (Taylor, Winn-Deen, Picozza, Woudenberg & Albin, 1997).

Benzer teknoloji kullanılarak çip tabanlı, gerçek zamanlı PCR sistemleri geliştirilmiştir ve bu cihazlarla mümkün olan indirgenmiş hacimler, maliyeti ve reaksiyon süresini büyük ölçüde azaltabilecek özelliktedirler (Liu, Yang, Lenigk, Bonanno & Grodzinski, 2004). Araştırma grupları, PCR amplifikasyonu, ayırma ve saptamayı entegre etmek için sistemler üretmiştir (Woolley, Hadley, Landre, deMello, Mathies & Northrup, 1996), (Rodríguez, Lesaicherre, Yan, Zou, Chen, Singh, Meng, Sridhar, Li, Gopalakrishnakone & Selvanayagam, 2003). DNA ekstraksiyonu ve saflaştırma sistemleri de geliştirilmiştir (Bienvenue, Duncalf, Marchiarullo, Ferrance & Landers, 2006).

DNA analizine alternatif elektroforetik yöntemler, çeşitli hibridizasyona dayalı deneyleri kapsamaktadır. Bununla birlikte, bu sistemler genellikle tek nükleotid polimorfizmlerinin ve diğer dizi varyasyonlarının saptanmasıyla sınırlıdır, çünkü dizi fazlalığından dolayı hibridizasyon yoluyla STR'leri saptamak zordur.

Şu anda, atomik kuvvet mikroskobu (AFM) veya diğer tekniklerle incelenebilecekleri altın pedler veya karbon nanotüpler üzerinde DNA moleküllerini hareketsiz hale getirmek için uygulamalar mevcuttur. Tanaka ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, doğrudan AFM kullanılarak çift sarmallı DNA uyumsuzlukları incelenerek farklı ton balığı türleri tanımlanmıştır (Tanaka, Sasaki, Amemiya, Takeyama, Chow & Matsunaga, 2006).

Gelişmiş SNP tiplemesi, kuantum nokta tespiti ve tek molekül dizileme gibi yeni ortaya çıkan ve olay yerinde bırakılan tek bir DNA molekülü ile dizilim tesbit edebilecek kabiliyette olan bu teknikler DNA tespiti için gelişmiş hassasiyet sağlayarak bu alanda devrim başlatabilirler.

Uyuşturucu Madde Kullanımı ve Kaçakçılığı ile Mücadelede Nanoteknolojinin Kullanımı

Son yıllarda nanoteknoloji tıp, görüntüleme ve enerji bilimleri dahil olmak üzere birçok alanda güçlü bir araç haline gelmiştir. Nanoteknoloji, suçların çözümünde adli uyuşturucu madde tespitine

önemli boyutta olumlu katkı sağlama potansiyeline sahiptir.

Nanopartiküllerin ya da kimyasal olarak modifiye edilmiş nanopartiküllerin, parmak izi örneklerinde adli uyuşturucu maddelerin spektroskopik sinyallerini değiştirebileceği veya geliştirebileceği hipotezi öne sürülmektedir. Dolayısıyla, nanopartikül, benzersiz ve birleşik nanoyapılara sahiptir ve iyi kontrol edilen nanoyapıları aracılığıyla özellikle adli uyuşturucu maddelerle etkileşime girebilir. Bu alanda yapılan bir çalışmada, karşılaştırma mikroskobu, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve Fourier dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak parmak izi örneklerinde nanoparçacıkların spektroskopik özelliklerinin ve adli uyuşturucu maddelerinden kokainin tespiti amaçlanmıştır.

Adli uyuşturucu madde olan kokainin analizi için 10 nm'lik ve 30 nm'lik altın nanoparçacıklar, 20 nm'lik gümüş nanoparçacıklar ve 15 nm'lik titanyum oksit nanoparçacıkları olmak üzere altı tip nanoparçacık kullanılmıştır. Ayrıca parmak izi örnekleri hazırlamak için siyah tozlar, kırmızı floresan tozlar, turuncu floresan tozlar ve yeşil floresan tozlar olmak üzere dört tip parmak izi tozu kullanılmıştır.

Yapılan deneyler neticesinde elde edilen veriler, altın, gümüş ve titanyum oksit nanoparçacıklarının farklı IR desenleri sergilediğini göstererek, FTIR' ın bu üç tür nano parçacığı ayırt edebildiğini düşündürmüştür. Örneğin, gümüş nanopartiküllerin, 4000 ile 500 cm^{-1} aralığında geniş bir doğrusal absorpsiyon IR bandına sahip oldukları gözlemlenmiştir. Titanyum oksit nanoparçacıklarının ise, 2900 ile 3000 cm^{-1}'de geniş tepe noktasına, 1620 cm^{-1}'de keskin tepe noktasına olmak üzere iki IR sinyaline sahip oldukları ölçümlenmiştir. Ayrıca, altın nanoparçacıkların 3400, 1580 ve 1390 cm^{-1}'de üç IR tepe noktası gösterdikleri gözlemlenmiştir.

Parmak izi tozlarının mevcudiyetinde ise, adli uyuşturucu maddesi kokainin ihmal edilebilir bir IR sinyali gösterdiği saptanmıştır. Buna karşılık, 2948 cm^{-1}, 1714 cm^{-1} ve 1324 cm^{-1}'de kokainin tipik IR sinyallerinin altın ve gümüş nanoparçacıklarının varlığında gözlendiği anlaşılmıştır. Bu ilham verici gözlem sayesinde nanopartiküller kullanılarak kokain tespitinin başarılabilir olduğu anlaşılmaktadır. Nanoparçacıkların varlığında kokainin IR analizinin arttırılmasının nedeni, muhtemelen nanoparçacıkların homojen olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu çalışma sayesinde, nanopartiküllerin parmak izi örneklerinde adli uyuşturucu madde tespitini desteklediği sonucuna varılmıştır.

Gelecekteki çalışmaların, biyoanalitik metodolojiler kullanılarak kokain, metamfetaminler ve esrar gibi adli uyuşturucu maddelerinin analizinde özellikle kimyasal olarak modifiye edilmiş nanopartiküller olmak üzere çeşitli yeni nanopartiküllerin karakterizasyonu üzerine yapılması planlanmaktadır (Harvey, 2015).

Suç İşlenmesinin Önlenmesinde Nanoteknolojiden Yararlanma

Adli bilimlerde nanoteknoloji büyük ölçüde mikroçipler, nano manipülatörler ya da görselleştirme için nano görüntüleme araçları gibi akıllı materyaller geliştirmek için uygulanır. Nano teknolojik uygulamalar ya geleneksel tekniklere göre daha iyi performans sağlayabilen ya da olay yerinden başka türlü delil toplamanın mümkün olmadığı durumlarda nanomalzemelere delil toplama işini kolaylaştıran esaslara dayanmaktadır. Ayrıca, maliyet ve zaman, geniş kullanılabilirlik, doğru ve güvenilir ve sonuç verme gibi parametreler açısından da nano teknolojik uygulamalar adli tıpın endişelerini giderecek yeterlilik sağlamaktadır.

Nanoteknoloji uygulamaları ile suçun yerinde çözülmesi mümkün hale gelebilmektedir. Tüm laboratuvar süreçlerinin bir nanoplatform üzerine potansiyel entegrasyonu, laboratuvar kontaminasyon sorunlarını en aza indirebilecek en ilginç gelişmelerden biridir.

Nano elbiseler, nano cihazlar ve nanoçipler gibi nanoteknoloji araçlarındaki pozitif gelişmeler, suçu önlemeye katkı sağlarken topluma da güven aşılama potansiyeli taşımaktadır. Adli nanoteknolojik uygulamalar, insanları şiddet içeren tecavüz, cinayet, hırsızlık, dolandırıcılık ve terör saldırıları gibi çeşitli suç faaliyetlerinden korumaya yardımcı olabilir. Ayrıca, her yaştan insanın kaçırılması ya da siber suçlara karışmalarının önüne geçilmesinde etkili rol oynayabilir.

Son on yılda toplum genelinde artan suç işleme oranlarında payı olan en büyük iki unsurun soruşturma esnasındaki zayıf yaklaşımlar ve suç önlemedeki eksiklik olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, suçu önlemek için kullanılan geleneksel yöntemlerin çoğu etkili değildir. Bu geleneksel yöntemler, kanıtların uygun şekilde toplanmasını ve korunmasını gerektirir. Ayrıca hem analizlerin uzun sürmesi hem de analiz edilecek materyalin laboratuvarlara ulaşması aşamalarında çok zaman kaybı olmaktadır. Bütün bu süreçlerde yaşanan bekleyiş hem dava sayılarını çoğaltmakta hem de elde edilen sonuçların mahkemedeki güvenilirliği ve inandırıcılığını sıkıntıya düşürmektedir.

Nanoplatform, delil analiz sürecinde, olay yerinden elde edilen delillerin tespiti, toplanması ve korunması aşamalarının geliştirilmesine yardımcı olarak soruşturma sürecine hız kazandırabilir. Ayrıca, nano cihazlar, bombalama eylemleri, ateşli silahla yaralama vakaları, cinsel saldırılar, kundakçılık, siber suçlar ve hırsızlık gibi çeşitli vakalardan elde edilen kalıntıları analiz etmek için kullanılabilir. Dolayısıyla, kalıntı analizi (residual analysis) ve elementlerinin bileşimi, en hassas iyon ışını analiz yöntemi ile değerlendirilebilir.

Soruşturma sürecine hız kazandırabilecek, bir diğer nano teknolojik gelişme de kanıtları olay yerinde analiz etmeye yardımcı olabilecek nano tabanlı el tipi küçük cihazların adli soruşturmayı yürütenlerin hizmetine sunulmasıdır.

Geleneksel soruşturma yaklaşımında, uzmanlar olay yerinden kan, meni, parmak izi, saç ve diğer türden delilleri alır, toplar, muhafaza eder ve incelenmesi için laboratuvara gönderir. Ancak, olay yerine taşınabilir mini bir nano laboratuvar cihazı götürülebilirse, kanıt toplama ve inceleme zamanından tasarruf sağlayacak şekilde sahadaki kanıtları analiz etmeye yardımcı olabilir.

Karbon, altın ve gümüş gibi bilinen nanomalzemeler, kimyasal olarak madde tespiti yapmak üzere modifiye edilmiş elektrotların hazırlanmasında kullanılırlar. Ancak platin, paladyum veya metal oksitlerden yapılan nanoparçacıklar bu amaç için çok fazla kullanılmamıştır. Nanopartiküllerin modifiye ediciler olarak kullanımının, yasadışı uyuşturucuları tespit etmek için nanomateryal bazlı cihazlar alanında büyük bir araştırma konusu olması beklenmektedir.

Nanomalzeme tabanlı cihazların geliştirilmesi sayesinde

gelecekte kaybolan veya çalınan eşyalarla ilgili yürütülen adli süreçler çok daha kolay bir şekilde sonuç verebilecektir. Nanomateryal tabanlı cihazların, yardıma ihtiyaç duyan engelli bireylerin yakınlarına ya da kendilerine bulundukları konumla ilgili destek olarak hayatlarını kolaylaştıracak imkanlar da sunabileceklerdir.

Suçla mücadele için kolluk kuvvetlerimiz ve memurlarımız tarafından kullanıma geçirilen yeni nanomateryal tabanlı cihazlar sayesinde geleceğimiz farklı şekillenecektir. Suçla mücadele birimlerinin bu teknolojileri benimsemeden önce hangi teknolojinin kendilerinin kullanımına uygun olacağını ve hangi teknolojiye ihtiyaç duyduklarını belirlemeli, koruma sorumlulukları olan topluma karşı bu teknolojiyi nasıl elde edeceklerinin yolunu bulmalılardır. Dolayısıyla, geleceğimiz, nanoteknolojinin kullanımı yoluyla daha güvenli ve suçsuz bir çevreyi mümkün kılma olanaklarına sahip olacaktır. Bu konudaki sorumluluğumuz, ortaya çıkan bu teknolojinin etik normları için standartlar ve protokoller belirlemek, bu teknikleri uygulayacak yetenekli insanlar yetiştirmek ve toplumdaki suçla mücadele ve önleme stratejilerimizi sürekli geliştirmektir.

Kolluk kuvvetleri ve memurlarının bu nano temelli teknolojiyi ve cihazları gerçek bilim için edinmeye ve uygulamaya hazır olup olmadığı veya bazıları için yalnızca bilim kurgu ve araştırma amaçlı olup olmadığı sorusu hala devam etmektedir. Ancak, nanoteknolojinin potansiyelinin olumlu bir toplumsal katkı sağlayabileceğini ve sadece suçun çözülmesine değil, aynı zamanda suçun önlenmesine de yardımcı olacağını bilmek güven vericidir. Yakın gelecekte nanoteknoloji, sanal otopsi, olay yeri incelemesi, parmak izi tanıma, şüpheli belge, balistik ve toksikoloji gibi adli bilimin çeşitli alanlarında yenilikçi ve suç önleyici bir araç olarak karşımıza çıkacağı aşikardır (Pandya & Shukla, 2018).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Algarra, M., Jiménez-Jiménez, J., Moreno-Tost, R., Campos, B., & Da Silva, J. C. G. E. (2011). CdS nanocomposites assembled in porous phosphate heterostructures for fingerprint detection. *Optical Materials, 33*(6), 893–898. [Crossref]

Batterman, S. C., Batterman, S. D., & Batterman, E. R. (2023). *Forensic Engineering: Basic theory and principles*. In Elsevier eBooks (pp. 522–533). [Crossref]

Bienvenue, J. M., Duncalf, B. S. N., Marchiarullo, B. a. D., Ferrance, J. P., & Landers, J. P. (2006). Microchip-Based Cell Lysis and DNA Extraction from Sperm Cells for Application to Forensic Analysis. *Journal of Forensic Sciences, 51*(2), 266–273. [Crossref]

Bond, J. W., & Hammond, C. J. (2008). The Value of DNA Material Recovered from Crime Scenes. *Journal of Forensic Sciences, 53*(4), 797–801. [Crossref]

Butler, J. M. (2009). Fundamentals of Forensic DNA typing. Academic Press.

Butler, J. M., Yin, S., & McCord, B. (2003). The development of reduced size STR amplicons as tools for analysis of degraded DNA. *Journal of Forensic Sciences, 48*(5), 2003043. [Crossref]

Chauhan, V., Singh, V., & Tiwari, A. (2017). Applications of nanotechnology in forensic investigation. *International Journal of Life-sciences Scientific Research/SSR Institute of International Journal of Life Sciences, 3*(3). [Crossref]

Daluz, H. M. (2014). Fundamentals of Fingerprint Analysis. In *CRC Press eBooks*. [Crossref]

Editors, S. A. (2015). *Ask the Experts: The Human Body and Mind*. Scientific American.

Fernandes, D., Krysmann, M. J., & Kelarakis, A. (2015). Carbon dot based nanopowders and their application for fingerprint recovery. *Chemical Communications, 51*(23), 4902–4905. [Crossref]

Gill, P., Jeffreys, A. J., & Werrett, D. J. (1985). Forensic application of DNA 'fingerprints.' *Nature, 318*(6046), 577–579. [Crossref]

Goucher, E., Kicman, A. T., Smith, N. W., & Jickells, S. M. (2009). The detection and quantification of lorazepam and its 3-O-glucuronide in fingerprint deposits by LC-MS/MS. *Journal of Separation Science, 32*(13), 2266–2272. [Crossref]

Graham, E. a. M., Türk, E. E., & Rutty, G. N. (2008). Room temperature DNA preservation of soft tissue for rapid DNA extraction: An addition to the disaster victim identification investigators toolkit? *Forensic Science International. Genetics, 2*(1), 29–34. [Crossref]

Hamilton, S. L. (2008). *Fingerprint Analysis:Hints from Prints: Hints from Prints*. ABDO Publishing Company.

Harvey, J. M. H. (2015). Nanoforensics: Forensic application of nanotechnology in illicit drug detection. *Journal of Forensic Research, 6*(5), 106.

Hazarika, P., & Russell, D. A. (2012). Advances in fingerprint analysis. *Angewandte Chemie, 51*(15), 3524–3531. [Crossref]

Huynh, C., & Halámek, J. (2016). Trends in fingerprint analysis. TrAC. *Trends in Analytical Chemistry, 82*, 328–336. [Crossref]

Ifa, D. R., Jackson, A. U., Paglia, G., & Cooks, R. G. (2009). Forensic applications of ambient ionization mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry/Analytical & Bioanalytical Chemistry, 394*(8), 1995–2008. [Crossref]

Jaber, N., Leśniewski, A., Gabizon, H., Shenawi, S., Mandler, D., & Almog, J. (2012). Visualization of Latent Fingermarks by Nanotechnology: Reversed Development on Paper—A Remedy to the Variation in Sweat Composition. *Angewandte Chemie, 51*(49), 12224–12227. [Crossref]

Jobling, M. A., & Gill, P. (2004). Encoded evidence: DNA in forensic analysis. *Nature Reviews. Genetics, 5*(10), 739–751. [Crossref]

Kaushik, M., Mahendru, S., Chaudhary, S., & Kukreti, S. (2017). DNA Fingerprints: Advances in their Forensic Analysis Using Nanotechnology. *Journal of Forensic Biomechanics/Journal of Forensic Biomechanics, 08*(01). [Crossref]

Lang, H. P., Hegner, M., & Gerber, C. (2010). Nanomechanical Cantilever array sensors. In *Springer handbooks* (pp. 427–452). [Crossref]

Leahy-Hoppa, M. R., Fitch, M. J., & Osiander, R. (2009). Terahertz spectroscopy techniques for explosives detection. *Analytical and Bioanalytical Chemistry/Analytical & Bioanalytical Chemistry, 395*(2), 247–257. [Crossref]

Lee, J., Lee, C. W., & Kim, J. M. (2016). A magnetically responsive polydiacetylene precursor for latent fingerprint analysis. *ACS Applied Materials & Interfaces, 8*(9), 6245–6251. [Crossref]

Leśniewski, A. (2016). Hybrid organic–inorganic silica based particles for latent fingermarks development: A review. *Synthetic Metals, 222*, 124–131. [Crossref]

Liu, H., Zhong, H., Karpowicz, N., Chen, Y., & Zhang, X. (2007). Terahertz Spectroscopy and imaging for defense and security applications. *Proceedings of the IEEE, 95*(8), 1514–1527. [Crossref]

Liu, R. H., Yang, J., Lenigk, R., Bonanno, J., & Grodzinski, P. (2004). Self-Contained, fully integrated biochip for sample preparation, polymerase chain reaction amplification, and DNA microarray detection. *Analytical Chemistry, 76*(7), 1824–1831. [Crossref]

Maltoni, D., Maio, D., Jain, A. K., & Prabhakar, S. (2009). Handbook of Fingerprint Recognition. Springer Science & Business Media.

Medintz, I. L., Paegel, B. M., & Mathies, R. A. (2001). Microfabricated capillary array electrophoresis DNA analysis systems. *Journal of Chromatography a/Journal of Chromatography, 924*(1–2), 265–270. [Crossref]

Mullen, C., Irwin, A., Pond, B. V., Huestis, D. L., Coggiola, M. J., & Oser, H. (2006). Detection of explosives and Explosives-Related Compounds by single photon laser ionization Time-of-Flight Mass spectrometry. *Analytical Chemistry, 78*(11), 3807–3814. [Crossref]

Pandya, A., & Shukla, R. K. (2018). New perspective of nanotechnology: role in preventive forensic. *Egyptian Journal of Forensic Sciences/Egyptian Journal of Forensic Sciences, 8*(1). [Crossref]

Rodríguez, I., Lesaicherre, M. L., Yan, T., Zou, Q., Chen, Y., Singh, J., Meng, L. T., Sridhar, U., Li, S. F. Y., Gopalakrishnakone, P., & Selvanayagam, Z. (2003). Practical integration of polymerase chain reaction amplification and electrophoretic analysis in microfluidic devices for genetic analysis. *Electrophoresis, 24*(1–2), 172–178. [Crossref]

Ronaghi, M., Uhlén, M., & Nyrén, P. (1998). A sequencing method based on Real-Time pyrophosphate. *Science, 281*(5375), 363–365. [Crossref]

Rowell, F. J., Hudson, K. E., & Seviour, J. (2009). Detection of drugs and their metabolites in dusted latent fingermarks by mass spectrometry. *Analyst (London. 1877. Online)/Analyst, 134*(4), 701. [Crossref]

Saito, R., Dresselhaus, G., & Dresselhaus, M. S. (1998a). *Physical properties of carbon nanotubes*. World Scientific Publishing Company.

Saito, R., Dresselhaus, G., & Dresselhaus, M. S. (1998b). *Physical properties of carbon nanotubes*. [Crossref]

Sametband, M., Shweky, I., Banin, U., Mandler, D., & Almog, J. (2007). Application of nanoparticles for the enhancement of latent fingerprints. *Chemical Communications, 11*, 1142. [Crossref]

Song, K., Huang, P., Yi, C., Ning, B., Hu, S., Nie, L., Chen, X., & Nie, Z. (2015). Photoacoustic and colorimetric visualization of latent fingerprints. *ACS Nano, 9*(12), 12344–12348. [Crossref]

Spaulding, J. (2008). *Careers in Fingerprint and trace analysis*. The Rosen Publishing Group, Inc.

Tamarin, R. H. (1999). *Principles of genetics*. McGraw-Hill Science, Engineering & Mathematics.

Tanaka, T., Sasaki, T. S. T., Amemiya, Y., Takeyama, H., Chow, S., & Matsunaga, T. (2006). Discrimination of DNA mismatches by direct force measurement for identification of tuna species. *Analytica Chimica Acta, 561*(1–2), 150–155. [Crossref]

Taylor, T., Winn-Deen, E. S., Picozza, E., Woudenberg, T. M., & Albin, M. (1997). Optimization of the performance of the polymerase chain reaction in silicon-based microstructures. *Nucleic Acids Research, 25*(15), 3164–3168. [Crossref]

Wolstenholme, R., Bradshaw, R., Clench, M. R., & Francese, S. (2009). Study of latent fingermarks by matrix-assisted laser desorption/ionisation mass spectrometry imaging of endogenous lipids. Rapid Communications in Mass Spectrometry/RCM. *Rapid Communications in Mass Spectrometry, 23*(19), 3031–3039. [Crossref]

Woolard, D., Brown, R. W., Pepper, M., & Kemp, M. (2005). Terahertz Frequency Sensing and Imaging: A time of Reckoning Future applications? *Proceedings of the IEEE, 93*(10), 1722–1743. [Crossref]

Woolley, A. T., Hadley, D., Landre, P., deMello, A. J., Mathies, R. A., & Northrup, M. A. (1996). Functional integration of PCR amplification and capillary electrophoresis in a microfabricated DNA analysis device. *Analytical Chemistry, 68*(23), 4081–4086. [Crossref]

Иванов, П. Л., Wadhams, M. J., Roby, R. K., Holland, M. M., Weedn, V. W., & Parsons, T. J. (1996). Mitochondrial DNA sequence heteroplasmy in the Grand Duke of Russia Georgij Romanov establishes the authenticity of the remains of Tsar Nicholas II. *Nature Genetics, 12*(4), 417–420. [Crossref]

BÖLÜM 22
ADLİ ODONTOLOJİ

Anıl ÖZGÜÇ

DOI: 10.5152/0622

Adli Odontoloji

Forensic Odontology

BÖLÜM HAKKINDA

Diş hekimliği tıbbın, adli odontoloji ise diş hekimliğinin özelleşmiş bir alanıdır. Amerikan Adli Odontoloji Derneği, adli odontolojiyi diş hekimliği biliminin hukuka uygulanması, diş kanıtlarının adalet adına kullanılması disiplini olarak tanımlar.
Bu bölümde, nonkriminal, kriminal ve araştırma alanlarında adli odontolojinin kullanım ilkelerinin açıklanması amaçlandı. Bu çerçevede; kitle felaketlerinde kurbanların kimliklendirmesi, diş hekimliği uygulamalarında tıbbi uygulama hataları ve bilirkişilik sisteminde diş hekiminin rolü, dişten yaş tayini yöntemleri, ısırık izi analizi ve baş, boyun, yüz ve ağız içindeki yaralanmalarda adli raporlama prosedürleri yeniden ele alındı.

Anahtar kelimeler: Adli bilimler, adli odontoloji, kimliklendirme, ısırık izi analizi

ABOUT the CHAPTER

Dentistry is a specialized field of medicine whereas forensic odontology is a specialized field of dentistry. According to the American Society of Forensic Odontology, forensic odontology is by definition, the application of dental science to the law, i.e. the use of dental evidence in the interest of justice.
In this section, it is aimed to explain the principles of use of forensic odontology in non-criminal, criminal and research fields. In this context; Disasters Victim Identification (DVI), dental malpractice and the role of the dentist in the expert witness system, dental age estimation methods, bite mark analysis and forensic reporting procedures for injuries to the head, neck, face and mouth were reviewed.

Keywords: Forensic sciences, forensic odontology, identification, bite mark analysis

Giriş

Dünya Diş Hekimliği Federasyonu (FDI) adli odontolojiyi, "Adalet adına, diş kanıtlarının uygun şekilde ele alınması, incelenmesi, dişe ait bulguların uygun şekilde değerlendirilmesi ve sunulması ile ilgilenen diş hekimliği dalı" olarak tanımlar. Amerikan Adli Odontoloji Derneği'ne göre ise adli odontoloji, tanımı gereği diş hekimliği biliminin hukuka uygulanması yani diş kanıtlarının adalet adına kullanılması disiplinidir (Shamim, Ipe Varughese, Shameena & Sudha, 2006).

Adli odontoloji, ana hatlarıyla üç ana faaliyet alanında incelenebilir. Sivil ya da nonkriminal alan, kriminal alan ve araştırma alanı (Avon, 2004).

Sivil ya da nonkriminal alan, kitle felaketlerinde kurbanların kimliklendirilmesini gerektiren hava yolu kazaları, tren kazaları, deprem ve tsunami gibi doğal afetlerde yaşanan toplu ölümler ile ilgilidir. Aynı zamanda tıbbi uygulama hataları, sonucunda bir zararın oluştuğu sahtecilik olguları ve ihmal de bu alan kapsamında değerlendiriebilir. Kişinin doğum lowlgesinin olmadığı durumlar, genç yaşta yapılan evlilikler, amnezi ve demans olgularıyla, kaza kurbanlarında yaş tayini ile de ilgilenir.

Adli odontoloji, kriminal alanda cinsel ve fiziksel şiddet ile intihar olgularında diş kalıntılarından ısırık izi analizi, palatal rugoskopi ve cheiloskopi yöntemlerini kullanarak kimlik tespiti yapılmasına yardımcı olur. Araştırma alanı ise tıp ve diş hekimliği uzmanları için adli odontoloji eğitimine ayrılmıştır (Shamim, 2010).

Bu sınıflandırma da göz önüne alınarak diş hekimliğinin adli bilimler içerisindeki uygulama alanları şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Kimliklendirme
  - Kimliği belirsiz cesetlerde dişten kimliklendirme

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Anıl Özgüç

İstanbul Rumeli Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İstanbul, Türkiye
E-posta: anilozguc@gmail.com

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Özgüç, A.(2024).Adli Odontoloji. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde. (s. 251-263). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

  - Kitle felaketlerinde dişlerden kimliklendirme
- Tıbbi Uygulama Hatalarında Diş Hekimliği Uygulamaları
- Yaş Tayini
- Kriminal Olaylarda Adli Odontoloji
  - Isırık izi analizi
  - Palatal rugoskopi ve cheiloskopi
- Türk Ceza Kanunu (TCK) ve Yaralanmalar Açısından Adli Diş Hekimliği

Dişlerden ve Isırık İzlerinden Kimliklendirmenin Tarihi

Diş kayıtlarının kullanılarak bir cesedin kimliklendirildiği ilk olgu 1775'de New England'da gerçekleşen Bunker Hill Savaşı'nda öldürülen Dr. Joseph Warren'a ait cesettir. Amerikan Devrimi'nin ilk çarpışmalarından biri olan bu savaş sırasında kafasına bir kurşun isabet ederek ölen Dr. Warren, önce İngiliz askerleri (Kırmızı Ceketliler) tarafından toplu bir mezara gömülür. Ardından mezardan çıkarılır ve bir başka Amerikalı asker ile birlikte yeniden gömülür. On ay sonra mezar açılır ve ceset, dönemin ünlü gümüşçü, amatör diş hekimi ve devrimcisi Paul Revere tarafından, Dr. Warren üzerinde 1773 ve 1775'de yapılan diş hekimliği uygulamalarından teşhis edilir (Bruce - Chwatt, 2010).

Dişler kullanılarak yapılan ilk toplu kimliklendirme ise 4 Mayıs 1897'de Paris Jean – Gaujon sokağında kurulan Bazaar de la Charite yangını sonrası ölenlerin cesetleridir. Etkinlik, bir ortaçağ köyünün ahşap, kanvas ve katranla boyanmış maketinde yapılmış ve yangın, etkinlikteki sinema gösterimi sırasında ışık kaynağı olarak kullanılan gazlı bir projektör lambasının patlamasıyla başlamıştır. Yangın sırasında etkinlik alanında yaklaşık 1200 kişi bulunmaktadır ve 126 kişi hayatını kaybetmiştir. Ölenlerin 30'unun cesedi tanınmaz halde olduğu için kimliklendirilememiştir.

Bu yangın bir trajedi olmasının yanı sıra adli diş hekimliği açısından da bir milattır. Kurbanların önemli bir kısmının kimliklendirilebilmiş olmasının nedeni üzerlerinde bulunan takı ve mücevherlerdir. Hatta görgü tanıklarının ifadelerinde, cesetlerin bazılarının el kemiklerine alyansların kaynadığını, tarakların kafataslarına yapıştığını gördüklerini söylemişlerdir (Taylor, 2009), (Özgüç, Bakar & Oral, 2011).

Tanınmayacak haldeki 30 cesedin kimliklendirme çalışmaları sürerken, diş hekimlerine danışılması gündeme gelmiş ve bu amaç için oluşturulan komisyonun çalışmalarını Dr. Oscar Amoedo yürütmüştür. Yangında ölen çoğu aristokrata diş hekimliği hizmeti vermiş, yaptığı dental uygulamaları ve hastalarının dentisyonlarını çizmeyi alışkanlık haline getirmiş, aynı zamanda da bir botanist olan Dr. Isaac Davenport'un tuttuğu dental kayıtlar sayesinde 30 ceset kimliklendirilebilmiştir (Taylor, 2009).

Dr. Oscar Amoedo, aynı yıl Moskova'da düzenlenen bir tıp kongresinde "Bazar de la Charite felaketi kurbanlarının kimliklendirilmesinde diş hekimlerinin rolü" başlıkla çalışmasını sunar. "L'Art Dentaire en Medecine Legale" adlı kitabı yazan Dr. Amoedo, bu çalışmasından sonra "Adli Diş Hekimliğinin Kurucusu" olarak anılacaktır (Taylor, 2009), (Patidar, Parwani & Wanjari, 2010).

Pakistan Cumhurbaşkanı Ziya Ülhak, 1988'de içinde bulunduğu uçağın sabote edilmesi sonucu oluşan patlamada ve Hindistan Başbakanı Rajiv Gandhi 1991'de kendisine yöneltilen bir terör saldırısında ölmüşler ve her iki devlet adamı da diş yapıları ile diş kayıtlarının karşılaştırılması sonucu kimliklendirilmiştir (Shamim, Sudha, Shameena & Ipe Varghese, 2006).

Kimliklendirme

Kimliği Belirsiz Cesetlerde Dişten Kimliklendirme

Dişten kimliklendirme; postmortem değişiklikler, travmatik doku yaralanmaları, parmak izinin saptanamaması, görsel ya da parmak iziyle kimliklendirme yöntemlerinin kullanılamadığı durumlarda kimliklendirmede birincil role sahiptir. Ceset iskeletleştiğinde, çürüdüğünde, yandığında veya parçalara ayrıldığında diş kalıntıları kimliklendirme için ek materyal haline gelir. Dişten kimliklendirme, dişin diğer sert dokulardan farklı olarak ölümden sonra korunması özelliğine dayanır (Neville, Douglas, Allen & Bouquet, 2002).

Yöntem, karşılaştırma ve dışlama ilkeleri üzerine kuruludur. Örneğin, ölen kişinin antemortem dental kayıtları mevcut olduğunda ve sekonder kanıtlar cesedin kimliğini ortaya koyabildiğinde ve diğer şüpheli kimliği belirsiz cesetlerin de antemortem dental kayıtları bulunduğunda ve bu kişiler dışlanabildiğinde yöntem kullanılabilir. Kimliklendirme, antemortem dental kayıtların bulunabilmesi için uygun kişilerin bir listesinin oluşturulmasını gerektirir. Kayıtların varlığı ve sağlıklı şekilde tutulup tutulmadığı kimliklendirmenin başarısını doğrudan etkiler. Yöntemin en büyük handikapı diş hekimlerinin kayıt tutmamaları ya da tutulan kayıtların yetersiz olmasıdır (Spitz, 1993).

Antemortem ve postmortem verilerin karşılaştırılması, kullanılan yöntem fark etmeksizin aşağıdaki dört durumdan biri ile sonuçlanır:

Pozitif Kimliklendirme: Karşılaştırılabilir antemortem ve postmortem veriler yeterince belirgindir, büyük farklılıklar gözlenmez.

Olası Kimliklendirme: Antemortem ve postmortem veri tabanlarındaki karşılaştırılabilir veriler arasında ortak noktalar vardır. Ancak pozitif bir kimliklendirmenin kurulmasını sağlayacak yeterli bilgi yoktur.

Yetersiz kimliklendirme kanıtları: Karşılaştırma ve kesin kimliklendirme için yeterli destekleyici kanıt yoktur, ancak cesedin şüpheli kimliği göz ardı edilemez. Sonrasında kimliklendirme sonuçsuz kabul edilir.

Dışlama: Antemortem ve postmortem veriler arasında açıklanamayan tutarsızlıklar bulunmaktadır (American Board of Forensic Odontology, 1986).

Bazen restorasyonlarda zamanla oluşan değişiklikler, ölüm anında yaşanan travmaya bağlı olarak bir dişin ya da dişlerin avulsiyonu (yerinden çıkması), veya antemortem kayıtlara eklenmemiş bir başka diş hekiminin ek tedavileri gibi açıklanabilir tutarsızlıklara rastlanabilir. Bu tip durumlarda tutarsızlıklar açıklanarak pozitif kimliklendirme yapılır (Avon, 2004).

Antemortem ve postmortem radyografilerin karşılaştırılması, diş kalıntılarını tanımlamanın en güvenilir yöntemlerindendir. Restorasyonun ayırt edici şekilleri, kök kanalı tedavileri, gömülü kök parçaları, restorasyonun altındaki taban, diş ve kök morfolojisi,

sinüs ve çene kemiklerinin izlenme şekli gibi yapılar ancak radyografilerin incelenmesi ile belirlenebilir. Orjinal dental antemortem radyografiler karşılaştırma yapmak için çok önemlidir, bu nedenle bir diş hekimi, çektiği tüm radyografileri yıllar sonra rahatlıkla izlenebilecek şekilde banyo işlemini yapmalı, sabitlemeli ve yıkamalıdır. Postmortem radyografilerde en iyi sonuç, X ışını tüpünün orjinal radyografininkiyle aynı açı kullanarak çekildiği durumlarda elde edilir (Şekil 1a, Şekil 1b) (Avon, 2004).

Şekil 1
a) Antemortem radyografi. b) Aynı kişinin postmortem radyografisi



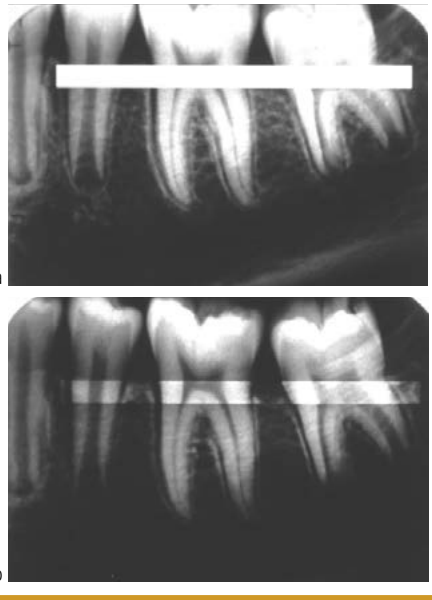
a b

Açıklama notu. Avon, S.L. (2004). Forensic odontology: The roles and responsibilities of the dentist, Journal of the Canadian Dental Association,7 (70), 453-458 kaynağından alınmıştır.

Birden çok restorasyonun olduğu durumlarda, antemortem ve postmortem karşılaştırma kimliklendirme için bir sorun olabilir. Günümüzde korucu diş hekimliği uygulamalarının başarısı, restorasyon yapılmış kişi sayısını da azaltmıştır.

Bununla birlikte, diş gelişiminin bazı aşamalarında dijital dental radyolojik üst üste bindirme yöntemi kimliklendirme için kullanılabilir, bu yöntem antemortem ve postmortem kayıtlarda dişlerin kök ve destek yapılarının uzamsal ilişkisinin tanımlanmasına olanak sağlar. Bu teknikle ilgili olarak yapılan çalışmada; süt, karışık ve sürekli dişlenme dönemlerindeki hastalardan alınan antemortem ve postmortem radyografileri simüle eden dental radyografiler, düz alan radyografi tarayıcısı kullanılarak dijitalleştirilmiş, anatomik özellikler, anatomik karşılaştırma noktalarının antemortem görüntüden dijital olarak kesildiği ve uyumu değerlendirmek için postmortem görüntüdeki aynı anatomik nokta ile karşılaştırıldığı görüntü düzenleme yazılımı kullanılarak uygulanmıştır (Şekil 2a, Şekil 2b). Çalışmanın sonuçları, tekniğin karışık dişlenme döneminde uygulanmasının çok az değere sahip olduğunu ancak süt ve kalıcı dişlenme döneminde uygulanabilir olduğunu göstermiştir (Wood, Kirk & Sweet, 1999).

Şekil 2
a) Antemortem görüntüden rastgele seçilen köklerin yatay bir bölümünü gösteren dijital radyografi. b) Köklerin yatay bölümü kes yapıştır komutu ile postmortem radyografi üzerine bindirilir.



a

b

Açıklama notu. Avon, S.L. (2004). Forensic odontology: The roles and responsibilities of the dentist, Journal of the Canadian Dental Association,7 (70), 453-458 kaynağından alınmıştır.

Kitle Felaketlerinde Dişten Kimliklendirme

Kitlesel felaketler genellikle çok sayıda can kaybıyla ilişkilendirilen ani, şiddetli, beklenmedik ve ayrım gözetmeyen olaylardır ve afetin yönetilebilmesi önemli kaynaklar gerektirir. Kitlesel felaketler genel olarak doğal, kriminal ve kaza kaynaklı olarak sınıflandırılır (Bell, 1989). Afet Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi ise (The Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) afeti, "Yerel kapasiteyi aşan, ulusal veya uluslararası düzeyde dış yardım talebi gerektiren bir durum veya olay, büyük hasara, yıkıma ve insanların acı çekmesine neden olan öngörülemeyen ve genellikle ani gelişen olay" olarak tanımlamaktadır.

Bir afetin veri tabanına girebilmesi için aşağıdaki kriterlerden en az birini karşılaması gerekir.

- 10 veya daha fazla kişinin öldüğünün bildirilmiş olması
- 100 veya daha fazla kişinin etkilendiğinin bildirilmiş olması
- Olağanüstü hal ilanı ya da uluslararası yardım çağrısı (The Centre for Research on the Epidemiology of Disasters & Munich Reinsurance Company, 2009).

Afetler ayrıca; 1. Açık Afetler 2. Kapalı Afetler 3. Açık ve Kapalı Afetler olarak da sınıflandırılır. Deprem, tsunami, tren kazaları gibi afetler açık afetler sınıfında değerlendirilir. Bu tür afetlerde genellikle kurbanların isimleri bilinmemektedir. Öte yandan hava kazaları, deniz kazaları ve yangınlar genellikle kurbanların isimlerinin öğrenilebildiği kapalı afetlere örnektir (Nuzzolese & Di Vella, 2007).

Adli diş hekimliğinde kimliklendirme için kullanılan çeşitli yöntemler arasında dental kanıtların gözden geçirilmesi, antropolojik değerlendirmeler, restorasyonlar, radyografiler, protezler, ısırık izleri ve ağız içi fotoğrafların incelenmesinin yanı sıra cheiloskopi ve rugoskopi analizleri de bulunur. Ağız boşluğu içindeki koruyucu ortam nedeniyle pulpa, DNA tabanlı kimliklendirme prosedürleri içinde en güvenilir kaynak olarak kabul edilir (Neville, Douglas, Allen & Bouquet, 2002).

Adli odontoloji kitle felaketlerinde kimliklendirme için en güvenilir ve ekonomik yöntemlerden biri kabul edilmektedir.

Prajapati ve arkadaşlarının çalışmasında, dört akademik veri tabanında, sistematik derleme ve meta analiz çalışmaları toplanarak sınıflandırılmış, kurbanlar ve kimliklendirilme yöntemleri

gösterilmiştir (Tablo 1), (Prajapati, Sarode, Sarode, Shelke, Awan & Patil, 2018).

Tablo 1
Kitle felaketlerinde kullanılan kimliklendirme yöntemleri

Parametreler		N(%)
Toplam Kitle Felaketi		20
Toplam Kurban		23.654
Toplam Kimliklendirme		20.569 (89,5)
Adli Dişhekimliği		3.025 (14,70)
Adli Dişhekimliği+Diğer		1.094 (5,31)
Adli Dişhekimliği Dışındaki Yöntemler		16.447 (76,96)
	DNA	241(1,17)
	Parmak İzi	1250 (6,07)
	Kişisel	98 (0,47)
	Kombinasyon	178 (0,86)
	Fiziksel	6 (0,02)
	Görsel	14.029 (68,20)
	Diğer	129 (0,622)
	Parmak izi + DNA	9 (0,04)
	Parmak izi + Fiziksel	119 (0,57)
	Parmak izi + Fiziksel + DNA	12 (0,058)
	Fiziksel + DNA	384 (1,86)
	Kalça İmplantı	1 (0,004)
	Bilinmeyen	6 (0,02)

Açıklama notu. Prajapati, G., Sarode, S.C., Sarode, G.S., Shelke, P., Awan, K.H., Patil, S. (2018). Role of forensic odontology in the identification of victims of major mass disasters across the world: A systematic review, Plos One kaynağından alınmıştır.

Üç tür kitle felaketi arasında (doğal, kaza, kriminal) doğal kaynaklı kitle felaketleri kurban sayısının çok olmasıyla karakterizedir. Bu gibi durumlarda kurbanlar kilometrelerce uzunlukta geniş bir alana dağılmış olabilirler (Prajapati, Sarode, Sarode, Shelke, Awan & Patil, 2018). Yanı sıra geçici olarak orada bulunan kişiler, evsizler ve turistler antemortem kayıtlarının bulunmaması nedeniyle kimliklendirme açısından sorun teşkil ederler.

İki büyük afet sırasındaki ve sonrasındaki çalışmaları özetlemek, kitle felaketlerinde adli diş hekimliğinin önemini açıklamak için daha faydalı olabilir.

Bu afetlerden ilki 2009'da Avustralya Victoria'da gerçekleşen orman yangınlarıdır (Hinchliffe, 2011). Bu yangında o tarihe kadar olan en yüksek can kaybı yaşanmış, 173 kişi ölmüş, 400'den fazla kişi yaralanmış ve 2000'i aşkın ev yıkılmıştır.

Olayın gelişimi içerisinde ölü sayısı giderek artınca, Victoria Eyaleti Adli Tıp Görevlileri, Afet Kurbanı Tanımlama (Disaster Victim Identification (DVI)) koordinatörleri ve polis de dahil olmak üzere yetkililer, medya ve çeşitli kurumlarla toplantılar düzenlemiştir.

Bu tür olaylarla etkin ve hassas bir şekilde başa çıkabilmek için planları harekete geçirmek, protokolleri kabullenmek ve ekipleri bir araya getirmek önemlidir. Takım çalışması, işbirliği ve iletişim, gelişen duruma uyum sağlama yeteneği ile birlikte esas prensiptir. Ölü sayısı arttıkça ailelerin ve medyanın ekipler üzerindeki baskısı artar (Below, Wirtz & GUHA-SAPIR, 2009).

Çalışma şu şekilde gerçekleşmiştir. Tüm yangın alanlarında, insan kalıntılarını bulmak ve geçici morga ulaşımı organize etmek için sıkı güvenlik önlemleri alınmıştır. 4000'den fazla mülk aranmış, yararlılar hastaneye götürülmüş ve evsizlere geçici barınma teklif edilmiştir.

DVI ekiplerinin gelmesiyle birlikte bir an önce ceset kalıntılarının çıkarılması ve kimlik tespit süreci başlamış, kalıntılar önce yerinde fotoğraflanmıştır. Her bir kalıntıya bir DVI numarası verilmiş, alan buna karşılık gelen numarayla işaretlenmiştir. Ardından kalıntılar morga nakledilmek üzere dikkatlice toplanmıştır. Kafatası ve diş yapıları, potansiyel olarak değerli diş kanıtlarını daha fazla tahribattan korumak amacıyla korumalı ambalajlara yerleştirilmiştir. Öncelikle kolay tanınabilir kalıntılar taşınmış olmakla beraber kül ve moloz arasında kömürleşmiş kalıntıları bulabilmek için bu olay yerlerine de gidilmesi gerekmiştir. Ancak tehlikeli koşullar arama çalışmalarını engellemiştir. İdeal olarak patologların, antropologların ve adli diş hekimlerinin olay yerine gelmesi gerekir. Ancak bu olay özelinde bu yaklaşım, çok pratik olmadığı için kabul görmemiştir.

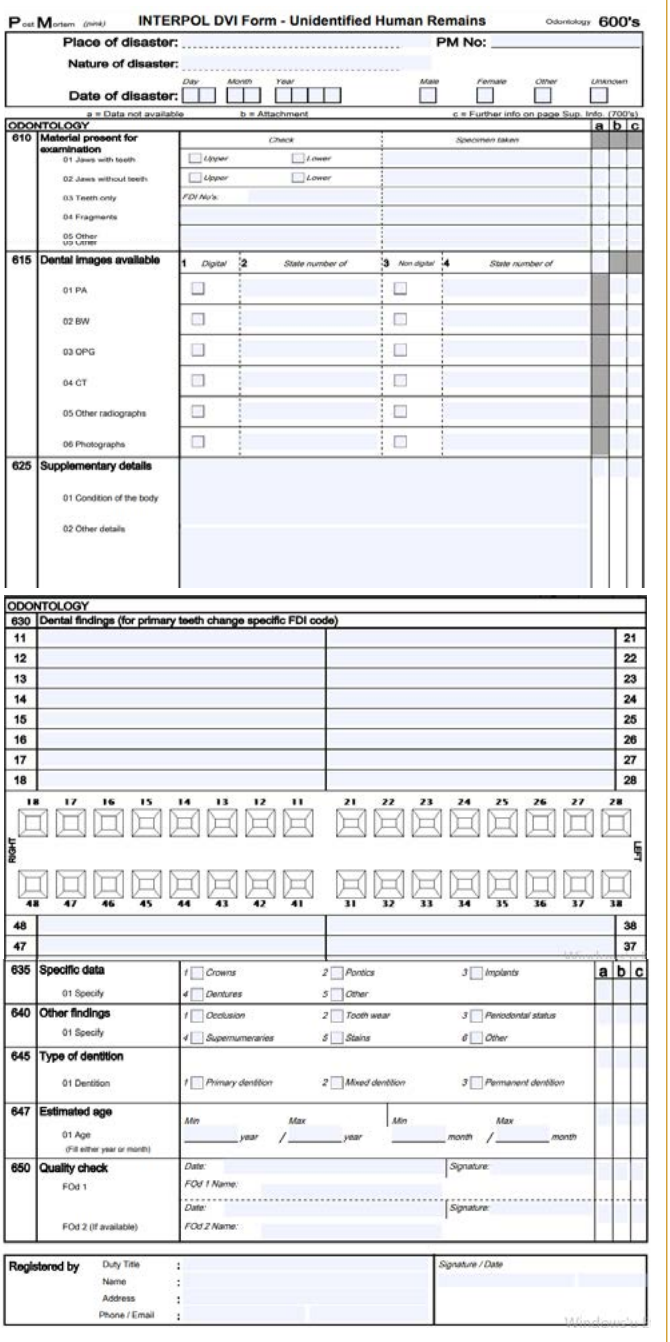
Olay yerinin temel sorunları şunlardır.

- Bu sorunların başında olayın bir "açık afet" olması gelmektedir.
- Olayda aralarında büyük mesafelerin olduğu birden fazla alan vardır.
- Olay sırasında ve olayın çevresinde insan hareketliliği devam etmektedir.
- Olay yerinde/yerlerinde her an çökme tehlikesi bulunan binalar mevcuttur.
- Bazı binalarda asbest varlığı koruyucu giysi ve ekipman gerektirir.
- Arama ve incelemeler sırasında bazı alanlar hala yanmaktadır.
- Bazı kurtarma ekiplerinin deneyimi sınırlıdır.
- Yol erişimi; enkaz, yanmaya devam eden ağaçlar, ve/veya kaza yapan araçların oluşturduğu engel nedeniyle çok zordur.
- İnsan dışı kalıntılar bulunmaktadır.
- Kalıntıların bir araya getirilmesi uzun çaba gerektirebilir.
- Küle dönüşmüş kalıntıların varlığı kimliklendirmeyi olanaksız kılabilir.

Victoria Adli Tıp Enstitüsü'nde iki gün içinde geçici bir morg kurulmuş, gizliliğin korunması için güvenlik önlemleri alınmış ve karmaşık çevrenin etrafına bölmeler yerleştirilmiştir. Cenazeler morg alanında soğuk konteynerlerde saklanmıştır. Otopsi prosedürleri adli tıp uzmanlarıyla yapılan tartışmanın ardından kimliklendirme sorunuyla sınırlı tutulmuştur. Kalıntılara barkod verilmiş, fotoğrafları çekilmiş ve aşırı hasar almış cesetlerde yaş ve cinsiyet bilgisine ulaşmak, metalik yapıları saptamak ve diş yapılarının iyi görüntülenmesine yardımcı olmak amacıyla BT kullanılmıştır.

Cesetle ilişkili tüm eşyalar numaralandırılmış, fotoğraflarının çekilmesinin ardından temizlenerek güvenli bir şekilde saklanmıştır. Bu prosedürün ardından kalıntılar adli tıp uzmanları tarafından incelenmiştir. Mümkün olabilen durumlarda DNA örnekleri alınmıştır. Kalıntıların önemli bir kısmı yanmış ve ileri derecede kömürleşmiştir ancak bir çok küçük diş kalıntısına ulaşılabilmiştir. Portatif el tipi makinelerle bu kalıntıların fotoğrafları çekilmiş, radyografileri alınmıştır. Postmortem bulgular pembe DVI formuna kaydedilmiş ve bilgisayar sistemine girilmiştir (Şekil 3).

Şekil 3
Postmortem (Pembe) DVI Formunun Odontoloji Bölümü.



Post Mortem (pink) INTERPOL DVI Form - Unidentified Human Remains Odontology 600's

Place of disaster: PM No:

Nature of disaster:

Date of disaster: Day Month Year Male Female Other Unknown

a = Data not available b = Attachment c = Further info on page Sup. Info (700's)

ODONTOLOGY a b c

610 Material present for examination — Check — Specimen taken
01 Jaws with teeth: Upper Lower
02 Jaws without teeth: Upper Lower
03 Teeth only — FDI No's:
04 Fragments
05 Other

615 Dental images available — 1 Digital 2 State number of 3 Non digital 4 State number of
01 PA
02 BW
03 OPG
04 CT
05 Other radiographs
06 Photographs

625 Supplementary details
01 Condition of the body
02 Other details

ODONTOLOGY

630 Dental findings (for primary teeth change specific FDI code)

11 12 13 14 15 16 17 18 — 21 22 23 24 25 26 27 28

18 17 16 15 14 13 12 11 21 22 23 24 25 26 27 28 — RIGHT LEFT — 48 47 46 45 44 43 42 41 31 32 33 34 35 36 37 38

48 47

635 Specific data — 01 Specify — 1 Crowns 2 Pontics 3 Implants 4 Dentures 5 Other — a b c

640 Other findings — 01 Specify — 1 Occlusion 2 Tooth wear 3 Periodontal status 4 Supernumeraries 5 Stains 6 Other

645 Type of dentition — 01 Dentition — 1 Primary dentition 2 Mixed dentition 3 Permanent dentition

647 Estimated age — 01 Age (Fill either year or month) — Min year / Max year Min month / Max month

650 Quality check — FDI 1 — Date: Signature: FDI 1 Name: — FDI 2 (If available) — Date: Signature: FDI 2 Name:

Registered by Duty Title : Name : Address : Phone / Email : Signature / Date

Açıklama notu. Disaster victim identification (DVI), Interpol, https://www.interpol.int/How-we-work/Forensics/Disaster-Victim-Identification-DVI kaynağından alınmıştır.

Antemortem bilgi toplama kitle felaketlerinde kimliklendirmenin en önemli parçalarındandır. Bu felakette 100 kişilik bir ekip (çiftler halinde ve bir danışman eşliğinde) çalışarak, hayatta kalan aile üyelerine ölen kişiyle ilgili olarak diş tedavisi/cerrahisi geçirip geçirmediğini, eğer varsa dental kayıtlarının nerede olduğunu sorgulamıştır. Tüm kayıp kişilere antemortem bir numara verilmiş ve bu kez bilgiler antemortem (sarı) DVI formlarına aktarılmıştır. Antemortem dental radyografiler ise dijital formatta taranmıştır. Antemortem ve postmortem kayıtların karşılaştırılması sırasında toplam 56 diş hekimi çalışmıştır.

Kitle felaketlerinde yaşanan can kayıpları özellikle bu denli yüksek sayıda olduğunda, toplum ve medya kimliklendirme ekipleri üzerinde baskı kurar. Süreç içerisinde yapılan hatalar kabul edilemez, bu nedenle çalışmalar titizlikle yapılmalıdır. Sürecin doğası çalışmanın uzun sürmesine neden olur, bu nedenle kayıpların yakınlarına gecikmenin nedenlerini açıklamak ve daha fazla öfke ve endişe yaratmamak için iletişim açık tutulmalıdır.

Kimliklendirme için çalışan her birim (odontoloji, parmak izi, antropoloji, polis vd) antemortem bilgileri postmortem bilgilerle karşılaştırmaya çalışır. Kişisel eşyalar ve kalıntıların bulunduğu yer ve tanık ifadeleri diş bulguları ile desteklendiğinde pozitif bir kimliklendirme yapılabilir. Bu olayda sonuçta 173 cesdin 172'sinin kimliği kesin olarak saptanabilmiştir. (Dokuz kişi yangın nedeniyle ancak daha sonraki bir tarihte öldüğü için DVI prosedürüne alınmamıştır.) Çalışmalar sırasında 300 DVI olgusu oluşturulmuş, tüm kalıntılar incelenmiş, bir çok olguda karmaşık kalıntılar ve her durumdaki vücut parçaları bilinen kalıntılarla yeniden ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Yapılan incelemeler bazı kalıntıların insana ait olmadığını göstermiştir. Kimliği saptanan kalıntılar için ailelere haber verilmiş ve defin raporları tamamlanmıştır. Kalıntıların bir kısmı bir kurbanla eşleştirilemediği için ayrı olarak gömülmüştür (Hinchliffe, 2011).

Konuyla ilgili olarak ikinci afet 30 Ağustos 1974'de Zagrep'te meydana gelen tren kazasıdır ki bu olay "Kapalı Afet" olarak sınıflandırılan afetlere örnek olduğu gibi, aynı zamanda adli diş hekimliği uygulamalarının neredeyse hiç yer bulmadığı bir olaydır. Olay özelinde değerlendirildiğinde, adli diş hekimliğinin kimliklendirmedeki önemi bir kez daha anlaşılacaktır.

Kazada, trende 326 yolcu ve mürettebatın bulunduğu sanılmaktadır. Doğudan yaklaşan 410 numaralı Hellas Ekspresi, Zagrep ana istasyonundan önceki viraja 103,1 km/s hızla girmiştir ki hız limiti 53,1 km/s'tir. Dokuz vagon motordan ayrılmış ve ters dönmüş, kazada 152 kişi ölmüş, 90 kişi ise yaralanmıştır. Tüm kurbanların ölüm nedeni çoklu ve geniş künt travmadır (Dumanèiæ, Kaiæ, Njemirovskij, Brkiæ & Zeèeviæ, 2001).

Kimliklendirme işlemlerinde Zagrep ve çevre illerden polis ve adli tıp uzmanları birlikte çalışmıştır. Ölü sayısının fazla olması nedeniyle kimlik tespiti için yardım talepleri, kitle iletişim araçları yoluyla duyurulmuştur. Klinik uygulamada dokuz yıllık deneyime sahip bir diş hekimi ve dişten kimliklendirme alanında deneyime sahip olmayan bir adli tıp uzmanı gönüllü olmuş, postmortem diş bulgularının kaydedilmesi için kimliklendirme çalışmalarında yer almıştır. Hırvatistan'da ilk kez postmortem diş bulgularını kaydetmek için Interpol formu kullanılmıştır. Diş verilerinin kaydı eskizler üzerinden yapılmış ve bazı durumlarda Hırvatça metin

açıklamaları ve kısaltmalar kullanılmıştır. Akraba ve arkadaşlarla görüşmek ve olası yolcular hakkında bilgi toplamak için ekipler oluşturulmuştur. Kimlliklendirme, kazadan dört ay sonra tamamlanmıştır. Kazada 111 kişinin kimliklendirmesi yapılabilmiştir ve diş verileri olguların sadece %5'inde kimliklendirme için temel oluşturmuştur. Antemortem diş verileri kurbanların aileleri ve arkadaşları tarafından sağlanmıştır. Tüm olgularda sabit ve hareketli protezler dişleri tanımlayan unsur olmuştur. Diş yaşı tahmin ise, üç çocuk kurbanda destekleyici kanıttır.

Bu kazada kimliklendirme sürecinde pek çok problem bulunmaktadır. En önemli sorun yolcu listesinin bulunmaması ve buna bağlı olarak yolcu sayı ve isimlerinin bilinmemesidir. Görüşmeci ekipler verileri, trende olduğuna inanılan kişilerden toplamıştır. Diğer sorun ise hayatta kalanların tedavilerinin ardından polisle görüşmeden olay yerinden ayrılmış olmalarıdır. Kimliklendirme ekipleri, kısmen objektif nedenlerden, kısmen de adli diş hekimliğindeki deneyim eksikliklerinden ağırlıklı olarak adli tıp teşhis yöntemlerine yönelmiştir.

Trendeki yolcular, çoğunlukla eski Yugoslavya'nın güneydoğusundandır. Bazıları iş buldukları Almanya ve Avusturya'ya gitmektedir ve bazılarıysa yabancıdır. Antemortem diş verileri aile ve arkadaşlardan toplanmıştır ve çoğunlukla yanlıştır.

Antemortem ve postmortem dental kayıtların karşılaştırılmasında ve postmortem verilerin kaydedilmesinde diş hekimlerinin yer almaması daha fazla cesedin kimliklendirilememesine neden olmuştur. Bozulmayı hızlandıran yüksek yaz sıcaklıkları ve çok sayıda cesedi saklayabilecek yeterli alanın yokluğu, kimliklendirmenin hızlı yapılmasına, bu da prosedürün tek bir kimlik unsuru temeline indirgenmesine neden olmuştur.

Daha fazla tanımlayıcı unsura duyulan ihtiyaç, tren kazası kurbanlarından birinin kimliklendirilmesindeki hatayla da doğrulanmıştır. Olay yerinde bulunan bir sağ el, bir kişinin öldüğü açıklamasının yapılmasında temel kabul edilmiş, ancak sonradan bu kişinin kazadan sağ kurtulduğu anlaşılmıştır (Dumanèiæ, Kaiæ, Njemirovskij, Brkiæ & Zeèeviæ, 2001). Kitle felaketlerinde dişten kimliklendirmeyle ilgili sorunlar iç ve dış olarak ikiye ayrılabilir (Brannon & Kessler, 1999). Kalıntılar, kayıtlar ve afet yönetimi dış faktörler olarak değerlendirilirken, muhtemel stres ve deneyimsizlik iç faktörlerdir.

Yangın kurbanlarının dişten kimliklendirilmesi prosedürünün kapasitesi ve sınırlılıkları hakkında yapılan bir çalışmada, çoğu kez yan diş segmentlerinin ciddi şekilde yanmış kurbanlarda bile hasarsız kaldığını saptanmıştır. Bununla beraber dişten kimliklendirme 20 yaş altı kurbanlarda çok efektif değildir. Bunun nedeni, bu yaştaki kişilerin diş sağlığında her geçen gün görülen iyileşmedir (Andersen, Juhl, Solheim & Borrman, 1995). Bu gibi durumlarda dental radyografilerin kullanılması ve bu kullanımın standart kimliklendirme prosedürü içerisine girmesi önemlidir. Periapikal radyografi kuronun yok olduğu ve alveol soketi içinde sadece köklerin kaldığı durumları saptamak için diğer yöntemlere göre daha avantajlıdır (Solheim, Lorentsen, Sundnes, Bang & Bremnes, 1992).

Bu felaketler, her düzeyde bilgi alma, müdahalenin güçlü ve zayıf yönlerinin ele alınması ve gelecekteki acil durumlar için harekete geçilmesini sağlamıştır.

Diş hekimleri dental kayıtların kitlesel felaketlerdeki öneminin farkında olmalı, kayıtlar ve kısaltmalar ulusal ya da uluslararası standartlarda yapılmalı ve sabit ve hareketli protezler mutlaka kayıtların içinde yer almalıdır (Dumanèiæ, Kaiæ, Njemirovskij, Brkiæ & Zeèeviæ, 2001). Standardizasyon, kayıtların Interpol DVI antemortem kayıt formuna aktarılmaya uygun olmalıdır.

Afetler her zaman can kayıplarına neden olacaktır. Büyük yangınlar, büyük depremler ve tsunami, tayfunlar, hava, kara ve demiryolu kazaları, savaşlar ve terör saldırıları var olduğu sürece bu durumlarla başa çıkmanın en etkin yolu, olaylara kısa sürede müdahale edebilecek eğitimli ekiplerin hazır olması ve bu ekiplerin içinde mutlaka adli diş hekimlerinin yer almasıdır (Hinchliffe, 2011).

Tıbbi Uygulama Hatalarında Diş Hekimliği

Dünya Tabipler Birliği'nin (The World Medical Association) 1992'deki 44. Genel Kurulu'nda kabul edilen "Tıpta Yanlış Uygulama" konulu duyurusu, bu birliğin çatısı altında toplanmış ülkeleri, tıpta giderek artan bir oranda yer almaya başlamış yanlış uygulamalar ve suistimaller konusunda uyarmayı hedef almıştır. Bu duyuruda tıbbi uygulama hataları "Hekimin tedavi sırasında standart uygulamayı yapmaması, beceri eksikliği veya hastaya tedavi vermemesi ile oluşan zarar" olarak tanımlanmıştır (World Medical Association, 1992).

Diş hekimliği tıbbın özelleşmiş bir alanıdır. Günümüzde, ülkemizde diş hekimlerinin mesleki uygulamalarına ilişkin yasal sorumluluklarına özgü yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. Genel hekimlik uygulamalarına ilişkin kabul edilen ilkeler diş hekimleri açısından da geçerli olmakta, mesleki sorumluluklara aykırı davranışlar da yine genel yasal düzenlemeler çervesinde değerlendirilmektedir (Demircan, 2006).

Diş hekimlerinin tıbbi uygulamaları nedeniyle sorumlu tutulabilmeleri için eylemin,

- Hukuka aykırı olması
- Bilimsel tıbbi standatlardan sapmış olması (Kusur oluşması)
- Zararlı bir sonuç doğurması
- Zararlı sonuç ile kusurlu davranış arasında nedensellik ilişkisi bulunması gerekir (Yorulmaz, 2005).

Diş hekimlerinin tıbbi uygulama hatası iddialarını değerlendirme sürecindeki en önemli fonksiyonu bilirkişiliktir. İstanbul Diş Hekimleri Odası'na (İDO) tıbbi uygulama hatası iddiası ile başvuran olguların değerlendirildiği bir çalışmada, inceleme sürecinde şikayete konu olan diş hekimlerinin %51'ine soruşturma açıldığı görülmüştür. Bir başka deyişle İDO Yönetim Kurulu, her iki şikayetten birinde incelemeyi derinleştirme yönünde karar almıştır. Ancak, haklarında soruşturma açılmış olmasının, diş hekimlerinin büyük çoğunluğu üzerinde olumsuz etki yarattığı, yazılı savunmalarındaki ifadelerinden anlaşılmaktadır (Özgüç, 2013). Haklarında tıbbi uygulama hatası ve/veya ile açıklaması ya da savunması istenen hekimlerin büyük bölümünün açıklaması istenen konuda haklılıklarını ortaya koyacak bilimsel görüşler yerine, mezun oldukarı fakülte, kişisel deneyimleri, sahip oldukları mezuniyet sonrası eğitim belgeleri ve çalıştıkları birimin olanakları gibi üstün özelliklerini ön plana çıkarmaya çalıştıkları bilinmektedir (Yorulmaz, 2005). Oysa soruşturma süreci, hekim ve diş

hekimlerinin kendilerini doğru ifade etme ve aklanma sürecine hizmet eder. Bu süreç içinde bilirkişinin varlığı, iddianın değerlendirilmesinde vazgeçilmezdir.

Hukuk ve ceza yargılaması kanunlarının bilirkişilik sistemindeki temel dayanak noktası, hakimin özel ya da teknik bir bilgiyi gerektiren bir konuda bilirkişiye başvurup, kendisini aydınlatmak istemesidir (Yorulmaz, 2005). Ülkemizde yer alan mevzuatlar gereği tıbbi bilirkişilik görevi, branş ayırımı yapılmaksızın mesleği icra etmeye yetkili hekimlere verilmiştir. Bu kapsamda Adli Tıp Kurumu (ATK), üniversitelerin Adli Tıp Anabilim Dalları, Adli Tıp Enstitüleri, Tabip Odaları Onur Kurulları, Türk Tabipleri Birliği Yüksek Onur Kurulu, Diş Hekimleri Odaları Disiplin Kurulları, Türk Diş Hekimleri Birliği Yüksek Disiplin Kurulu ülkemizde tıbbi bilirkişilik görevi üstlenen kurumlardır (Ayan, 1991), (Küpeli 2007).

Her ne kadar, belirli süre mesleki deneyime sahip olan hekimler bilirkişilik yetkisine sahip olsalar da, bilirkişi raporlarında bir standardizasyon ve ortak dil sorunu göze çarpmaktadır. Mesleki kariyeri içinde bilirkişi olarak görev alacak diş hekimlerinin, konuyla ilgili olarak mezuniyet sonrası eğitim almaları son derece önemlidir.

Dişten Yaş Tayini

İnsan vücudunda yaşlanmaya bağlı olarak boy ve kilo değişiklikleri, dişlerin sürmesi kemiklerin osifiye olması, ikincil cinsiyet karakterlerinin belirginleşmesi gibi pek çok değişiklik görülür. Bu değişikliklerin çoğu, yaş tahmini için güvenilir bir şekilde kullanılamayacak kadar değişkendir (örneğin boy ve kilo), ancak dişlerin sürmesi (süt ve kalıcı dişler), kemik yapıların osifiye olması ve ikincil cinsiyet karakter özelliklerinin ortaya çıkma periyodu oldukça sabittir ve yaş tahmininde kullanılılar. Yaş tahmininde alınan sonuç 20 yaş altında daha başarılıdır, yaş ilerledikçe bu başarı oranı azalır (Star, Thevissen, Jacobs, Fieuws, Solheim & Willems, 2011).

Yaş tayini hem ölüm sonrası kimliklendirmede, hem de kronolojik yaşın tartışmalı olduğu canlı bireylerde kullanılan bir yöntemdir. Dişlerden yaş tayini ise, morfolojik, radyolojik, histolojik ve biyokimyasal yöntemlerden yararlanır. Diş yapısı kullanılarak yapılan yaş tayini üç aşamaya ayrılır. 1. Doğum öncesi, yenidoğan ve doğum sonrası erken dönem, 2. Çocuklar ve ergenler, 3. Yetişkinler.

Morfolojik (Klinik veya Görsel) metot, güvenilirdir ve kolay uygulanır bir yaklaşıma sahiptir. Sürme aşamaları ve dişlerdeki abrazron ve atrizyon gibi dejeneratif değişiklikler klinik olarak gözlenebilir.

Radyolojik metot basit ve noninvazivdir. Hem yaşayanlarda hem de kimliği belirlenemeyen ölmüş kişilerde kullanılabilir. Diş germlerinin görünümü, mineralizasyon aşamaları, kuronun tamamlanma derecesi ve kuronun oral kavite içinde görünürlüğü hakkında bilgi verir.

Histolojik metot, ayrıntılı mikroskobik inceleme için dokuların hazırlanmasını gerektirir. Ancak bu metotta gelişim aşamaları daha doğru belirlenir.

Biyokimyasal metot, dişin yapısındaki iyon seviyelerindeki değişikliklerin belirlenmesi esasına dayanır. Gelecekte, diş hekimliği ile ilgili kanıtların değeri hakkındaki endişelere çözüm olabilir.

Doğum Öncesi, Yenidoğan ve Doğum Sonrası Erken Dönemde Yaş Tayini

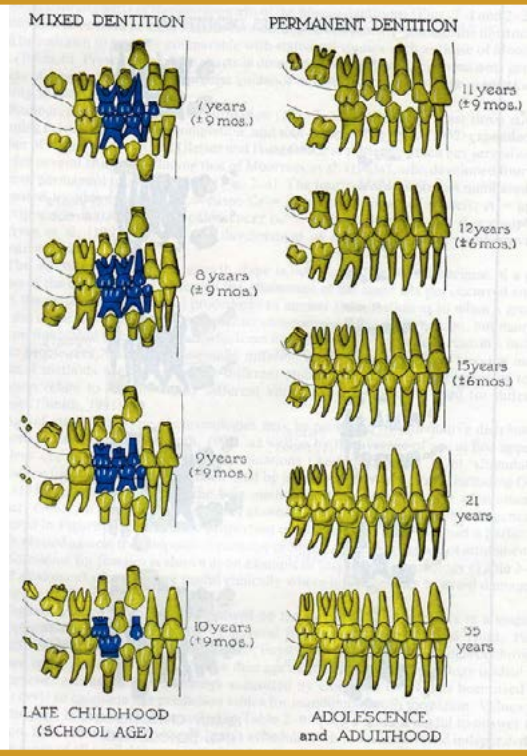
Süt dişleri intrauterin hayatın (IU) 7. haftasında oluşmaya başlar ve tüm süt dişlerinin mine oluşumu bir yılda tamamlanır. Kalıcı 1. molar dişin germi ise IU 3-4. ayda gerçekleşir. Diş mineralizasyonunun radyografide görülmesinden 12 hafta öncesine kadar yaş tayini için histolojik teknikler kullanılır. Bu dönemde gözlenmek istenen, minedeki "Yenidoğan çizgisi"dir. Yenidoğan çizgisi canlı doğumun göstergesi olarak kabul edilir. Bowers, yenidoğan hattını "Mine prizmasının büyümesindeki yavaşlama ve böylelikle görünür bir hat oluşması" şeklinde açıklamaktadır (Singla, Sharma, Mishra & Sharma, 2018). Yenidoğan hattının oluşumu doğumdan sonra yaklaşık 3 hafta daha sürer. Bu süreçteki yaş tayini fetisid ve infantisid şüphesi olan olgularda önemlidir.

Çocuk ve Ergenlerde Yaş Tayini

Çocuk ve ergenlerde yaş tayini, dişin sürme ve kalsifikasyon zamanlarına dayanmaktadır.

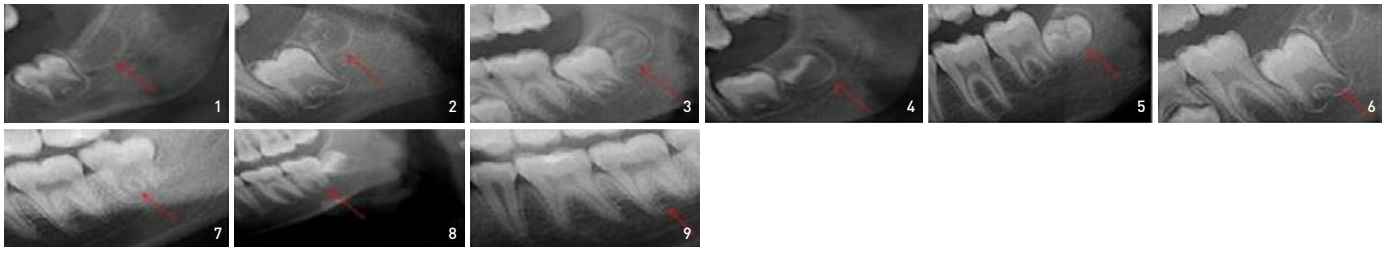
Nystrom ve arkadaşları, diş çıkışını uygun bir yaş tahmini yöntemi olarak görmektedir. Yöntem ağızda bulunan dişlerin görsel olarak değerlendirilmesini içerir, az ekipmanla yapılabilmesi, ileri uzmanlık gerektirmemesi yöntemin avantajıdır. Ancak yöntem süt dişleriyle sınırlandırılmalıdır, çünkü süt dişlerinin sürme zamanları sürekli dişlere göre daha düzenlidir, doğumdan sonraki 6. ayda başlar ve 2,5 yıl içinde tamamlanır. Kalıcı dişler ise ağız içi ortamın etkisi altındadır, enfeksiyon, arkın şekli ve erken süt dişi kayıplarından etkilenir (Singla, Sharma, Mishra & Sharma, 2018).

Şekil 4
Schour & Massler Gelişim Diyagramı



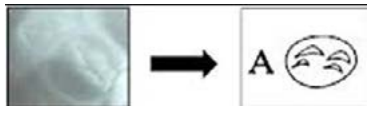
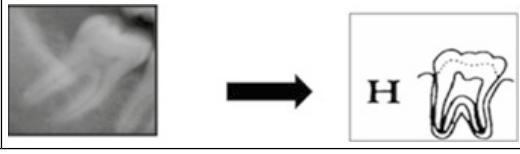
Açıklama notu. Nayyar, A.B., Babu, B.A., Krishnaveni, B., Devi, M.V., Gayitri, H.C. (2016). Age estimation: Current state and research challenges, Journal of Medical Sciences 36(6):209 kaynağından alınmıştır.

Şekil 5
Mandibular 3. molar dişin gelişim aşamalarını gösteren radyografi



Açıklama notu. Naik, S. B., Patil, S. N., Kamble, S. D., Mowade, T., Motghare, P. (2014). Reliability of third molar development for age estimation by radiographic examination (Demirjian's method). Journal of Clinical and Diagnostic Research, 8(5), 25-28 kaynağından alınmıştır.

Şekil 6
Demirjian Yöntemine Göre Gelişim Evreleri

Evre	Radyografik Görünüm		Evreye Göre Ortalama Yaş	
			Erkek	Kadın
Evre A	Tek oklüzal nokta kalsifikasyonu (Farklı kalsifilasyon noktaları birleşimi olmaksızın)		9,63	9,46
Evre B	Mineralizasyon noktaları birleşir, oklüzal yüzey tanınabilir.		10,65	11,02
Evre C	Oklüzal yüzeyde mine oluşumu tamamlanmış ve dentin oluşumu başlamıştır. Pulpa odası kavislidir, pulpa boynuzları görünmez.		13,05	11,96
Evre D	Mine oluşumu mine-sement birleşimine kadar tamamlanır. Kök oluşumu başlar. Pulpa boynuzları farklılaşmaya başlar, ancak pulpa odasının duvarları eğimli kalır.		14,63	14,91
Evre E	Kök uzunluğu, kuron yüksekliğinden daha kısadır. Pulpa odasının duvarları düzdür ve pulpa boynuzları önceki aşamaya göre daha farklı hale gelmiştir. Azı dişlerinde bifürkasyon kireçlenmeye başlamıştır.		17,11	17,33
Evre F	Pulpa odasının duvarları ikizkenar üçgen oluşturmuştur ve kök uzunluğu kuron yüksekliğine eşit veya bundan daha büyüktür. Azı dişlerinde bifurkasyon köklere farklı form vermek için yeterince gelişmiştir.		18,15	19,33
Evre G	Kök kanalının duvarları artık paraleldir, ancak apikal uç kısmen açıktır. Azı dişlerinde sadece distal kök ayrılır.		19,60	20,22
Evre H	Kök ucu tamamen kapalıdır (azı dişlerinde distal kök). Kökü ve tepeyi çevreleyen periodontal zar, baştan sona genişlikte tek tiptir.		20,86	21,60

Açıklama notu. Naik, S. B., Patil, S. N., Kamble, S. D., Mowade, T., Motghare, P. (2014). Reliability of third molar development for age estimation by radiographic examination (Demirjian's method). Journal of Clinical and Diagnostic Research, 8(5), 25-28 kaynağından alınmıştır.

Schour & Massler Metodu: Yöntem ilk kez 1941'de yayınlanmıştır. Schour ve Massler, 4 aydan 21 kadar olan 21 kronolojik adımı açıklayarak süt ve kalıcı dişlerin gelişimini incelemişler ve bu adımlar için bir gelişim çizelgesi yayınlamışlardır. Çalışmalarında radyolojik olarak izlenen dişlerin kalsifikasyon aşamalarını standartlarla karşılaştırmışlardır. The American Dental Association (ADA), çizelgeleri periyodik olarak güncellemiş ve 1982'de yayınlamıştır (Şekil 4), (Ebrahim, Rao, Chatra, Shenai, Veena & Prabhu, 2014).

Demirjian Metodu: Demirjian ve arkadaşları, dişlerin gelişimini 8 evreye ayırmış ve bu evrelerin kullanımına dayalı bir puanlama sistemi olan "Demirjian Metodu"nu oluşturmuşlardır. Metotta, mandibulanın sol tarafındaki 7 dişin radyolojik görünümü referans alınır. Her diş, boyutundaki değişiklikten çok, gelişim kriterlerine (dentin kalınlığı, pulpa odasındaki şekil değişiklikleri vb) göre derecelendirilmiştir. A'dan H'ye kadar 8 aşama, kalsifiye noktaların ilk ortaya çıkışından, apeksin kapanmasına kadar tanımlanır (Şekil 5,6). Yedi dişin tamamından toplanan puanlar, doğrudan diş yaşına dönüştürülebilen bir diş olgunluk puanı elde edilmesini sağlar (Demirjian, Goldstein & Tanner, 1973).

Bu yöntemin avantajı dişlerin sürme döneminden bağımsız olmasıdır. Dişten yaş tahmininde diş sürme evrelerinin temel alındığı yöntemler sürecin, dişlerin gömülü olması, diş arkında sürme için yeterli alanın varlığı, süt dişlerinin çekimi gibi faktörlerden etkilenmesi nedeniyle sınırlılıklara sahiptir. Aksine diş gelişimi çevresel faktörlerden daha az etkilendiğinden bu yöntemi kullanarak yapılan yaş tahmini daha sağlıklı sonuçlar verir (Naik, Patik, Kamble, Mowade & Motghare, 2014).

Yetişkinlerde Yaş Tayini

Büyümenin tamamlanmasının ardından, yaş tayini için kullanılan diş yapısındaki değişiklikler, sadece bireyin yaşından değil aynı zamanda hastalık, beslenme, fiziksel zorlanma gibi pek çok ekz ojen ve endojen faktörden etkilenir (Singla, Sharma, Mishra & Sharma, 2018). Yetişkinlerde yaş tayini için kullanılan belli başlı yöntemler şu şekildedir.

Gustafson Metodu: Gustafson, 0-3 puanlık bir ölçek kullanarak dişlerin öğütülmüş bölümlerinin histolojik incelemesine dayanan yaş tahmini için mikroskobik yöntemi tasarlayan ilk kişidir. Dişten yaş tahmini yöntemleri, dişlerin mekanik, kimyasal veya fiziksel etkilere ve zamana karşı oldukça dirençli olması nedeniyle özellikle önemlidir. Ayrıca, yaş tayini için kullanılan belirleyiciler, bireyin maruz kaldığı beslenme, tıbbi, çevresel ve yaşam koşullarından minimum düzeyde etkilenir (Rai, 2007).

Gustafson 1950'de geliştirdiği yöntemde aşağıdaki regresif değişiklikleri temel almıştır.

- Atrizyon (Aşınma) (A)
- Sekonder dentin birikimi (S)
- Periodontal ataşman kaybı (P)
- Kökün apeksindeki sement birikimi (C)
- Kökün apeksindeki rezorbsiyon miktarı (R)
- Dentin tranlusensi (T)

Metotta tüm regresif değişikliklere 0-3 arasında farklı dereceler atanır. Örnek olarak Atrizyon (Aşınma:A) için puanlama sistemi gösterilecek olursa;

A0: Aşınma yok, A1: Mine aşınması A2: Mine+Dentin Aşınması, A3: Pulpaya ulaşan aşınma

Benzer bir puanlama diğer regresif değişiklikler için yapılır. İncelenecek diş 100-200 mikron kalınlığındaki bir kesitte incelenerek şu formüle uygulanır:

Total Skala Sayıları (TSS) = An+Pn+Sn+Cn+Rn+Tn
Ardından elde edilen TSS aşağıdaki formülüne uygulanır.
Yaş (Yıl) = 11,43+4,56 x TSS
Formülün standart sapması 3,36 yıldır (Çöloğlu & İşçan, 1998).

Bunun dışında Gustafson Metodu'nun standart sapmasını minimize etmek amacıyla 5 puanlık sistemi geliştiren Dalitz Metodu (1962) ve sementteki inkrimental çizgilerden olası yaş tayini yapabilen ve sementteki hipomineralize bantlar yardımıyla, hamilelik, iskelet travmaları ve böbrek hastalıklarının da göstergesi olabilecek ancak sadece cesetlerde kullanılabilen Kagerer & Grupe Metodu yetişkinlerde yaş tayininde kullanılabilir (Singla, Sharma, Mishra & Sharma, 2018).

Biyokimyasal Metot: Aminoasit rasemizasyon reaksiyonu her aminoasidin özelliğidir. Aspartik asit rasemizasyonu 20. yüzyılın ikinci yarısında tanıtılmış ve yaş tayininde en güvenilir kimyasal yöntem olarak kabul edilmiştir. Aspartik asit, dentin de dahil olmak üzere birçok dokuda yer alan bir protein aminoasididir.

Aspartik asit, rasemizasyona en yatkın aminoasitlerdendir ve optik olarak aktif olmasını sağlayan asimetrik bir karbon atomuna sahiptir. Birbirinin ayna yansıması olan iki optik izomer – L ve D aspartik asit – polarize ışık düzleminde zıt yönlere dönebilir, bu da onları rasemik bir karışıma dönüştürür (Wochna, Bonikovski, Śmigielski & Berent, 2018).

Canlı organizmalar ağırlıklı olarak izomerin L formunu içerir, ancak zaman içerisinde bu formu kısmen D formuna dönüşür. Rasemizasyon oranı hem in vivo hem de postmortem sıcaklığa bağlı olduğundan ölüm bu dönüşümü durdurur. Aspartik asit rasemizasyon oranı ölçümü, kişinin ölüm sonrasında doğru yaş tayininin temel öncülüdür (Ohtani & Yamamoto, 2010).

Kriminal Olaylarda Adli Odontoloji

Isırık İzi Analizi

Saldırgan ve kurban arasındaki "ölüm-kalım mücadeleleri" ile bağlantılı şiddet olaylarında, dişler genellikle silah olarak kullanılır. Dişleri kullanmak bir saldırganın yaralanması için kurban adına tek savunma yöntemi olabilir. Ayrıca cinsel motivasyona ait cinayetler, tecavüz ve çocuk istismarı da dahil olmak üzere, cinsel saldırganların genellikle baskınlık, öfke ve hayvani davranışların bir tür ifadesi olarak kurbanlarını ısırdıkları bilinmektedir (Carl, 2008).

İnsan ısırık izinin, paterni, boyutu ve şekli, özellikle dişlerin yapısı, eksik bir dişin veya dişler arasındaki geniş bir boşluğun varlığı dentisyon için yeterince ayırt edici ise adli incelemelerde belirlenebilir. Isırık izinin kime ait olduğu cilt ya da bir besin maddesi üzerindeki izlenimden saptanabilir, ayrıca izden DNA izolasyonu için sürüntü alınabilir (Bruce - Chwatt, 2010). Isırma, öpme ve emme eylemi sırasında tükürük cilt yüzeyinde birikmektedir. Bu eser kanıtın, beyaz kan hücrelerinden ve muhtemelen dökülen epitel hücrelerinden tükürükte bulunan DNA'nın PCR tabanlı

tiplenmesini sağlamak için yeterli miktarda ve kalitede mevcut olduğu gösterilmiştir (Carl, 2008).

Isırık izi analizi için standart teknikler, şüphelilerin diş modelleriyle karşılaştırıldığı fotoğrafik kanıtların yorumlanmasına dayanmaktadır (Pretty, 2005). Rawson, hassas bir ölçüm yöntemi olarak insan dişlerinin benzersizliğini matematiksel olarak araştırmıştır. Bununla beraber ısırık izinin benzersizliği tartışmalı bir konudur ve insan derisi ısırık izinin kaydı için zayıf bir yüzeydir. Isırık izleri bireysel diş izlerini görünür kılabilir, her iki diş arkının da görünür olduğu bir iz ya da homojen bir ekimoz olarak gözlenebilir. Ancak cilt dokusunun elastik yapısı veya izin anatomik konumu nedeniyle bozulabilirler. Ayrıca ısırmanın basıncı, maksilla ve mandibulanın açısı da görünümü değiştirebilir. Isırmanın oluştuğu anda vücudun hareket etmiş olması da görüntünün değişmesinde etkilidir (Van der Velden, Spiessens & Willems, 2006).

Isırık izinin olası şüphelilerle karşılaştırmalı analizi, yaralanmanın fotografik görüntüsünün ne kadar ustaca kaydedildiğine bağlıdır. Fotoğraf çekimleri her zaman oryantasyon çekimleri ile başlamalıdır. Amaç, ısırık izinin vücuttaki yerinin gösterilmesidir (Golden, 2011).

Özellikle eski yaralanmaların çekiminde dijital fotoğrafçılığın yaygınlaşması kolaylaştırıcı olmuştur. Böylelikle ışık spektrumunun görünür kısmını kullanarak fotoğraflama pratiğinin dışına çıkılabilmiş, infrared ve ultraviyole ışık kaynaklarının kullanılması da yaygınlaşmıştır. Aynı zamanda özellikle geniş açılı lenslerin kullanıldığı durumlarda oluşan distorsiyonlar da Adobe Photoshop® ve benzeri bir yazılım programında açılarak hem düzeltme yapılabilir hem de doygunluk giderici özellik kullanılarak iz daha görünür hale getirilebilir (Şekil 7), (Van Der Velden, 2006).

Şekil 7
Görüntü algılama teknolojisi yazılımı ile yapay olarak renklendirilmiş görüntü

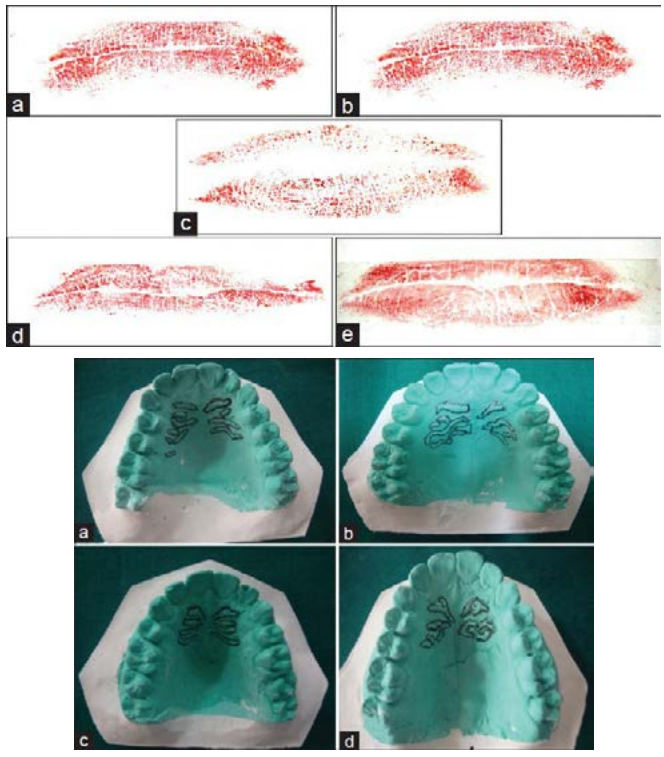


Açıklama notu. Van Der Velden, A., Spiessens,M., Willems, G. (2006). Bite mark analysis and comparison using image perception technology, The Journal of Forensic Odonto-Stomatology, (24):1,14-17 kaynağından alınmıştır.

Cheiloskopi ve Palatal Rugoskopi

Ağız bölgesi, tanımlanmış bir kohorttaki öznelerin kimliklendirilmesine yardımcı olacak sayısız olasılığa izin verir. Dudak izi ve palatal ruganın şekli de bunlardan ikisidir. Yapılan bir çalışma dudak izleri ve palatal ruga şekillerini belirlemeyi ve verileri sınıflamayı başarmıştır. Dudak izi paternleri; a. Tam dikey, b. Eksik dikey, c. Retiküler d. Dallanmış ve e. Belirsiz olarak sınıflandırılmıştır. Palatal ruga şekilleri ise; a. Kavisli b. Dalgalı c. Düz e. Belirsiz olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 8). (Mutalik, Menon, Jayalakshmi, Kamath & Raghu, 2013)

Şekil 8
Dudak izi ve palatal ruga paternleri



Açıklama notu. Van Der Velden, A., Spiessens,M., Willems, G. (2006). Bite mark analysis and comparison using image perception technology, The Journal of Forensic Odonto-Stomatology, (24):1,14-17 kaynağından alınmıştır.

Antemortem verilerin yokluğunda kimliklendirme genellikle tanık ifadeleri yardımıyla yapılır. Dudağın dış yüzeyi, dudak izleri adı verilen karakteristik bir paterne sahip birçok yükselti ve girintiye sahiptir (Gopichand, Kaushal & Kaur, 2010). Genotipik olarak belirlendikleri için patern, doğumdan vücut çürümeye başlayana kadar hiçbir zaman değişiklik göstermez. Bu da dudak izinin adli araştırmalarda kullanılmasını uygun hale getirir. Ayrıca olayın türü, dahil olan kişi sayısı, cinsiyet, kullanılan kozmetikler, alışkanlıklar ve dudaklarla ilgili patolojik durumlar hakkında da bilgi verir. Yanı sıra dudak izinin aile bireyleri ve hatta tek yumurta ikizlerinde dahi farklı paterne sahip olduğunu söyleyen ve dudak izleri ile ilgili veri tabanı oluşturulmasını öneren çalışmalar bulunmaktadır (El Domiaty, Al-Gaidi, Elayat, Safwat & Galal, 2010).

Tıpkı dudak izlerinde olduğu gibi palatal rugalar da kullanışlı bir adli araçtır. Rugalar travmadan korunur, dilin ısısı tarafından yalıtılır ve bu nedenle ölüm sonrası değişikliklerden korunur. Ortodontik tedavi gören bireylerde rugaların dişlerle olan ilişkisinde hafif bir değişiklik olmasına rağmen, ruga şeklinde önemli bir değişiklik saptanmamıştır. Rugalar kimliği makul bir şüphenin ötesinde doğrulamak için yeterli bilgi sağlamaktadır (English, Robison, Summitt, Oesterla, Brannon & Morlana, 1998).

Türk Ceza Kanunu (TCK) ve Yaralanmalar Açısından Adli Diş Hekimliği

Türk Ceza Kanunu'nun 2005'de yürürlüğe girmesiyle birlikte ortaya çıkan yeni kavramlar ve yaklaşımlar doğrultusunda "Yaralanma Suçlarının Adli Tıp Açısından Değerlendirilmesi" ile ilgili bir kılavuz oluşturulmuş ve bu metin, uygulama sürecinde ortaya çıkan tartışmalı konular ve metindeki eksikliklerin giderilmesi için önce 2013'de, ardından da 2019'da güncellenmiştir (Adli Tıp Uzmanları Derneği, Adli Tıp Kurumu Başkanlığı & Adli Tıp Derneği, 2019).

Kılavuzun oluşturulmasındaki amaç, standart bir yaklaşımın geliştirilmesidir. Yara ve yaralanma kavramına bakışa bir standardizasyon getirilmediği takdirde aynı ağırlıktaki yaralanmalar, hekimler tarafından farklı ağırlıkta değerlendirilecek, buna bağlı olarak hukuki süreç içinde farklı uygulamalar yapılacak ve ceza yargılamasında eşitlik ilkesine aykırı, hatalı sonuçlar ortaya çıkacaktır (Çetin & Yorulmaz, 2006).

TCK'da yer alan yaralama suçlarının adli tıp açısından değerlendirilebilmesi için konu ile ilgili temel kavramları tanımlamak önemlidir. Bu kavramların başında "Basit Tıbbi Müdahale (BTM)" ile giderilebilecek ölçüdeki yaraların tanımlanabilmesi gelir. Yaralanmanın BTM ile giderilebilecek ölçüde HAFİF OLDUĞU/OLMADIĞI durumunun belirlenebilmesi için tüm hekimler tarafından kullanılabilecek bir listeye gereksinim vardır. Bu liste oluşturulurken hangi yaralanmaların BTM ile giderilebileceğinin dışında, hangi travmatik değişimlerin kişi üzerindeki etkisinin hafif yaralanma olarak değerlendirileceği üzerinde de çalışılmıştır. (Adli Tıp Uzmanları Derneği, Adli Tıp Kurumu Başkanlığı & Adli Tıp Derneği, 2019). Kılavuz kullanılarak yaralanmaların değerlendirilmesi ve sonucunda hazırlanacak olan adli raporlar standardize edilmiş olur.

Aşağıda diş hekimliğinin alanı içinde değerlendirilen ağız, yüz, çene ve dişleri ilgilendiren kavramlar ve yaralanmalar belirtilmiştir.

Yüzünde Sabit İze – Yüzünün Sürekli Değişikliğine Neden Olma

Bu durumun saptanabilmesi için öncelikle yüzün sınırları tanımlanmalıdır.

"Yüz" ifadesinden *"Kişiye ön ve yanlardan bakıldığında üstte saçlı deri sınırı (kalıcı olarak saçı dökülmüş veya ileri derecede azalmış kişilerde her iki kulağı üstten birleştiren hayali çizginin önünde kalan bölge dahil), yanlarda kulak önyüzleri dâhil olmak üzere kulak heliksinden inen hayali düz çizgilerin her iki klavikula ile kesiştiği noktalar ile altta fossa jugularisten başlayıp yanlara doğru klavikulaları takip eden çizgiler arasında kalan bölge anlaşılmalıdır."*

"Yüzde Sabit İz" TCK'nın 87. maddesinin 1. fıkrasında, yüzde sürekli değişiklik ise TCK'nın 87. maddesinin 2. fıkrasında yer alır. Yüz bölgesinde oluşan yaralar az ya da çok iz bırakır, ancak her iz "yüzde sabit iz" olarak değerlendirilmez. Yaralanma esnasında, yüz sınırları içerisinde oluşan yaranın iyileştikten sonra bıraktığı iz, gün ışığında veya iyi aydınlatılmış bir ortamda, insanlar arası sözel diyalog mesafesinden (1-2 metre) ilk bakışta belirgin bir şekilde fark edilebilir durumda ise "Yüzde Sabit İz"den bahsedilir. İzin, sabit bir iz olup olmadığının değerlendirilmesi için iyileşme tamamlanmış olmalıdır. Bu nedenle adli tıp uygulamalarında muayene, olayın gerçekleşmesinden en az altı ay sonra yapılır, hekim gerek görürse süreyi uzatabilir.

Eğer, yüz sınırları içinde oluşan yaralanmanın bıraktığı iz, o kişiyi önceden tanıyanların onu tanımasında tereddüte neden olacak şekilde, yüzün doğal görünümünü bozmuş ise, bu durumda "Yüzde Sürekli Değişiklik" kavramından söz edilecektir. Ağır yanıklar ya da yüze kezzap atılması gibi kimyasal yanık olguları bu duruma örnek olarak verilebilir.

Alt ve üst çenede yer alan santral, lateral, kanin ve premolar dişlerdeki kayıplar, implant veya protezle tedavisinin yapılamadığı durumlarda "Yüzde Sabit İz" olarak değerlendirilir. Değerlendirmede kişide önceden var olan diş kırıkları ve kayıpları, ağız açıklığı, diş ve dudak yapısı gibi kriterler değerlendirmeye dahil edilmelidir. İmplant ve diş protezleri ise kullanılan materyalin niteliği ve işçiliğe göre kişinin kendi dişi ile ayrılamayacak ölçüde benzerlik gösterebileceklerinden yüzde sabit iz olarak değerlendirilmezler.

Periferik facial sinir paralizisi oluşan olgularda, iyileşme sürecinin tamamlanmasının ardından yüzde asimetrik bir durum ortaya çıkmışsa, yaralanmanın "Yüzde Sabit İz"e neden olduğuna karar verilir.

Yüz Bölgesi Yaralanmaları

Yüz bölgesi yaralanmalarında ağız, diş ve çene bölgesine ait yaralanmalar adli raporlamada şu şekilde değerlendirilir.

Tablo 2
Yüz bölgesi yaralanmalarında yaralanmanın değerlendirilmesi

Burun- Ağız- Damak ve Dil Lezyonları	
Dilde basit yaralanma	HAFİF
Dilde derin veya geniş laserasyon, kopma ya da kesiler	HAFİF OLMADIĞI
Mukoza yaralanmaları	HAFİF
Stenon kanalı yaralanması	HAFİF OLMADIĞI
Diş ya da implant kayıpları (Süt dişleri dahil)	HAFİF OLMADIĞI
Dişlerde subküksasyon (İmplant dahil), tüm belirgin diş kırıkları (Mine, dentin, pulpa)	HAFİF OLMADIĞI

Açıklama notu. Adli Tıp Uzmanları Derneği, Adli Tıp Kurumu Başkanlığı, Adli Tıp Derneği (2019). Türk Ceza Kanunu'nda tanımlanan yaralama suçlarının adli tıp açısından değerlendirilmesi rehberi kaynağından alınmıştır.

Kemik Kırık ve Çıkıklarının Hayat Fonksiyonlarına Etkisinin Ağırlık Derecesi (Yüz ve Çene İçin)

Tablo 3
Yüz ve çene bölgesi için kemik Kemik Kırık ve Çıkıklarının Hayat Fonksiyonlarına Etkisinin Ağırlık Derecesi

Maksillada kırık (Lineer, kapalı)	2
Maksillada kırık (Açık, parçalı)	3
Lakrimal kemikte kırık	2

Palatinal kemikte kırık	2
Vomerde kırık	2
Lefort I (alt maksiller alveolun, üst midfasial frontal maksilladan ayrıldığı horizontal kırıklar	3
Lefort II (maksillanın frontal proçesini ve nazal kemikleri glabella hizasında frontal kemikten ayıran maksillanın piramidal kırıkları)	4
Lefort III (fasial kemikler ile kraniumu ayıran, sinüs frontalis, superior orbital rimler ve anterior kranial alanı içeren kırıklar)	5
Mandibulada kırık	3
Mandibulada komplike kırıklar (parçalı/deplase/açık kırıklar)	4
Temporo-mandibular eklem çıkığı	2
Alveol kırığı	2

Açıklama notu. Adli Tıp Uzmanları Derneği, Adli Tıp Kurumu Başkanlığı, Adli Tıp Derneği (2019). Türk Ceza Kanunu'nda tanımlanan yaralama suçlarının adli tıp açısından değerlendirilmesi rehberi kaynağından alınmıştır.

Dişlerin çiğneme ve konuşma fonksiyonları yönünden değerlendirilmesinde; her bir diş çeşidi için ayrı puanlama yapılmıştır. Diş kayıplarında puanların toplamı 15-30 arasında ise; işlevin sürekli zayıflaması, 30'un üzerinde ise; işlevin yitirilmesi olarak kabul edilecektir. Puanlama şöyle yapılacaktır: Kanin: 4,5, Kesici: 4, Premolar: 3, 1. ve 2. Molar: 3, 3. Molar: 0,5 Diş kayıplarına eşlik eden alveol kırıklarında, yukarıdaki puanlara birer puan eklenir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Adli Tıp Uzmanları Derneği, Adli Tıp Kurumu Başkanlığı, Adli Tıp Derneği (2019). Türk Ceza Kanunu'nda tanımlanan yaralama suçlarının adli tıp açısından değerlendirilmesi rehberi.

American Board of Forensic Odontology (1986). Guidelines for bite mark analysis. Inc. *J Am Dent Assoc. 112*(3):383-6. [Crossref]

Andersen, L., Juhl, M., Solheim, T., Borrman, H. (1995). Odontological identification of fire victims - potentialities and limitations, *Int J Legal Med* (07), 229-234. [Crossref]

Avon, S.L. (2004). Forensic odontology: The roles and responsibilities of the dentist, *Journal of the Canadian Dental Association, 7* (70), 453-458.

Ayan, M. (1991). *Tıbbi Müdahaleden Doğan Hukuki Sorumluluk.* Kazancı Kitap A.Ş.

Bell, G. (1989). Forensic odontology and mass disasters, *N Y State Dent J.* (55), 25-27.

Below, R., Wirtz, A., Guha-Sapir, D. (2009). Disaster Category Classification and peril Terminology for Operational Purposes. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) and Munich Reinsurance Company (Munich RE).

Brannon, R.B., Kessler, H.P. (1999). Problems in mass-disaster dental identification: a retrospective review, *J Forensic Sci, 44*(1), 123-127. [Crossref]

Bruce - Chwatt, R.M. (2010). A brief history of forensic odontology since 1775, *Journal of Forensic and Legal Medicine*, *17*(3), 127 - 130. [Crossref]

Carl, K. L. (2008). Forensic odontology, *Hong Kong Med Diary, 13*, 16-20.

Çetin, G. (2006). Türk Ceza Kanunu Açısından Yaralanmalar. C. Yorulmaz ve G. Çetin (Eds.), Yeni Yasalar Çerçevesinde Hekimlerin Hukuki ve Cezai Sorumluluğu, Tıbbi Malpraktis ve Adli Raporların Düzenlenmesi, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, No: 48, 104-118.

Çöloğlu, S., İşçan, M. Y. (1998). *Adli Osteoloji.* İstanbul Üniversitesi Rektörlük Yayınları, No: 4150.

Demircan, Y.T. (2006). *Diş Hekimlerinin Tıbbi Müdahalelerinden Doğan Hukuki Sorumlulukları* [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi].

Demirjian, A., Goldstein, H., Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology*, 211-227.

Disaster victim identification (DVI), Interpol, https://www.interpol.int/How-we-work/Forensics/Disaster-Victim-Identification-DVI (Son Erişim Tarihi: 14 Mayıs 2024).

Dumanèiæ, J., Kaiæ, Z., Njemirovskij, V., Brkiæ, H., Zeèeviæ, D. (2001). Dental identification after two mass disasters in croatia, *Croat Med J,* (42), 657-662.

Ebrahim, E., Rao, R. K., Chatra, L., Shenai, P., Veena, K. M., & Prabhu, R. V. (2014). Dental age estimation using Schour and Massler method in South Indian Children, *Sch J Appl Med Sci, 2*(5C), 1669-74.

El Domiaty, M. A., Al-Gaidi, S. A., Elayat, A. A., Safwat, M. D. E., Galal, S. A. (2010). Morphological patterns of lip prints in Saudi Arabia at Almadinah Almonawarah province. *Forensic Science International, 200*(1-3), 179-e1. [Crossref]

English, W. R., Robison, S. F., Summitt, J. B., Oesterle, L. J., Brannon, R. B., Morlang, W. M. (1988). Individuality of human palatal rugae, *Journal of Forensic Science, 33*(3), 718-726. [Crossref]

Golden, G. S. (2011). Standards and practices for bite mark photography. *The Journal of Forensic Odontostomatology, 29*(2), 29-37.

Gopichand, P. V., Kaushal, S., Kaur, G. (2010). Personal identification using lip prints (Cheiloscopy)-A study in 500 Punjabi females, *J Indo Pac Acad Forensic Odontol*, (1), 20-22.

Hinchliffe, J. (2011). Forensic odontology, part 3. The Australian bushfires - Victoria state, February 2009, *British Dental Journal, 7*(210), 317-321. [Crossref]

Küpeli. A. (2007). CMK ve TCK'da *Adli Tıp Uzmanının Bilirkişilik Yükümlülüğü ve Çapraz Sorgu* [Tıpta Uzmanlık Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi].

Mutalik, V. S., Menon, A., Jayalakshmi, N., Kamath, A., Raghu, A. R. (2013). Utility of cheiloscopy, rugoscopy, and dactyloscopy for human identification in a defined cohort, *Journal of Forensic dental sciences, 5*(1), 2. [Crossref]

Naik, S. B., Patil, S. N., Kamble, S. D., Mowade, T., Motghare, P. (2014). Reliability of third molar development for age estimation by radiographic examination (Demirjian's method). *Journal of Clinical and Diagnostic Research, 8*(5), 25-28. [Crossref]

Nayyar, A.B., Babu, B.A., Krishnaveni, B., Devi, M.V., Gayitri, H.C. (2016). Age estimation: Current state and research challenges, *J Med Sci,* 36(6):209. [Crossref]

Neville, B., Douglas, D., Allen, C.M., Bouquot, J. (2002). Forensic dentistry. In: Oral and maxillofacial pathology. *W.B. Saunders Co,* 763-83.

Nuzzolese, E., Di Vella, G. (2007). Future project concerning mass disaster management: a forensic odontology prospectus, *Int Dent J. 57*(4), 261-266. [Crossref]

Ohtani, S., Yamamoto, T. (2010). Age estimation by amino acid racemization in human teeth, *Journal of Forensic Sciences, 55*(6), 1630-1633. [Crossref]

Özgüç, A. (2013) *Diş Hekimliğinde Tıbbi Uygulama Hatası İddiası Olan Olguların Adli ve Tıbbi Açıdan Değerlendirilmesi* [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi].

Özgüç, A., Bakar, M., Oral, G. (2011). Bir felaketin anatomisi: Bazar de la Charite yangını, *Adli Tıp Bülteni, 3*(16), 104 -109. [Crossref]

Patidar, K. A., Parwani, R., Wanjari, S. (2010). Effects of high temperature on different restorations in forensic identification: Dental samples and mandible. *Journal of Forensic Dental Sciences, 2*(1), 37-43. [Crossref]

Prajapati, G., Sarode, S.C., Sarode, G.S., Shelke, P., Awan, K.H., Patil, S. (2018). Role of forensic odontology in the identification of victims of major mass disasters across the world: *A systematic review, Plos One*. [Crossref]

Pretty, I. A. (2005). Unresolved issues in bitemark analysis. *Bitemark evidence, 547,* 553-54.

Rai, B. (2007). Age determination on impacted teeth: A new concept, *Advances in Medical and Dental Sciences, 1*(1), 5-7.

Shamim, T., (2010). Forensic odontology, *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan, 20*(1), 1-2.

Shamim, T., Ipe Varughese V., Shameena, P.M., Sudha S. (2006) Forensic odontology: a new perspective, *Medicolegal Update*, (6), 1-4.

Shamim, T., Sudha, S., Shameena P.M., Ipe Varghese, V. (2006). *An insight to forensic odontology, Kerala Dent J*, (29), 45-7.

Singla, Y., Sharma, R., Mishra, A., Sharma, R. (2018). Age estimation by forensic odontology, *International Journal of Current Research in Life Sciences, 5*(7), 2097-2100.

Solheim, T., Lorentsen, M., Sundnes, P.K., Bang, G., Bremnes, L. (1990). The "Scandinavian Star" ferry disaster 1990 - a challenge to forensic odontology, *Int J Legal Med*, (104), 339-345. [Crossref]

Spitz, W.U. (1993). Spitz and Fischer's medicolegal investigation of death: guidelines for the application of pathology of crime investigation. Charles C. Thomas.

Star, H., Thevissen, P., Jacobs, R., Fieuws, S., Solheim, T., Willems, G. (2011). Human dental age estimation by calculation of pulp-tooth volume ratios yielded on clinically acquired cone beam computed tomography images of monoradicular teeth, *J Forensic Sci,* (56), 77-82. [Crossref]

Taylor, J. (2009). A brief history of forensic odontology and disaster victim identification practices in Australia, *Journal of Forensic Odontostomatology, 2*(27), 64-74.

The World Medical Association. (1994). World medical association statement on medical malpractice. https://www.wma.net/policies-post/world-medical-association-statement-on-medical-malpractice/

Van der Velden, A., Spiessens, M., Willems, G. (2006). Bite mark analysis and comparison using image perception technology, *Journal of Forensic Odontostomatology, 24*(1), 14-17.

Wochna, K., Bonikowski, R., Śmigielski, J., Berent, J. (2018). Aspartic acid racemization of root dentin used for dental age estimation in a Polish population sample, *Forensic Science, Medicine and Pathology, 14*(3), 285-294. [Crossref]

Wood, R.E., Kirk, N.J., Sweet, D.J. (1999). Digital dental radiographic identification in the pediatric, mixed and permanent dentitions, *J Forensic Sci, 44*(5), 910-916. [Crossref]

Yorulmaz, A.C. (2005). *İstanbul Tabip Odası'na Yansıyan Hekim Hatası İddiası Bulunan Olguların Adli Tıp Açısından İrdelenmesi* [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi].

IUC UNIVERSITY PRESS

BÖLÜM 23
ADLİ ASTRONOMİ

Hüseyin Bülent ÜNER

DOI: 10.5152/0623

Adli Astronomi

Forensic Astronomy

BÖLÜM HAKKINDA

Bu bölüm ile Dünya'da ve ülkemizde adli astronominin ilimsel keşiflerinin nasıl yapıldığına dair tarihin sayfaları arasında bir yolculuğa çıkıyoruz. Bu branş, antik medeniyetlerden çağdaş adli bilimler soruşturmalarına kadar, göksel fenomenlere ait gizemleri çözmede ve kanıtları doğrulamada vazgeçilmez destekleyici bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Güneşin pozisyonun, Ay evrelerinin ve astronomik değişimlerin titiz bir şekilde incelenmesiyle, adli astronomlar, gök kürenin içine gömülü gizemli ipuçlarını çözer ve adli soruşturmaları aydınlatırlar. Bu bölüm, dolayısıyla, astronomi ve adli bilimlerin kesişiminin derinliğine ışık tutarak, gerçek ve adalet arayışında uzayı aşan gizemli yolları aydınlatan bir yolculuk sunar.

Anahtar kelimeler: Astronomik kanıtlar, hukuki astroloji, adli astronom, ayın evreleri, güneşin pozisyonu

ABOUT the CHAPTER

In this chapter, we take a journey through the pages of history on how the scientific discoveries of forensic astronomy were made in the world and in our country. From ancient civilizations to contemporary forensic investigations, this discipline has emerged as an indispensable supporting tool in solving mysteries and corroborating evidence of celestial phenomena. Through the meticulous study of the Sun's position, lunar phases and astronomical changes, forensic astronomers unravel mysterious clues embedded in the celestial sphere and illuminate forensic investigations. This chapter, therefore, sheds light on the depth of the intersection of astronomy and forensic sciences, offering a journey that illuminates the mysterious paths that transcend space in the search for truth and justice.

Keywords: Astronomical evidence, legal astrology, forensic astronomer, lunar phases, position of the sun

Adli Astronomi

Adli Bilimler; Tıp, Fen ve Sosyal Bilimlerin adalet hizmetinde olmasıyla oluşan bir bilim dalıdır. Kriminalistik, Adli Fen Bilimleri içinde yer alır ve fizik, kimya, biyoloji, jeoloji gibi bilim dallarından yararlanır. Bu alandaki ilginç bir bilim dalı da Astronomidir. Adli olaylarda Astronomiden yararlanılmasıyla *Adli Astronomi* oluşmuştur (Üner, 2003).

Adli Bilimlerde ilk ve en önemli adım olay yeri incelemesidir. Olay yeri incelemesinde yapılacak hatalar, laboratuvarlarda ne kadar ileri teknik kullanılırsa kullanılsın doğru sonuçlar elde edilmesi imkânsız hale getirecektir. Yanlış yöntemlerle toplanan ya da istemeyerek de olsa yok edilen delillerle olayı çözebilecek verilere ulaşılması olanaksızdır. Oysa olay mahallindeki olay tarih ve saatine ait astronomik verilerin, olay yeri incelemesinde elde edilen diğer deliller gibi bozulma veya kaybolma riski yoktur. Bunun nedeni, olay mahallindeki olay tarih ve saatine ait astronomik verilerin ilgili almanaklardan elde edilebilmesidir (Üner, 2011).

Adli Astronominin Tarihçesi

Dünyada Adli Astronomi ile ilgili en eski ve bilinen olay, 1939 yılında John Ford tarafından Young Mr. Lincoln ismiyle çekilen filmde de kullanılan "Almanac Trial" olarak bilinen davadır. Amerika Birleşik Devletleri başkanlarından Abraham Lincoln, başkan olmadan önce avukatlık yaptığı dönemde, 1857 yılı Ağustos ayının 29'u saat 23 sıralarında, Illinois'de bir açık arazide William 'Duff' Armstrong'un James Preston Metzker'i öldürdüğü iddiasına yönelik davada görev alır. Tanık Charles Allen, o tarihte Ay'ın dolunay safhasında olduğunu, yaklaşık 45 m mesafeden Armstrong'un James Preston Metzker'i öldürdüğünü gördüğünü söylemiştir. Armstrong'un avukatlığını üstlenen Lincoln duruşmada bir almanak (Old Farmer's Almanac) vasıtasıyla ayın dolunay değil ilk dördün safhasında

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Hüseyin Bülent Üner

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: hbuner@istanbul.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Üner, H. B. (2024). Adli Astronomi. F Aşıcıoğlu (Ed). *Adli Bilimler* içinde (s. 265-270). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

olduğunu üstelik olay saatinden 40 dakika önce batmış olduğunu ispat ederek tanığın yalan söylediğini ortaya çıkarmış, müvekkilinin aklanmasını sağlamıştır (Lincoln, 2021).

Adli Astronomi'nin ülkemizdeki ilk uygulamaları ise, İstanbul'daki Kandilli Rasathanesi'nde 26 Aralık 1925 tarihli, 698 sayılı kanunun 3. Maddesine göre Hicri-Kameri Aybaşları hesabının yanı sıra "*Adli Astronomi*" konusunda bilirkişilik çalışmalarının yapılması ile başlamıştır. Bu çalışmalar giderek artan kadrosu ile 1970 yılına kadar sürdürülmüştür. Bu yılda adli astronomi konusunda çalışan astronomlar, Kandilli Rasathanesi'nde çalışmayı sürdürmek üzere kadrolarıyla birlikte Adli Tıp Müessesesi'ne geçmişlerdir. Kandilli Rasathanesi, Adli Astronomi'nin ülkemizde başlamış olduğu ve halen sürdürüldüğü çok önemli bir kurumdur (Kandilli Rasathanesi, 2013). İlk kurum olması sebebiyle Kandilli Rasathanesi'nin yayınları bu alanda önemli işlev görmüşlerdir. Bunlardan ülkemizde yerleşim yerlerindeki namaz vakitlerinin hesaplanmasında kullanılmış olan kıymetli bir kitap, "Türkiye'ye Mahsus Evkat-ı Şer'iye Cetvelleri" adıyla 1958 yılında yayınlanmıştır (Tayşı H., 1958). Şekil 1'de ise Kandilli Rasathanesi Zaman Servisi önünde Adli Astronomi bölümünün şefi adli astronom Ayseli Bingöl, Zaman servisinin şefi astronom Cumhure Üçer ve adli astronom H. Bülent Üner (bu kitap bölümünün yazarı) görülmektedir.

Şekil 1
Kandilli Rasathanesi Zaman Servisi önü



Açıklama notu. Soldan sağa; Adli Astronom H. Bülent Üner, Kandilli Rasathanesi Zaman Servisi Şefi Cumhure Üçer, Adli Astronomi Bölümü Şefi Ayseli Bingöl, (1975).

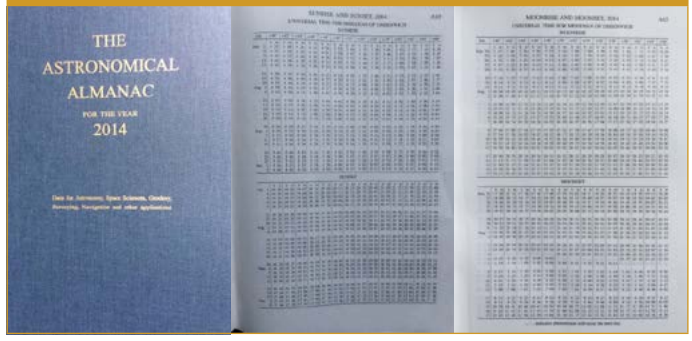
"Adli Tıp Kurumu Kanunu" nun 1982'de yayınlanması üzerine, Adli Tıp Kurumu'na gittikleri 1983 yılı başına kadar önce Zaman Servisi, sonra da Yer Maresi bölümü Adli Tıp personeline ev sahipliği yapmıştır. Bu tarihte Adli Tıp personeli olan Adli Astronomlar, o tarihte yeni yapılmış olan, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi yerleşkesi içindeki Adli Tıp Kurumu binasına taşınmışlar ve Fizik İncelemeler İhtisas Dairesi bünyesinde Klimatoloji Şubesi adı altında çalışmalara başlamışlardır. Hemen şubelerinin ismine itiraz etmişlerse de isimleri 2004 yılı ortalarında Adli Astronomi Şubesi olana kadar bir süre bu isimle çalışmalarını sürdürmüşlerdir.

1991 yılında mahkemelerden Kandilli Rasathanesi'ne gönderilen yazılar yeniden cevaplandırılmaya başlanmıştır. Adli Tıp Kurumu'nda bu konuda çalışan tek adli astronomun 2003 yılında emekli olmasıyla, Adalet Bakanlığı'nın 15.10.2004 tarih, 2004 sayılı, 30.01.2006 tarih, 2552 sayılı genelgeleri ile, bu konudaki yetkili kurumun Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü olduğu belirtilmiştir. Ancak yine de mahkemelerin bir kısmı konu ile ilgili sorularını Adli Tıp Kurumu'na sormaya devam etmişler ve bu sorular, daha önce Kandilli Rasathanesi'nde ve Adli Tıp Kurumu'nda adli astronom olarak çalışmış olup 2001 yılında İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsünde Adli Fen Bilimler Doçent'i kadrosuyla öğretim üyeliğine başlamış olan adli astronom H. Bülent Üner'e (bu kitap bölümünün yazarı) yönlendirilmiş ve onun hesaplamalarına göre Adli Tıp Kurumu raporlarını düzenlemiştir.

2014 yılından sonra Adli Tıp Kurumu'nca bu tür sorulara cevap verilmemiş ve bu sorular, başlangıçta da olduğu gibi, tamamen Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından cevaplandırılmaya devam edilmiştir.

Adli Astronomi raporlarının hazırlanmasında her yıl için basılan almanaklar kullanılmaktadır. Şekil 2'de gösterilen örnek almanakta olduğu gibi bu almanaklarda gök cisimlerinin hareketlerine ait bilgiler bulunmaktadır (The Astronomical Almanac, 2014).

Şekil 2
Adli Astronomi raporlarının hazırlanmasında kullanılan, her yıl için basılan almanaklardan 2014 yılına ait olanın kapağı ve iki örnek sayfası.



Adli astronomlara mahkemeler tarafından sorulan soruların başlıcaları şunlardır:

- Olay tarih ve yerinde Güneş'in doğuş ve batış saatlerinin tespiti
- Olay tarih ve yerinde olay saatinin Türkiye Cumhuriyeti Kanunlarınca gece sayılan zaman dilimi içinde kalıp kalmadığının tespiti
- Olay tarih ve yerinde Ay'ın doğuş ve batış saatlerinin tespiti
- Olay tarih ve yerinde olay saatinde Ay ışığı olup olmadığının tespiti
- Olay tarih ve yerinde olay saatindeki Ay durumuna tekabül eden önümüzdeki tarihlerdeki gece ve saatlerin tespiti
- Olay tarih ve yerinde olay saatindeki Ay ve Güneş durumuna (olay saatinde Güneş batmış olmasına rağmen ışığının az da olsa hala etkisinin görüldüğü hallerde) tekabül eden önümüzdeki tarihlerdeki gece ve saatlerin tespiti
- Olay tarih ve yerinde sabah (öğle, akşam vb.) ezanının okunma saatinin tespiti

- Olay tarih ve yerinde örneğin, yatsı ezanının okunduğu saatteki (veya bu saatten örneğin10 dakika sonrasındaki) Ay durumuna tekabül eden önümüzdeki tarihlerdeki gece ve saatlerin tespiti
- Olay tarih ve yerinde olay saatinde görüş mesafesinin ne olduğunun (örneğin 20 m'den bir kişinin görülüp görülemeyeceği, görülebiliyorsa tanınıp tanınamayacağının) tespiti

Keşif gece saatleri ve görüş mesafesi ile ilgili sorulan soruları cevaplandırırlarken adli astronomlar raporlarının sonuna, olay tarih ve yerindeki hava durumunun (meteorolojik koşulların) ilgili meteoroloji istasyonlarından sorulması ve yapılacak keşiflerde göz önünde bulundurulması gerektiği notunu da ilave ederler (Üner, 2011).

Nüfusunun büyük çoğunluğu Müslüman olan ülkemizde, özellikle kırsal kesimde işlenen suç zamanının saptanmasında sıklıkla namaz vakitleri referans alınarak 'olay sırasında sabah ezanı okunuyordu' ya da 'yatsı namazından çıktığımız sırada olay oldu' gibi ifadeler kullanılmaktadır. Namaz vakitleri Güneş'in hareketi sırasında bulunduğu konuma göre belirlenmektedir.

Adli Astronomlarca hazırlanmış raporlara 4 örnek aşağıda verilmiştir:

Güneş'in doğuş ve batış saatinin tespiti ile ilgili soru için hazırlanmış rapor örneği:

..... 3. Ağır Ceza Mahkemesinin 24.7.2008 tarih ve 2008/221 Esas sayılı yazısı üzerine gönderilen evrak hakkında;

SORU: .....'da 11. 6. 2008 tarihinde Güneş'in doğuş ve batış saatinin tespiti.

SONUÇ: 11. 6. 2008 tarihinde Güneş ..... bölgesinde Türkiye Yaz Saati ile saat 05'i 20 dakika geçe doğmuş ve saat 20'yi 22 dakika geçe batmıştır.

Olay saatindeki Ay durumda göre keşif gün ve saatlerinin tespiti ile ilgili soru için hazırlanmış rapor örneği: ..... 1. Ağır Ceza Mahkemesinin 18.11.2009 tarih ve 2009/111 Esas sayılı yazısı üzerine gönderilen hakkında;

SORU: ..... ili ..... ilçesi ..... Köyü'nde 28.10.2007 tarihinde saat 01:00 sıralarına tekabül eden tarih ve saatlerin tespiti.

SONUÇ: 27/28.10.2007 gece yarısı Ay 16.8 günlük olup, 27.10.2007 tarihinde ..... bölgesinde Türkiye Yaz Saati ile saat 17'yi 52 dakika geçe doğmuş ve 28.10.2007 tarihinde Türkiye Saati saat 08'i 29 dakika geçe batmıştır.
Ay'ın yaşı ve durumu bakımından 27/28.10.2007 gecesinde Türkiye Yaz Saati ile saat 01:00 sıralarına,

1/2.1.2010	gecesinde Türkiye Saati ile saat	24:00
31.1/1.2.2010	gecesinde Türkiye Saati ile saat	24:00
2/3.3.2010	gecesinde Türkiye Saati ile saat	24:00
1/2.4.2010	gecesinde Türkiye Yaz Saati ile saat	01:00

sıraları tekabül edecektir.

Olay tarihindeki hava durumunun Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden sorularak, bu durumun yapılacak keşiflerde göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Olay saatinde Güneş ışığının etkisinin olduğu durumda keşif gün ve saatlerinin tespiti ile ilgili soru için hazırlanmış rapor örneği:

..... Ağır Ceza Mahkemesinin 20.3.2006 tarih ve 2006/14 Esas sayılı yazısı üzerine gönderilen evrak hakkında;
SORU:
.....'de 29.7.2005 tarihinde saat 20:30 sıralarına tekabül eden tarih ve saatlerin tespiti.

SONUÇ:
29.7.2005 tarihinde Güneş ..... bölgesinde Türkiye Yaz Saati ile saat 20'yi 08 dakika geçe batmıştır
29/30.7.2005 gece yarısı Ay 23.5 günlük olup, 29.7.2005 tarihinde ..... bölgesinde Türkiye Yaz Saati ile saat 14'ü 51 dakika geçe batmış ve 30.7.2005 tarihinde saat 00'ı 46 dakika geçe doğmuştur.
Ay'ın yaşı ve Güneş'in durumu bakımından 29/30.7.2005 gecesinde Türkiye Yaz Saati ile saat 20:30 sıralarına,

20/21.5.2006	gecesinde Türkiye Yaz Saati ile saat	20:24
19/20.6.2006	gecesinde Türkiye Yaz Saati ile saat	20:43
18/19.7.2006	gecesinde Türkiye Yaz Saati ile saat	20:38
17/18.8.2006	gecesinde Türkiye Yaz Saati ile saat	20:09

sıraları tekabül edecektir.

Olay tarihindeki hava durumunun Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden sorularak, bu durumun yapılacak keşiflerde göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Olay saatindeki hava görüş şartları bakımından tekabül eden tarih ve saatlerin tespiti ile ilgili soru için hazırlanmış rapor örneği:

..... 2. Asliye Ceza Mahkemesinin 6.8.2009 tarih ve 2007/1159 Esas sayılı yazısı üzerine gönderilen evrak hakkında;

SORU:
.....'da 21.7.2007 tarihinde saat 22:00 sıralarına hava görüş şartları bakımından tekabül eden tarih ve saatlerin tespiti.

SONUÇ:
21/22.7.2007 gece yarısı Ay 7.5 günlük olup, 21.7.2007 tarihinde ..... bölgesinde Türkiye Yaz Saati ile saat 23'ü 44 dakika geçe batmış ve 22.7.2007 tarihinde saat 13'ü 38 dakika geçe doğmuştur.
Ay'ın yaşı ve durumu bakımından 21/22.7.2007 gecesinde Türkiye Yaz Saati ile saat 22:00 sıralarına,

21/22.2.2010	gecesinde Türkiye Saati ile saat	23:24
22/23.3.2010	gecesinde Türkiye Saati ile saat	23:16
21/22.4.2010	gecesinde Türkiye Yaz Saati ile saat	00:33
20/21.5.2010	gecesinde Türkiye Yaz Saati ile saat	23:43

sıraları tekabül edecektir.

Olay tarihindeki hava durumunun Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden sorularak, bu durumun yapılacak keşiflerde göz önünde bulundurulması gerekmektedir.
Olay tarihindeki hava durumuna göre tekabül tarihleri hesaplamak mümkün değildir.
Bu nedenle, Ay'ın yaşı ve durumuna göre verilen keşif tarih ve saatlerinde Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden sorularak öğrenilen hava durumunun (görüş koşulları) varlığında keşfe devam edilmesi, aksi takdirde bir sonraki keşif gün ve saatlerinin beklenmesi, böylelikle uygun görüş koşullarına rastlandığında keşfin tamamlanması gerekmektedir.

Adli Astronomide Yararlanılan Temel Astronomi Bilgileri

Adli Astronomi çalışmalarında olay yerinin koordinatları (enlem ve boylamı) bilinmesi ilk ve çok önemli bir adımdır. Ekvator, her iki kutuptan eşit uzaklıkta bulunan çemberdir. Paralel daireleri, Ekvator'a paralel olarak çizildiği farz edilen dairelerdir. Meridyenler ise, bir kutuptan diğerine uzanan yarım çemberlerdir. Ekvator'u dik açı ile keserler. Başlangıç meridyeni Londra'daki Greenwich Gözlemevi'nden geçen meridyen olarak kabul edilmiş olup bu meridyen 0^0 meridyeni olarak numaralandırılmıştır.

Bir yerin enlemi, o yerle Ekvator arasında kalan meridyen yayının derece, dakika ve saniye cinsinden açı değeridir. Bir yerin boylamı, o yerle başlangıç meridyeni arasında kalan paralel yayının derece, dakika ve saniye cinsinden açı değeridir.

Greenwich başlangıç meridyeninden itibaren eşit aralıklı 24 tane standart meridyen ve bunlar yardımıyla 24 tane saat dilimi belirlenmiştir. Birbirini takip eden iki standart meridyen arasında 15^o vardır. Türkiye'de İzmit civarından geçen 30^o lik doğu standart meridyeni Türkiye Saati (Bölge Saati) için esas alınır. Ancak yaz saati uygulamaları yapıldığında 45^o lik doğu standart meridyeni göz önünde bulundurulur.

Gök cisimleri yarıçapı çok büyük olan ve merkezinde Arz (Dünya) bulunan ve gökküresi olarak adlandırılan çok büyük bir küre üzerinde kabul edilirler. Arz gökküresine oranla karşılaştırılamayacak kadar küçük boyutlarda olduğu için Arz üzerindeki gözlem yeri (olay yeri) gökküresinin merkezi olarak farz edilebilir. Arz üzerinde bulunan bir gözlem yerinden geçen çekül doğrultusu gökküresini, gözlemcinin baş tarafında başucu (zenit), ayak tarafında ayakucu (nadir) noktalarında keser. Bu noktalardan geçen doğrultuya dik olup gözlem yerinden geçen düzleme ufuk düzlemi, bu düzlemle gökküresinin arakesitine ise ufuk dairesi denir.

Arz bir eksen etrafında batıdan doğuya doğru dönmektedir. Dönüş ekseninin uzantıları gökküresini kutup noktalarında keser. Kutup noktalarından geçen doğrultuya gökküresinin ekseni denir. Bu eksene dik ve Arz'ın merkezinden geçen düzlem ile gökküresinin arakesitine ise gök ekvatoru denir. Gök ekvatoru ile Arz ekvatoru düzlemleri çakışıktır.

Gökküresinin ekseni ile gözlem yerinin başucu-ayakucu doğrultusunun belirlediği düzleme göksel meridyen düzlemi, bu düzlemle gökküresinin arakesitine ise o gözlem yerinin göksel meridyen dairesi adı verilir. Bir gözlem yerinin göksel meridyen düzlemi ile o gözlem yerinin coğrafi meridyen düzlemi aynıdır. Arz ekseni etrafında batıdan doğuya doğru dönerken, gözlemci gökküresini doğudan batıya doğru dönüyormuş gibi algılar. Yani, gök cisimleri doğudan batıya doğru bir görünen harekette bulunurlar. Arz kendi ekseni etrafındaki dönüşünü (rotasyonunu) bir günde tamamladığından, gök cisimlerinin görünen hareketi de bir gün sürede tamamlanarak devam eder. Gök cisimleri günlük görünen hareketlerini yaparken ufkun üstüne çıktığı noktaya o cismin doğuş noktası, ufkun altına indiği noktaya da batış noktası denir (Karaali S., 1985).

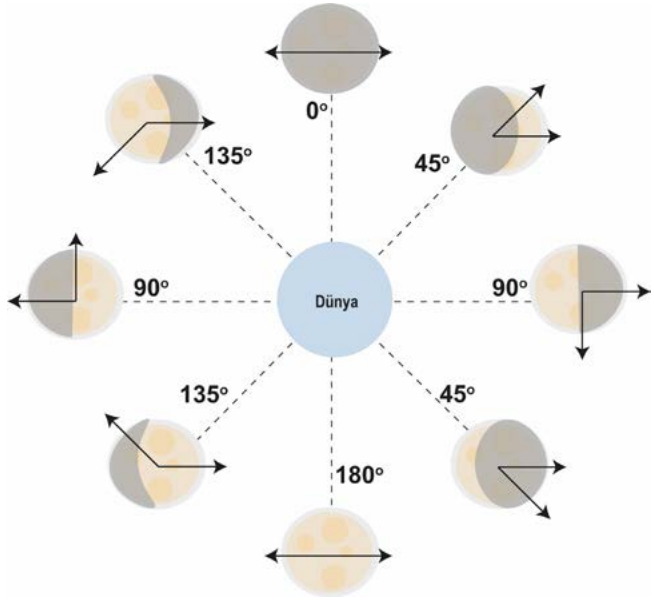
Güneş'in Hareketleri

Güneş bir gözlem yerinin ufkunun üstüne çıktığı anda o yerde gündüz oldu denir. Güneş bir gözlem yerinin ufkunun altına indiği an o yer için akşam vaktidir. Bir gözlem yeri için Güneş'in günlük hareketini yaparken ufkun üzerinde çizmiş olduğu yaya gündüz yayı, ufkun altında çizmiş olduğu yaya gece yayı denir. Arz, diğer gezegenler gibi, Güneş etrafında elips bir yörünge çizerek dolanmakta ve bu gerçek hareket bir yılda tamamlanmaktadır. Bu gerçek hareket Güneş'in yıllık görünen hareketi olarak gözlenir. Güneş yıllık görünen hareketini aynı zamanda Arz'ın yörünge düzlemi de olan ekliptik düzlemi üzerinde yapar. Bu düzlemin gökküresi ile arakesitine ekliptik dairesi denir.

Güneş doğmadan önce ufkun 18^o altında olduğu ana imsak vakti (Sabah Tan'ı) denir, sabah ezanı bu andan itibaren okunur, ancak tam bu vakitte okunmasına uygulamada sadece Ramazan ayında rastlanır, diğer aylarda daha geç saatlerde (yarım saat sonra gibi) okunmaktadır. Sonra Güneş'in ufka ulaştığı an gelir ki buna Güneş'in doğuş vakti denir. Güneş gözlem yerinin meridyeninden geçtiği ana, öğle vakti (öğle ezanının okunma vakti); düşey istikamette bulunan bir çubuğun, yatay bir düzlem üzerindeki en kısa gölgesine çubuk uzunluğunun eklenmesiyle bulunan gölge uzunluğunun çubuk gölgesine ulaştığı vakte, ikindi vakti (asrı evvel, ikindi ezanının okunma vakti) denir. Güneşin ufkun altına geçerken ufuk üzerinde bulunduğu ana ise, akşam vakti (akşam ezanının okunma vakti) denir. Akşamı takiben Güneş'in ufkun altında 18^o ye ulaştığı ana yatsı vakti (Akşam Tan'ı) denir, bu vakit yatsı ezanının okunduğu vakittir. Bayram namazı ise Güneş doğduktan sonra ufkun üzerinde 5^o de (işrak vakti) olduğu andan itibaren okunmaktadır (Tayşı H.,1958).

Tıpkı diğer gök cisimleri ve Güneş gibi Ay da günlük görünen harekette bulunur Ay'da her gün doğudan doğar batıdan batar. Güneş'in yıldızlara göre görünen hareketi günde1^o kadardır (360^o lik bir açıyı yaklaşık olarak 365 günde taramaktadır). Oysa Ay, yıldızlara göre doğuya doğru 24 saatte 13^o lik bir hareket yapar. 1^o yaklaşık olarak 4 zaman dakikasına denk geldiği için Ay her gün yaklaşık olarak 52 dakika daha geç doğar. Bu ortalama bir değerdir, sonbaharda 20 dakikaya kadar iner, ilkbaharda ise 52 dakikadan

Şekil 3
Ay'ın Elongasyonuna bağlı olarak safhalarının oluşumu



daha büyük değerlere ulaşır. Arz-Güneş ve Arz-Ay doğrultuları arasındaki açıya Ay'ın elongasyonu denir. Yıldızlara göre Ay'ın 13º lik, Güneş'in 1º lik görünen hareketleri nedeniyle Ay, Güneş'e göre her gün 12º lik bir görünen harekette bulunur. Bu nedenle Ay'ın elongasyonu sürekli olarak değişir. Ay, Güneş'ten aldığı ışığı yansıtması (gerçekte mutlak sıfırdan daha sıcak tüm cisimlerde olduğu gibi Ay da bir radyasyon yaymakta ancak bu radyasyonun dalga boyuna göz hassas olmadığından görülememektedir) ve elongasyonunun değişmesi nedeniyle farklı zamanlarda değişik şekillerde görünür. Şekil 3'te gösterilen bu farklı görünümler Ay'ın safhalarını oluşturur.

Konjonksiyon durumunda Ay, Güneş ile Arz arasında bulunur. Ay'ın elongasyonu 0º dir. Ay'ın Arz'a bakan yüzü karanlık olduğu için görülemez. Buna Ay'ın Yeni Ay Safhası denir . Ay'ın elongasyonu 90º den az olduğu zaman Ay'ın az bir kısmı görülebilir, Ay Hilal Safhası'ndadır . Bu safhada Ay, Güneş battıktan biraz sonra ufkun batısında bulunur. Ay'ın elongasyonu 90º olduğu zaman, Yeni Ay Safhası'ndan yaklaşık 1 hafta sonra, Ay yarım bir daire (bir D harfi gibi) şeklinde görülür, kuadratür konumunda olup bu safhaya İlk Dördün Safhası denir. Elongasyon 90º-180º arasında olduğu zamanki safhaya Şişkin Ay Safhası denir. Yeni ay safhasından yaklaşık 2 hafta sonra elongasyon 180º dir ve Ay opozisyon konumunda bulunur. Bu safhaya Dolunay Safhası adı verilir. Dolunay Safhası'nda Ay, Güneş battığı anda, doğudan, bakır renginde bir daire halinde doğar.

Bundan sonra Yeni Ay-Dolunay arasındaki safhalar ters sıra ile meydana gelir ve Ay'ın görünen kısmı giderek küçülür. Elongasyon 180º - 270º arasında olduğunda yine bir Şişkin Ay Safhası (ilkinin tersi görünümde) meydana gelir. Elongasyon 270º olduğu zaman Ay Son Dördün Safhası'ndadır (ters bir D harfi gibi). Bunu takiben tekrar bir Hilal Safhası (ilkinin tersi görünümde) meydana gelir, bu safhada Ay, Güneş'in doğuşundan biraz önce ufkun doğusunda görülür. Bu safhada Arz'dan Ay'a yansıyan Güneş ışığından dolayı Ay'ın tamamı çok zayıf olarak görülür.

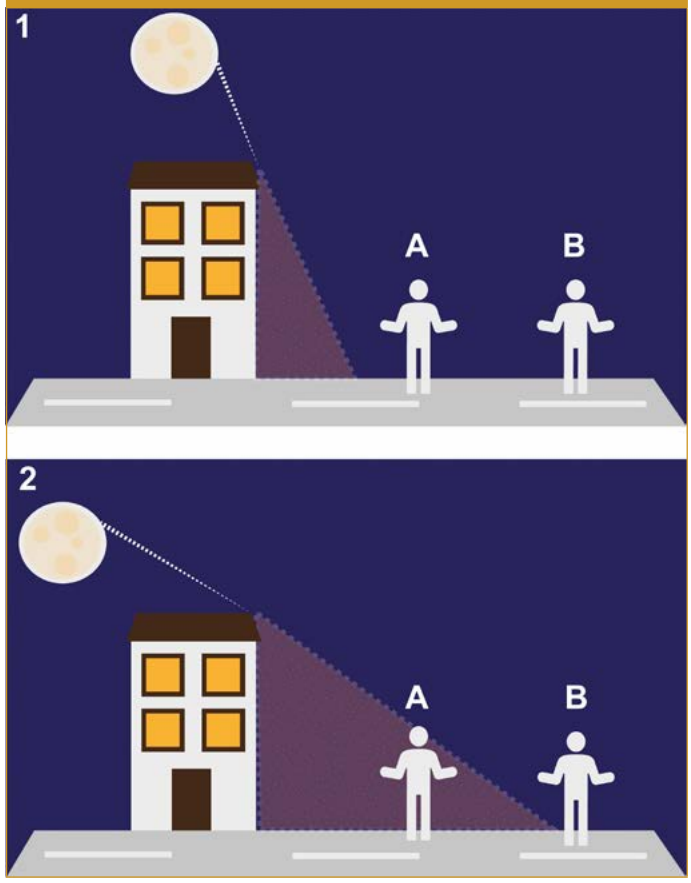
Ay, Arz etrafında odaklarından birinde Arz'ın bulunduğu elips bir yörünge çizerek döner. Arz'ın merkezinden bakıldığında, Ay'ın gökyüzündeki sabit bir noktadan (örneğin bir yıldızdan) art arda iki defa geçmesi için gereken süreye Ay'ın Sideral Periyotu denir. Bu periyot Ay'ın yörüngesi üzerinde tam bir dolanımı için geçen süredir, ortalama değeri 27.32166 gündür. Ay'ın aynı bir safhada, örneğin dolunay safhasında art arda iki defa bulunması sırasında geçen süreye Ay'ın Sinodal Periyotu denir. Sinodal periyotun ortalama değeri 29.53059 gündür ve halk arasında ay olarak bilinen süredir.

Ay, Yeni Ay safhasının başlangıcında 0 günlüktür. Sonra her geçen gün Ay yaşının değeri 1 artarak 7 günlük iken İlk Dördün, 14 günlük iken Dolunay, 22 günlük iken Son Dördün ve 29.5 günlük iken tekrar Yeni Ay safhasına ulaşır. Adli astronomi raporlarında Ay yaş değerleri için ondalık kesirli (19.8 günlük, 2.3 günlük gibi) değerlerin de bulunmasının nedeni, Yeni Ay Safhasının tam başladığı an, yani Ay'ın 0.0 günlük olduğu zaman, günün herhangi bir anına denk gelebilmekte, buradan adli astronomi hesaplarına esas oluşturan, o günün gece yarısına (saat 24:00'a) gelindiğinde Ay'ın yaşı 0.8 veya 0.3 gibi değerlere ulaşmakta ve takip eden tarihlerde 1'er ilave edilerek ilerlendiği için olay tarihindeki Ay yaşı için 19.8 veya 2.3 gibi ondalık sayı ihtiva eden değerler elde edilebilmektedir.

Ay'ın safhaları her yıl aynı tarih için aynı değerde olmaz. Ay'ın safhaları 19 yıla çok yakın bir periyotla aynı tarihte aynı safha olarak tekrarlanır. Oysa Güneş'in doğuş, batış gibi günlük hareketleri aynı tarih için yıldan yıla, uygulamayı etkileyecek bir değişim göstermez.

Adli astronomlarca hesaplanan keşif tarih ve saatlerinde olay yerinde keşfe çıkmak, olayın aydınlatılabilmesi açısından çok önemlidir (Şekil 4). Keşif tarih ve saatlerine kesinlikle uyulması gerekmektedir (Üner, 2011).

Şekil 4
Ay ışığının bulunduğu bir gecede, A ve B kişileri aynı yerde durmalarına karşın, zaman farklılığı nedeniyle Ay'ın daha yüksek konumda olduğu 1. durumda A'nın B tarafından görülmesi mümkün iken, Ay'ın alçak konumda olduğu 2. durumda A gölgede kaldığı için B tarafından görülmesi güçleşmekte, hatta imkânsız hale gelmektedir.



Keşif sırasında olaya karışan kişilerin olay sırasında giymiş bulundukları giysilerin renkleri göz önünde bulundurulmalı, konu ile ilgili ifade verenlerin mümkünse olay sırasında giymiş bulundukları giysilerle keşfe katılmaları sağlanmalıdır. Bu kişilerin sağlık durumu, özellikle görme açısından tetkik edilmelidir (Üner, 2003).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Abraham Lincoln, The Almanac and A Murder Trial, https://www.almanac.com/lincoln-almanac-murder, 2021.

Kandilli Rasathanesi tarihçesi, http://www.koeri.boun.edu.tr/new/tr/tarihce 2013.

Karaali S. *Genel Astronomi 1*, İ.Ü. Yayınları Fakülte Yayın No: 195, Rektörlük Yayın no:3377, 1985.

Tayşı H. *Türkiye'ye Mahsus Evkat-ı Şer'iye Cetvelleri, Kandilli Rasathanesi*, Astronomi Servisi Yayınları, No: 14, Marifet Matbaası, İstanbul, 1958.

The Astronomical Almanac, For the year 2014, Washington, U.S. Government Printing Office

Üner H. B, Adli Astronomi ve Meteoroloji, *Adli Bilimler*, Editör: O. Karakuş, Ankara Adalet Yayınevi, 2011.

Üner, H.B. Adli Astronominin Temelleri. *Adli Bilimler Dergisi*, (2):55-62, 2013.

BÖLÜM 24
ADLİ BİLİŞİM

İsmail BARBAROS

DOI: 10.5152/0624

Adli Bilişim

Digital Forensics

BÖLÜM HAKKINDA

Bilişim teknolojileri insanları etkileyen en büyük değişikliklerin yaşandığı alanların başında gelmektedir. Bu alanda yaşanan yenilikler aynı zamanda kötü niyetli kişilerinde suç işlemelerini kolaylaştırmaktadır. Adli bilişim disiplini ise bilişim teknolojileri kullanılarak işlenen suçların soruşturulmasında kolluk kuvvetlerine ve adli makamlara yardımcı olan adli bilimler alt alanı olarak ortaya çıkmıştır. Kitabımızın bu bölümünde adli bilişimin kapsamı içerisinde yer alan elektronik delil kavramı ve bu delillerin elde edilebileceği ortamlar hakkında bilgi verilecektir. Adli bilişim ile ilgili hukuki altyapı ve delillerin işlenmesi ile ilgili standartlardan bahsedilecektir. Ayrıca gelişime açık bir alan olması nedeniyle adli bilişimin geleceği ile ilgili genel bir değerlendirme yapılacaktır.

Anahtar kelimeler: Adli bilişim, elektronik delil, ağ analizi, internet, siber suç

ABOUT the CHAPTER

Information technologies are one of the areas where the biggest changes affecting people are experienced. Innovations in this field also make it easier for malicious people to commit crimes. Forensic informatics discipline has emerged as a subfield of forensic sciences that assists law enforcement and judicial authorities in the investigation of crimes committed using information technologies. In this part of our book, information will be given about the concept of electronic evidence within the scope of forensic informatics and the environments where this evidence can be obtained. The legal infrastructure related to forensic informatics and the standards related to the processing of evidence will be mentioned. In addition, a general evaluation will be made about the future of forensic informatics since it is a field open to development.

Keywords: Digital forensics, digital evidence, network forensic, internet, cybercrime

Giriş

Hayatımızın her alanına giren bilişim teknolojileri sayesinde günlük faaliyetlerimizin birçoğunu artık üzerimizde taşınabilecek kadar küçülen cihazlar aracılığıyla gerçekleştirmeyiz. Bu cihazlar ile iletişim kurmanın yanında bankacılık, alışveriş, eğitim, eğlence, sağlık vb. pek çok alanda ihtiyaç duyulan hizmetler çevrimiçi olarak sunulabilmektedir. Cep telefonları, akıllı saatler, tablet bilgisayarlar ve daha birçok cihaz ile bankacılık işlemleri 7 gün 24 saat gerçekleştirilebilmektedir. E-ticaret sitelerinde istenilen zamanda sipariş verilebilmekte, çevrimiçi oyunlar oynanabilmektedir. Uzaktan eğitimler ve kurslar düzenlenmekte, eğitim sonunda sınavlara istenilen yer ve zamanda internet üzerinden girilebilmektedir.

Sunulan çevrimiçi hizmetler sayesinde fiziki dünyamızla da ilişkili olan sanal bir dünya kavramı hayatımıza girmiştir. Fiziki dünyada kişiler kimlik belgeleri, vergi numaraları, adres bilgileri, telefon numaraları vb. kayıtlarla ilişkilendirilebilmekteyken sanal dünyada bir kişiyi tanımlarken kullanıcı bilgileri, elektronik posta adresleri, internet protokol (IP) adresleri kullanılmaktadır. Fiziki dünyadakinin aksine sanal dünyadaki tanımlama bilgilerinin kolaylıkla değiştirilebilmesi, gizlenebilmesi nedeniyle çevrimiçi sunulan hizmetlerden faydalanan kullanıcılar pek çok tehditle karşılaşabilmektedir. Fiziki dünyada karşılaşılan suç eylemlerinin farklı şekil ve formları sanal dünyada da kullanıcıları hedef alabilmektedir. Örneğin çevrimiçi oyun oynarken hakarete maruz kalınması, bilişim sistemlerinin güvenlik açıklarından faydalanan kişilerce oyun karakterinin çalınması olaylarıyla çok sık karşılaşılmaktadır. Sadece oyunlar da değil gerçek dünyamızdaki maddi birikimlerimizin bulunduğu banka hesaplarımız, dijital yatırımlarımız, sanal para cüzdanlarımız vb. internet üzerinden gelebilecek tehditlere maruz kalmaktadır.

Gelişen teknolojiler sadece son kullanıcıların değil suç işleyenlerin işlerini de kolaylaştırmaktadır. Yeni bir teknoloji ortaya çıktığında suçlular bu teknolojileri çok çabuk bir

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

İsmail Barbaros

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: ismailbrbrs@gmail.com

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Barbaros, İ. (2024). Adli bilişim. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 272-282). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

şekilde kullanmaya başlamaktadır. Hatta suçluların çoğunlukla maddi kaynak sıkıntısı yaşamadıkları için bu teknolojilere çok daha erken ulaşabildikleri, yeni çıkan bir cihazın veya uygulamanın açıklarını çok hızlı bir şekilde istismar edebildikleri görülmektedir. Ayrıca suçlular eylemlerini gerçekleştirmek, suç esnasında elde ettikleri geliri aklamak veya başka noktalara aktarmak için bu teknolojileri de kullanmaktadır.

Her ne kadar ortam sanal olsa da meydana gelen eylemler gerçektir ve sonuçları fiziki dünyamızı etkilemektedir. Sanal dünyada gerçekleşen eylemlerin tespiti fiziki dünyadaki kadar kolay olmamaktadır. Bunun nedenleri çoğu zaman meydana gelen eylemin çok kısa bir sürede gerçekleşmesi, etkilerinin hemen fark edilememesi ya da suçluların izlerini kolaylıkla gizlemesi gelmektedir. Her ne olursa olsun suçun faillerinin yakalanması ve gereken cezayı alması gerekmektedir. Bunun için bilimsel yöntemlerle delil elde edilmesi ve suçluların tespit edilip yargı önüne çıkartılması gerekmektedir. Suçla mücadele eden kolluk kuvvetleri de yeni suç çeşitleriyle mücadelede en az suçlular kadar hızlı hareket edebilmesi beklenmektedir. Bilişim alanında yada bilişim teknolojileri kullanılarak işlenen suçlarda delil elde edilmesi ve bu delillerden suçluya ulaşılabilmesi için adli bilimlerin bir alt dalı olarak adli bilişim disiplini ortaya çıkmıştır.

Adli bilişimin temel konusunu, bilişim teknolojileri kullanılarak işlenen bir suç eyleminde elektronik ortamda iletilen verilerden delillerin tespit edilmesi, toplanması, analiz edilip teknik bilgilerden arındırılarak kovuşturma makamlarına raporlanması oluşturmaktadır.

Adli Bilişimin Hukuki Boyutu

Suçlular tarafından bilişim sistemlerinin hedef alınması ya da suç işlerken bilişim sistemlerinin araç olarak kullanılması ile bilişim suçları ortaya çıkmaktadır. Genel anlamda bilişim suçları, her türlü teknoloji kullanılarak, kanuni olmayan yollarla kişisel ya da kurumsal bilişim sistemleri üzerinde zarar verici etki bırakmaktır. (Doğan & Dijle, 2011) (Sönmez, 2017)

Avrupa Ekonomik Topluluğu Uzmanlar Komisyonu'na göre;

Bilişim suçları; bilgileri otomatik işleme tabi tutan veya verilerin nakline yarayan bir sistemde gayri kanuni, gayri ahlaki veya yetki dışı gerçekleştirilen her türlü davranış olarak tanımlanmaktadır. (Aliusta & Benzer, 2018)

Fiziki dünyada olduğu gibi sanal dünyada da suçla mücadele edilmesi ve suçluların cezalandırılması için yasal düzenlemeler bulunması gerekmektedir. Bu sebeple uluslararası hukukta yapılan düzenlemelerin yanısıra Türk Ceza Kanunu'nda da bilişim suçları ile ilgili yapılan düzenlemeler bulunmaktadır.

a. Uluslararası Hukukta Bilişim Suçları

Devletler klasik suç çeşitleriyle mücadele ettikleri gibi bilişim suçlarıyla mücadele etmek için de hukuk sistemlerinde çeşitli düzenlemeler yapmaktadır. Maddi ceza hukuku ve ceza usul hukuku normları getirerek bilişim suçlarını önlemeye çalışmaktadırlar. Ancak ulusal düzeyde alınan önlemler ve yapılan düzenlemeler çoğu zaman etkisiz kalmaktadır. Devletlerin bu konuda getirdikleri düzenlemelerin etkisiz olmasının birkaç nedeni bulunmaktadır. (Aliusta & Benzer, 2018)

Öncelikle klasik bir soruşturma/kovuşturma süreci suçun işlendiği yerin tespiti ile başlamakta olup sanal dünyada işlenen suçlarda olay yerini tespit etmekte birtakım zorluluklar bulunmaktadır. İnternet üzerinden ülke sınırlarından bağımsız olarak birbirine bağlı olan bilgisayarlar arasında suç konusu işlemler çok kısa sürelerde gerçekleştirilebilmektedir. Bu işlemler silsilesi içerisinde suç oluşturan eylemin, gerçekleştiği ülke kanunlarına göre suç sayılmaması eylemin cezalandırılmasında ülkeler arası iş birliği de sağlanamamasına neden olmaktadır. Ayrıca internette kimliği belli olmayacak (anonim) şekilde kullanan faillerin kimliklerini tespit etme imkânı da sınırlı kalmaktadır.(Aliusta & Benzer, 2018)

Bilişim suçlarıyla mücadele de daha önce de ifade edildiği gibi sınırlardan bağımsız olarak birden çok ülkenin yargı yetkisine ihtiyaç bulunmaktadır. Suçun tespiti ve ispatında kullanılacak delillerin elde edilme yöntemlerinin zorluğu ile bu delillerin farklı şekillerde bulunması nedeniyle klasik adli iş birliğinden çok daha hızlı ve yeni yardımlaşma kanalları kullanılması gerekmektedir. (Erdem & Özocak, 2017)

Bilişim suçlarıyla mücadelede yaşanan zorlukları aşabilmek adına ülkelerin hukuk sistemleri arasında uyumluluk sağlanması ve uluslararası adli iş birliğinin geliştirilmesi amacıyla uluslararası alanda birliktelik adımları atılmaktadır. Bu adımların belki de en önemlisi Türkiye'nin de taraf olduğu Avrupa Siber Suçlar Sözleşmesi'dir.(Aliusta & Benzer, 2018)(Convention on Cybercrime, 2001)

23 Kasım 2001 tarihinde Budapeşte'de katılımcı devletlerin imzasına açılan Avrupa Siber Suç Sözleşmesi, 01 Temmuz 2004 tarihinde yürürlüğe girmiş olup bu alandaki ilk uluslararası sözleşme olma özelliğini taşımaktadır. Türkiye'nin 10 Kasım 2010 tarihinde imzaladığı sözleşmenin resmi tercümesinde "Sanal Ortamda İşlenen Suçlar Sözleşmesi" olarak çevrilen sözleşme 29 Eylül 2014 tarihinde yürürlüğe girmiştir. (Akbulut, 2017)

Sözleşmenin temel amaçları şu şekilde sayılabilmektedir.

1. Bilişim suçlarıyla ilgili taraf devletlerin yasal mevzuatlarını ve bağlantılı hükümlerini uyumlu hale getirmek,
2. Siber suçların ve elektronik delil içeren diğer klasik suçların soruşturma ve kovuşturulması ile ilgili ulusal usul hukuku mevzuatına temel oluşturarak uluslararası muhakeme kurallarının yeknesaklaştırılmasını sağlamak,
3. Uluslararası adli yardım ve iş birliği alanında hızlı ve etkili bir sistem oluşturmak. (Convention on Cybercrime, 2001) (Aliusta & Benzer, 2018)

b. Türk Ceza Hukuku'nda Bilişim Suçları

5237 Sayılı Türk Ceza Kanunu'nun 3. kısmının 10. bölümde "Bilişim Sistemlerine Karşı Suçlar" başlığı altında 243., 244., 245. ve 246. maddelerinde düzenlenen bilişim suçları Siber Suçlar, Dijital suçlar, İnternet Suçları, Bilişim Suçları, İleri Teknoloji Suçları olarak da adlandırılabilmektedir.

5271 Sayılı Türk Ceza Kanunu

- Bilişim sistemine girme (TCK-Madde 243)
- Sistemi engelleme, bozma, verileri yok etme veya değiştirme (TCK, Madde 244)

- Banka veya kredi kartlarının kötüye kullanılması (TCK, Madde 245)
- Tüzel kişiler hakkında güvenlik tedbiri uygulanması (TCK, Madde 246) (TCK, 2004)

TCK'da Bulunan Bilişim Cihazlarını Kullanmak Suretiyle İşlenebilecek Diğer Suçlar:

- Haberleşmenin Engellenmesi (TCK, Madde 124)
- Hakaret (TCK, Madde 125. fkr.2.)
- Haberleşmenin gizliliğini ihlâl (TCK, Madde 132)
- Kişiler arasındaki konuşmaların dinlenmesi ve kayda alınması (TCK, Madde 133)
- Özel hayatın gizliliğini ihlâl (TCK, Madde 134)
- Kişisel verilerin kaydedilmesi (TCK, Madde 135)
- Verileri hukuka aykırı olarak verme veya ele geçirme (TCK, Madde 136)
- Verileri yok etmeme (TCK, Madde 138)
- Nitelikli hırsızlık (TCK, Madde 142.fkr.2 b. "e")
- Devletin güvenliğine ilişkin bilgileri temin etme (TCK, Madde 327)
- Siyasal veya askerî casusluk (TCK, Madde 328)
- Devletin güvenliğine ve siyasal yararlarına ilişkin bilgileri açıklama (TCK, Madde 329)
- Gizli kalması gereken bilgileri açıklama (TCK, Madde 330)
- Uluslararası casusluk (TCK, Madde 331)
- Devlet sırlarından yararlanma, Devlet hizmetlerinde sadakatsizlik (TCK, Madde 333)
- Yasaklanan bilgileri temin (TCK, Madde 334)
- Yasaklanan bilgilerin casusluk maksadıyla temini (TCK, Madde 335)
- Nitelikli dolandırıcılık (TCK, Madde 158. fkr.1 b. "f")
- Müstehcenlik (TCK, Madde 226)
- Devletin birliğini ve ülke bütünlüğünü bozmak (TCK, Madde 302)
- Devlete karşı savaşa tahrik (TCK, Madde 304)
- Hükûmete karşı suç (TCK, Madde 312)
- Türkiye Cumhuriyeti Hükûmetine karşı silahlı isyan (TCK, Madde 313)
- Silâhlı örgüt (TCK, Madde 314)
- Devletin güvenliğine ilişkin belgeler (TCK, Madde 326) (TCK, 2004) (Bostancı & Benzer, 2015)

Diğer kanunlarımızda da bilişim sistemleri ile işlenebilecek suçlara yer verilmiştir. (Bostancı & Benzer, 2015)

5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu

- Manevi, mali veya bağlantılı haklara tecavüz (Madde 71, 2008)
- Koruyucu programları etkisiz kılmaya yönelik hazırlık hareketleri (Madde 72, 2008) (FSEK, 1951)

5070 Sayılı Elektronik İmza Kanunu

- İmza oluşturma verilerinin izinsiz kullanımı (Madde 16, 2008)
- Elektronik sertifikalarda sahtekârlık (Madde 17, 2008) (EİK, 2004)

5651 Sayılı İnternet Ortamında Yapılan Yayınların Düzenlenmesi ve Bu Yayınlar Yoluyla İşlenen Suçlarla Mücadele Edilmesi Hakkında Kanun (5651, 2007)

- Erişimin engellenmesi kararı ve yerine getirilmesi (Madde 8)
- Gecikmesinde sakınca bulunan hallerde içeriğin çıkarılması ve/veya erişimin engellenmesi (Madde 8/A, 2015) (5651, 2007)

Hukuk Sistemimizde bilgisayarlarda delil elde edilmesi ile ilgili arama, kopyalama ve el koyma işlemleri genel olarak 17.12.2004 tarihinde resmî gazetede yayımlanan 5271 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanununun 134'üncü maddesine göre yürütülmektedir. Bunun dışında, Adli ve Önleme Aramaları Yönetmeliği'nin 17'nci maddesinde de bilgisayarlarda, bilgisayar programlarında ve kütüklerinde arama, kopyalama ve el koyma işleminin nasıl yapılacağına dair hükümler bulunmaktadır.

5271 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu

5271 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanununun 134'üncü maddesinde belirtilen esaslar çerçevesinde bilgisayarlarda, bilgisayar programlarında ve kütüklerinde arama, kopyalama ve el koyma işlemi yapılabilmektedir.

- Bir suç dolayısıyla yapılan soruşturmada, somut delillere dayanan kuvvetli şüphe sebeplerinin varlığı ve başka surette delil elde etme imkânının bulunmaması halinde, hâkim veya gecikmesinde sakınca bulunan hâllerde Cumhuriyet savcısı tarafından şüphelinin kullandığı bilgisayar ve bilgisayar programları ile bilgisayar kütüklerinde arama yapılmasına, bilgisayar kayıtlarından kopya çıkarılmasına, bu kayıtların çözülerek metin hâline getirilmesine karar verilir. Cumhuriyet savcısı tarafından verilen kararlar yirmi dört saat içinde hâkim onayına sunulur. Hâkim kararını en geç yirmi dört saat içinde verir. Sürenin dolması veya hâkim tarafından aksine karar verilmesi hâlinde çıkarılan kopyalar ve çözümü yapılan metinler derhâl imha edilir. (CMK, 134/1, 2018)
- Bilgisayar, bilgisayar programları ve bilgisayar kütüklerine şifrenin çözülememesinden dolayı girilememesi veya gizlenmiş bilgilere ulaşılamaması ya da işlemin uzun sürecek olması halinde çözümün yapılabilmesi ve gerekli kopyaların alınabilmesi için, bu araç ve gereçlere elkonulabilir. Şifrenin çözümünün yapılması ve gerekli kopyaların alınması halinde, elkonulan cihazlar gecikme olmaksızın iade edilir. (CMK, 134/2)
- Bilgisayar veya bilgisayar kütüklerine elkoyma işlemi sırasında, sistemdeki bütün verilerin yedeklemesi yapılır. (CMK, 134/3)
- Üçüncü fıkraya göre alınan yedekten bir kopya çıkarılarak şüpheliye veya vekiline verilir ve bu husus tutanağa geçirilerek imza altına alınır. (CMK, 134/4, 2014)
- Bilgisayar veya bilgisayar kütüklerine el koymaksızın da, sistemdeki verilerin tamamının veya bir kısmının kopyası alınabilir. Kopyası alınan veriler kâğıda yazdırılarak, bu husus tutanağa kaydedilir ve ilgililer tarafından imza altına alınır. (CMK, 134/5) (CMK, 2004)

Adli ve Önleme Aramaları Yönetmeliği

Adli ve Önleme Aramaları Yönetmeliğinin 17'nci maddesi bilgisayarlarda, bilgisayar programlarında ve kütüklerinde arama, kopyalama ve elkoyma işleminin nasıl yapılacağına dair aşağıdaki düzenlemeleri içermektedir.

- Bir suç dolayısıyla yapılan soruşturmada, başka surette delil elde etme imkânının bulunmaması hâlinde, Cumhuriyet

savcısının istemi üzerine şüphelinin kullandığı bilgisayar ve bilgisayar programları ile bilgisayar kütüklerinde arama yapılmasına, bilgisayar kayıtlarından kopya çıkarılmasına, bu kayıtların çözülerek metin hâline getirilmesine hâkim tarafından karar verilir.

- Bilgisayar, bilgisayar programları ve bilgisayar kütüklerine şifrenin çözülememesinden dolayı girilememesi veya gizlenmiş bilgilere ulaşılamaması hâlinde çözümün yapılabilmesi ve gerekli kopyaların alınabilmesi için, bu araç ve gereçlere el konulabilir. Şifrenin çözümünün yapılması ve gerekli kopyaların alınması hâlinde, el konulan cihazlar gecikme olmaksızın iade edilir.
- Bilgisayar veya bilgisayar kütüklerine el koyma işlemi sırasında, sistemdeki bütün verilerin yedeklemesi yapılır. Bu işlem, bilgisayar ağları ve diğer uzak bilgisayar kütükleri ile çıkarılabilir donanımları hakkında da uygulanır.
- Üçüncü fıkraya göre alınan yedekten elektronik ortamda bir kopya çıkarılarak şüpheliye veya vekiline verilir ve bu husus tutanağa geçirilerek imza altına alınır. (Değişik ibare:RG-29/4/2016-29698)

Bilgisayar veya bilgisayar kütüklerine el koymaksızın da, sistemdeki verilerin tamamının veya bir kısmının kopyası alınabilir. Kopyası alınan verilerin mahiyeti hakkında tutanak tanzim edilir ve ilgililer tarafından imza altına alınır. Bu tutanağın bir sureti de ilgiliye verilir.(Adli ve Önleme Aramaları Yönetmeliği, 2005)

Adli Bilişimde Standartlar

Adli bilişim konu itibariyle temelleri yeni atılan bir bilim dalı olmakla birlikte geçmişte de bilişim delillerine müdahale edilmekteydi. Ancak belirli bir standardı olmadan delil toplanması bazı sorunları da beraberinde getirmekteydi.

Bilişim delillerinin kolay değişebilir/değiştirilebilir oluşu bu delillere müdahale ederken bazı önlemlerin alınmasını gerekli kılmıştır. Bu delillerin bozulmasını önleyecek tedbirlerin alınmadan müdahale edilmesi hukuki açıdan bu delillerin geçerliliğini yitirmesine neden olmaktadır. Bunun önüne geçmek için müdahale edilen delillerin uluslararası alanda kabul görmüş standartlarda bilimsel yöntemler kullanılarak toplanması delillerin güvenilirliğini sağlamak için ön şart olmuştur. Delillerin usulüne uygun olarak toplanması, niteliğine uygun bir şekilde delil teslim zincirine bağlı kalınarak laboratuvarlara ulaştırılması ve son olarak da bilimsel yöntemlerle incelenerek raporlanması önem kazanmıştır.

Her olayda elde edilen delillerin niteliği farklı olmakla birlikte müdahale esasları da değişmektedir. Bu sebeple adli bilişimin diğer adli bilim dallarının geçirdiği evrimsel süreçleri hızlı bir şekilde atlatıp sağlam temeller üzerinde yükselebilmesi için bazı kesin standartlar ve uygulamalar geliştirilmesi gerekmektedir. Bu standartlar sayesinde başta kolluk kuvvetleri ve yargı birimleri olmak üzere adli bilişimle uğraşan tüm kurumlar ve uzman personelin yaptığı işlemlerde şeffaf, izlenebilir, güvenilir ve doğru sonuçlara ulaşıldığını kanıtlanması amaçlanmaktadır. Ülkemizde ve dünyada kriminal laboratuvarların bünyesinde faaliyet gösteren adli bilişim laboratuvarları ulaşılan sonuçların ve uzmanlık/bilirkişi raporlarının geçerliliğini akredite edilmiş deney yöntemleri uygulayarak sağlamaktadır.

Her suç olayının kendine özgü dinamikleri olmakla birlikte tek bir yöntem ve teknik kullanılarak çözüme ulaşılması beklenmemektedir. Ancak kullanılan yöntemin ve yöntem içerisindeki teknolojilerin, yazılımların ve bilişim çözümlerinin standartlaştırılması adli bilişim uzmanlarının işlerini kolaylaştırmaktadır. Standart metot ve tekniklerin kullanılması aynı zamanda sonuçların güvenilirliğini de garanti altına almaktadır. Genel kabul görmüş uluslararası standartlar incelendiğinde bunlarla sınırlı olmamakla birlikte aşağıdaki standartlar ve kılavuzlar ön plana çıkmaktadır.

ISO/IEC 27037:2012 Bilgi Teknolojisi, Güvenlik Teknikleri- Tanımlama, Delil Toplama ve Elde Etme ve Sayısal Delilin Korunması (Information Technology, Security Techniques Guidelines for identification, collection, acquisition and preservation of digital evidence)

TS EN ISO/IEC 27042 Bilgi Teknolojisi, Güvenlik Teknikleri- Sayısal kanıtların analizi ve yorumlanması için tavsiyeler

RFC 3227, Guidelines for Evidence Collection and Archiving

NIST 800-61 Bilgisayar Güvenliği Olaya Müdahala Kılavuzu (Computer Security Incident Handling Guide), Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü yayınları

NIST 800-101 Mobil Cihaz Adli Bilişim Kılavuzu (Guidelines on Mobile Device Forensics) Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü yayınları (Yücel, 2017)

Adli Bilişim Süreçleri

Bilişim sistemlerinin veya bilgileri otomatik olarak işleme tabi tutma ve veri depolama özelliğine sahip elektronik cihazların içerisinde bulunan, suç ile ilgili delil niteliği taşıyabilecek ve suçun aydınlatılmasını sağlayacak verilere elektronik delil denilmektedir.(*Electronic Crime Scene Investigation*, 2001)

Elektronik deliller genellikle DNA gibi görünmez yapıda olup, çok kolay ve hızlı bir şekilde ülke sınırlarını aşabilmektedirler. Değiştirilmesi, bozulması ve yok edilmesi kolayca gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca bu deliller zamana duyarlı olabilmektedir. (*Electronic Crime Scene Investigation*, 2001)

Bilişim cihazları, ağlar aracılığıyla birbirleriyle iletişim kurabilmektedir. En büyük bilişim ağı internet sayesinde de ülke sınırlarından bağımsız olarak dünyanın herhangi bir yerindeki bilişim cihazı ile haberleşebilmektedir. Bu haberleşme özgürlüğü sayesinde örneğin A ülkesindeki bir saldırgan B ülkesinde ele geçirdiği bir bilgisayar üzerinden C ülkesindeki bir web sitesine saldırıp zarar verebilmektedir. İnternet hızının artması ile paralel olarak bu işlemler çok kısa sürelerde gerçekleşebilmektedir. Çoğu zaman bu saldırının mağdurları (B ülkesinde bilgisayarı ele geçirilen kişi, C ülkesindeki web sitesinin yöneticisi/sahibi) suçun gerçekleşmesinden belli bir zaman sonra bunu fark edebilmekte veya hiç tespit edememektedir.

Elektronik bir delil bilişim cihazlarının hızına da bağlı olarak çok çabuk bir şekilde yok edilebilmektedir. Yeni nesil cep telefonları çok hızlı bir şekilde fabrika ayarlarına dönmek suretiyle tüm kullanıcı verilerini silebilmektedir. Bu işlem için birkaç düğmeye basmak yeteri olmaktadır.

Elektronik deliller zamana bağlı olarak değişebilmekte, ya da

silinebilmektedir. Bu deliller sadece depolama birimlerinde bulunmayıp bilgisayar sistemleri arasında iletildikleri halde de delil değeri taşımaktadır. Bir ağ üzerinde ya da internette iletilen bir verinin ihtiva ettiği bilgiler belli bir zaman aralığında belirli koşullarda tespit edilebilmektedir. Bu süre zarfı dışında bir daha erişilememektedir. Ya da bir elektronik posta kullanıcısının posta hesabından sildiği postalar belirli bir süre sonra sistem tarafından kalıcı olarak silinmektedir.

Elektronik delillerin bu özelliklerinden dolayı özel olarak toplanıp analiz edilmesi anlamlı hale getirilmesi gerekmektedir. Bu süreçte deliller toplandıktan sonra adli bilişim yazılımları yardımıyla işlenmekte ve analiz edilerek rapor haline getirilmektedir. Adli bilişim süreçleri çeşitli kaynaklarda farklı sayıda adımda açıklanmış olsa da NIST'in 2006 yılındaki dokümanına göre toplama, inceleme, analiz ve raporlama olarak temelde 4 ana adımda gerçekleştirilmektedir. (Oğuz, 2018)

a. Toplama, Elde Etme (Collection)

Delil bütünlüğünü koruyacak şekilde oluşturulmuş prosedürleri takip ederek delillerin tespit edilmesi, etiketlenmesi kaydedilmesi, kopyalarının alınması faaliyetleri bu adımda yürütülmektedir. (Kent et al., 2006)

Olay yerinde tespit edilen bilişim cihazlarının kopyalarının alınması gerekmektedir. Kopyası alınamayan cihazlara fiziken el konulabilmektedir. Kopya alma işlemi orijinal medyada bulunan tüm bilgilerin birebir aynı olarak yeni bir ortama kopyalanması olarak açıklanmaktadır. Bilgisayar ve taşınabilir disklerde birebir kopya, mobil cihazlarda fiziksel kopya alma işlemi ile delilin silinmiş alanlardaki verileri de dahil kopyalandığından orijinal (fiziksel delil) medya üzerinde bulunan her türlü delili (sayısal delil) elde etmek mümkün olabilmektedir. (Akarslan, 2015)

Kopyası alınacak bilişim cihazlarının sadece kullanılan alanları değil tüm veri depolama alanının kopyasının alınması gerekmektedir. Kopya alma işleminin başlangıç bitiş zamanı, işlemin yapıldığı yer ve diğer önemli hususlarla birlikte kopya alma işlemi esnasında uygulanan adımların hepsinin kayıt altına alınması gerekmektedir.(Johnson, 2014)

b. Tanımlama, İnceleme

Olay yeri incelemesinde tespit edilen bilişim cihazlarının birebir kopyalarının alınmasının ardından suçun türüne ve şekline göre inceleme faaliyetlerine başlanmaktadır. Bu aşamada öncelikle olarak adli makamların taleplerinde belirtilen hususlar üzerinden belirlenen inceleme yöntemleri uygulanmaktadır. İnceleme yöntemleri suçun aydınlatılmasında yarar sağlayacak delillere en kısa sürede ulaşılmasını sağlamaktadır. Veri depolama birimlerinin saklama kapasitelerinin artmış olması neticesinde çok fazla miktarda veri içermekte farklı şekil ve miktarlarda birçok delil elde edilebilmektedir. Soruşturma aşamasında bu verilerin tamamına ihtiyaç duyulmamakta olup hepsinin çıkartılmasından ziyade soruşturma/kovuşturma makamlarının talepleri göz önünde tutularak suçu aydınlatabilecek deliller araştırılmalı ve raporlanması gerekmektedir.

Bilişim cihazlarından elde edilen deliller bazen adli bir olayın nedeninin anlaşılmasına da yardımcı olabilmektedir. Örneğin intihar olduğu değerlendirilen bir olayda olayın geçekte intihar mı yoksa cinayet mi olduğunun tespitinde, ölen şahsın cep telefonu ve bilgisayarında yapılacak bir inceleme neticesinde şahsın içerisinde bulunduğu durum, görüştüğü kişiler, sohbet mesajlaşmaları, internette ziyaret ettiği sayfalar ve yaptığı internet aramalarından olayın nedeni ile ilgili bir değerlendirme yapılması mümkün olabilmektedir.

c. Değerlendirme, Analiz Etme

Bu aşamada, elde edilen verilerin hangilerinin ve ne ölçüde adli makamlara sunulmak üzere raporlanacağının tespiti yapılmaktadır. İnceleme isteğinde bulunan makamın talepleri doğrultusunda elde edilen bulgulardan hangilerinin delil niteliğinde olabileceğinin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Analiz aşamasında sayısal ortamda ne meydana geldiği veya bilişim cihazı kullanılarak ne yapıldığı araştırılmaktadır.

Öncelikle temel bilgiler belirlenmekte, daha sonra olayla ilgili özellik arz eden hususlar tespit edilmektedir. Temel bilgiler incelemenin her aşamasında ve mahkemeye raporlama adımlarında kullanılmaktadır. Temel bilgiler olarak cihazın (bilgisayar/cep telefonu) kurulum zamanı, en son açılma zamanı, işletim sistemi, sistemde kayıtlı kullanıcı bilgileri ve sistemin sahibine ait bilgiler, sistemin kullandığı zaman dilimi bilgisi, sistem saati, ağ kullanıcıları ve bağlı olduğu ağa ait bilgilerin tespit edilmektedir. Ağ ile ilgili bilgilerin toplanması ağ üzerinde başka bir yerdeki veri depolama aygıtına bağlanıp bağlanmadığının değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır. (Kävrestad, 2018)

Değerlendirme aşamasında; deliller anlamlı bir sıra halinde gruplandırılması esastır. Elde edilen veriler dosyanın büyüklüğüne göre genellikle rapor eki olarak CD/DVD'ya yada taşınabilir diske kaydedilerek talep makamına gönderilmektedir.

d. Sunum, Raporlama

Adli bilişim incelemesinin son adımı sunum yani raporlamadır. Soruşturma/kovuşturmayı yürüten adli makamların taleplerine bağlı kalınarak tespit edilen deliller mantıksal bir sıra ile rapora aktarılmaktadır. Raporda bilişim teknolojilerine aşina olmayan kişilerin de anlayabileceği sade bir dil kullanılmalıdır. Teknik terimlerin kullanılmasından kaçınılmalı, ancak gerekli durumlarda terimin açıklaması yapılmalıdır.

Soruşturma/kovuşturma makamlarının talepleri inceleme konusunu oluşturmaktadır. İnceleme talebinin dışında bir suça ilişkin bulguya rastlandığında, talep makamı gelişen durumdan hızlıca haberdar edilmeli ve alınacak talimatlara göre inceleme talepleri revize edilmelidir.

Üzerinde inceleme yapılan birebir kopya, gerektiğinde tekrar inceleme yapılabilmesi amacıyla rapor ile birlikte talep makamına gönderilmelidir. Bu kapsamda Adli Bilişim Yazılım ve Donanımları kullanılarak alınan birebir kopyaların herhangi bir bilgisayarda açılamayacağı ancak yine Adli Bilişim Yazılım ve Donanımları ile açılabileceği belirtilmelidir.

Bilirkişi raporunda aşağıdaki hususlar yer alır:

a) Görevlendirmeyi yapan merci.
b) Dosya numarası.

c) Yargılamanın taraflarına ait bilgiler.
ç) Görevlendirme tarihi ve süresi.
d) İncelemenin konusu.
e) Kendisinden gözlemlenmesi ve incelenmesi istenen maddi unsurlar.
f) İnceleme yöntemi.
g) Bilimsel ve teknik dayanaklar.
ğ) Gerekçeli sonuç.
h) Raporun düzenlenme tarihi.
ı) Bilirkişi gerçek kişi ise adı ve soyadı, unvanı, sicil numarası ve imzası.
i) Bilirkişi tüzel kişi iseticaret unvanı, kanuni temsilcisinin adı ve soyadı, tüzel kişi adına raporu tanzim eden gerçek kişi bilirkişinin adı ve soyadı ile sicil numarası ve imzası.

(BilirkişiYönetmeliği, 2017)

Bilişim Delillerinin Toplanması

Elektronik/sayısal deliller görünmez yapıda olduklarından veri depolama özelliği olan cihazlardan çıkartılması (elde edilmesi) özel uzmanlık gerektirmektedir. Adli bilişimin temel uygulamalarından olan bilişim delillerine müdahale, bu işin özel eğitim almış uzmanlar tarafından ve delillere zarar vermeden toplamak üzere geliştirilmiş özel yazılım ve donanımlar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

Doğru müdahale edilmeyen elektronik deliller yapısı gereği bozulabilmekte, kolaylıkla değişmekte veya yok edilebilmektedir. Soruşturmanın yürütülmesinde önemi her geçen gün artan elektronik delillerin dokümante edilmesi, toplanması, saklanması ve incelenmesinde özel önlemler alınmaktadır.

a. Olay Yerinde Bilişim Delillerine Müdahale

Kolluk kuvvetleri müdahale ettikleri her olay yerinde bilişim nesneleri ya da elektronik cihazlarla karşılaşabilmektedir. Bilişim suçu olsun olmasın olayın aydınlatılmasında bu cihazların ihtiva ettiği bilgilerden yararlanılmaktadır. Örnek vermek gerekirse bir intihar olayında önceden intihar notu olup olmadığı araştırılırken şimdi kurbanın bilgisayar veya cep telefonunun internet geçmişinde intihar ile ilgili arama yapıp yapmadığı ya da sohbet kayıtlarında intiharını anlamlandıracak bilgi bulunup bulunmadığı araştırılmaktadır.

Olay yerine genellikle ilk ulaşan birimler kolluk kuvvetlerinin devriye ekipleri olmaktadır. Bu birimlerin asıl görevi olay yerini olduğu gibi muhafaza etmekle birlikte uzman ekipler/olay yeri inceleme timleri gelene kadar sınırlı bazı tedbirleri de almaktır. Tüm kolluk birimleri temel olarak olay yerine ilk müdahale eğitimleri almaktadır. (Mukasey et al., 2008)

Olay yerine ilk müdahale esnasında olay yerinde suçun önlenmesi ilk adımdır. Bilgisayar aracılığıyla işlenen bir suçta şüphelinin bilişim sistemleri ile olan teması kesilmelidir. Bilişim cihazında herhangi bir işlem yapılmadan önemli olabilecek (ekrandaki görüntüler, cihazların konumu, kablolamalar vb.) konular fotoğraflanmalıdır. Fotoğraflama konusu olay yeri inceleme timleri tarafından da yapılması gerekmekle birlikte acele konularda ilk müdahale ekiplerinin de yürütmesi gerekli faaliyetler arasındadır.

Olay yeri inceleme timleri her türlü delile müdahale etme, toplama, ambalajlama ve nakletme konularında ileri seviye eğitimler almaktadır. Bu birimlerin envanterinde özel olarak bilişim delillerini toplamak ve ambalajlamak için gerekli ekipman/sarf malzemeleri bulunmaktadır. Olay yerinde öncelikle delil niteliği taşıyabilecek bilişim delilleri tespit edilir. Delillerin mevcut hali, birbirlerine konumu, kablo bağlantıları gibi önemli olabilecek ayrıntılar fotoğraflanmalıdır. Bilgisayar, kapalı devre kameralar vb. sistemlerin kabloları etiketlenmelidir. Böylece delillerin tamamı fiziki olarak toplandıktan sonra tekrar bir araya getirilirken kolaylık sağlanabilecektir.

Bilişim sistemlerini açık veya kapalı olması durumuna göre müdahale şekilleri farklılık göstermektedir. Genel kural olarak bilişim cihazlarının birebir kopyalarının alınması gerekmektedir. İncelemeler bu kopyalar üzerinde yapılması esastır. Ancak bazı durumlarda bu mümkün olamadığında (hastane, banka, büyük çaplı veri ihtiva eden bilişim sistemleri vb.) bu sistemler üzerinde canlı delil toplanması işlemleri gerçekleştirilmektedir. Canlı delil toplanması esnasında yapılan tüm işlemler, kullanılan yazılımlar, işlemlerin başlama ve bitiş zamanları kayıt altına alınmalıdır. Sistemlerin kapalı olması veya canlı delil alınmayacağı durumlarda birebir kopya alma işlemi uygulanmaktadır. Bilgisayar, taşınabilir veri depolama birimleri (USB bellek, harici bellek, hafıza kartı vb.), mobil cihazların (cep telefonları, tablet bilgisayarlar vb.) her biri için farklı birebir kopya alma yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlara yönelik üretilen adli bilişim yazılım/donanımlarının kullanma talimatlarından en iyi uygulama rehberleri oluşturulmaktadır.

Birebir kopyaların alınamaması ya da çeşitli sebeplerden işlemin olay yerinde gerçekleştirilememesi durumunda bilişim cihazlarına fiziki olarak el konulması gerekmektedir. Bu durumda usulüne uygun olarak paketleyip zarar görmeden inceleme yapılacak kriminal birimlere/laboratuvarlara ulaştırılması gerekmektedir.

b. Delil İçerebilecek Bilişim Cihazları

Elektronik deliller veri depolama özelliği olan cihazlar üzerinde bulunmaktadır. Veri depolama özelliği olmayan elektronik cihazlar çoğunlukla delil niteliği taşımamaktadır. Bunlarla sınırlı olmamak üzere fikir vermesi açısından delil ihtiva edebilecek cihazlara şunlar örnek verilebilmektedir.

- Bilgisayarlar (masaüstü, taşınabilir)
- Diskler (Sabit diskler, taşınabilir diskler vb.)
- Taşınabilir Bellekler (USB Bellek, Hafıza kartları vb.)
- Mobil Cihazlar (Cep telefonları, tablet bilgisayarlar vb.)
- Kameralar (Dijital Kameralar, Kapalı Devre Kamera Sistemleri vb.)
- Optik medyalar (CD, DVD, BlueRay vb.)
- Oyun konsolları (Playstation, Xbox vb.)
- Giyilebilir teknolojiler (akıllı saatler, akıllı gözlükler vb.)
- Tarayıcılar
- Yazıcılar
- Faks
- Fotokopi makinası,
- Ağ Cihazları (Router, modem vb.) (Akarslan, 2015)(*Electronic Crime Scene Investigation*, 2001)

b. Bilişim Delillerinin Toplanması ve Paketlenmesi

Fiziki olarak el konulması gereken bilişim delilleri üzerinde farklı delilleri de barındırabileceğinden (parmakizi, DNA vb.) bu

delillerin bozulmasını önleyici tedbirler alınması yada öncelikle bu delillerin toplanmasına karar verilmesi gerekmektedir. Öncelikle diğer deliller toplanacaksa bu aşamada sayısal delil elde edilmesini engelleyecek yöntemler kullanılmamalıdır. Örneğin CD/DVD üzerinde yapılacak bir tozlama işlemi ya da laboratuvar ortamında yapılacak siyanoakrilat yöntemi ile parmakizi tespiti CD/DVD üzerinden veri okunmasını zorlaştırmaktadır.

El konulan deliller statik elektrikten koruyucu amabalajlarla paketlenmelidir. Kırılmaya veya bozulmaya hassas cihazlar olduklarından paketlerken ilave koruma malzemeleri faraday çantası, antistatik baloncuklu delil zarfları ve kağıt kaplı antistatik delil zarfları gibi bazı ekipmanlardan yararlanılmaktadır. (Önel & Irmak, 2021)

Cep telefonlarının açık olarak laboratuvara ulaştırılması gereken durumlarda baz istasyonu ile iletişimini kesen faraday torbaları içerisinde sevk edilmesi gerekmektedir. Baz istasyonu aramaya devam eden cep telefonları daha fazla batarya tüketeceğinden bataryasını taşınabilir şarj cihazları ile şarj edebilecek tedbirler alınmaktadır. (Bennett, 2012)

Bilişim delilleri toplanırken gerekebilecek diğer hususlarında toplanmasına dikkat edilmelidir. Örneğin kapalı devre kamera sistemine ait DVR cihazının yanında adaptör ve kabloları ile kurulum CD'si vb. ekipmanlarında gönderilmesi incelemeleri kolaylaştırmaktadır. Ayrıca DVR cihazları, mobil cihazların elde edilebiliyorsa şifre bilgileri de incelemeleri hızlandırmaktadır.

Daha önce de bahsedildiği gibi kamera sistemleri veya bilgisayar sistemlerinin bağlantılarının etiketlenmesi, bağlantılarının fotoğraflanması ya da şematik olarak çizimi de toplanan delillerin tekrar birleştirilmesinde yardımcı olmaktadır.

c. Birebir Kopya Alma

Adli bilişim alanında yapılan incelemelerde yapılacak tüm inceleme ve analiz faaliyetleri olaya ait delillere zarar gelmemesi için birebir kopyaları üzerinde yapılmaktadır. Delilde herhangi bir değişiklik meydana gelmemesi için mutlaka uyulması gereken kurallar en iyi uygulama rehberleri ve kurum içi prosedürlerle belirlenmektedir. Bu gereksinimlerin karşılanabilmesi için özel yazılım ve donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Birebir kopya sayısal delilin üzerindeki bütün verilerin kopyasının alınması anlamına gelmektedir.

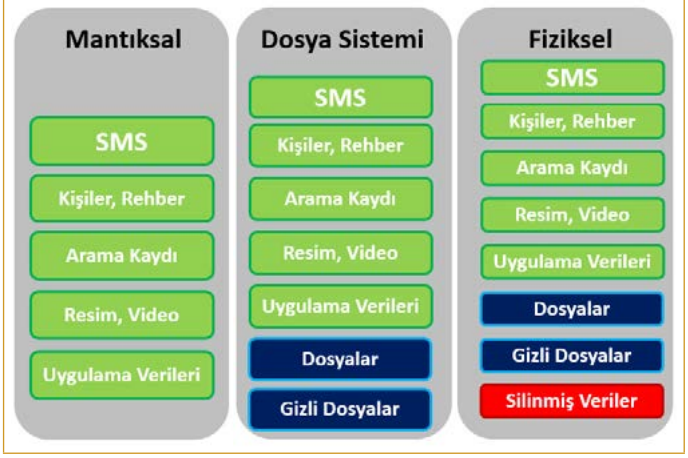
Bir suç veya olayla ilişkili delil elde edilmesi amacıyla birebir kopyası alınacak veri depolama birimi kaynak disk, bu kopyanın kaydedileceği veri depolama birimlerine hedef disk adı verilmektedir.

Birebir kopya alma esnasında kullandığımız yazılım ve donanımların delil üzerinde değişiklik yapmaması için tek yönlü yazmaya imkan tanıyan donanımlar kullanılmaktadır. (Orta, 2015) Genel olarak veri depolama birimlerinin ve bilgisayar sabit disklerinin (mümkünse sökülerek) kopya alma donanımlarına ya da kopya alma yazılımlarını kullandığı iş istasyonlarına yazma korumalı olarak bağlanarak birebir kopyaları alınmaktadır. (Henkoğlu, 2014)

Bilgiler veri depolama birimlerine makine dilinde denilen 1 ve 0 olarak kaydedilmektedir. Bu en küçük birim bit (byte) olarak adlandırılmaktadır. Birebir kopya alınması esnasında kaynak diskin tüm bitleri hedef diske kaydedilmektedir. Bu sebeple İngilizce byte-to-byte kavramı da kullanılmaktadır. (Henkoğlu, 2014)Bu sayede hedef diskin aynısı kopyalandığı için birebir kopya alınan diskteki mevcut veriler, silinmiş veriler, gizli bellek bölümleri (veri saklama için kullanılabilen) tüm verilere erişim sağlanabilmekte gerektiğinde veri kurtarma işlemi gerçekleştirilebilmektedir.

Mobil cihazlarda birebir kopya alma işlemleri bilgisayar sabit diskleri ve taşınabilir belleklerde farklılık göstermektedir. Mobil cihazlarda kopya almanın birden fazla yöntemi bulunmaktadır. (Resim-1) Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları mantıksal, dosya sistemi ve fiziksel kopya almaktır. (Cellebrite, 2014)

Resim 1
Mobil Cihazlarda Kopya Alma Yöntemleri



Mobil cihazların kopyası alınırken bu cihazlarla iletişim kurabilmek amacıyla bir takım küçük programlar veya uygulamalar yüklenmesi gerekebilmektedir. Bu sebeple hem yazma korumalı olarak kopya alınmamakta hem de alınan kopya birebir kopya olamamaktadır. Fiziksel kopya alma yöntemi diğer veri depolama birimlerindeki birebir kopya almaya en yakın kopya alma yöntemi olarak ön plana çıkmaktadır. Bu yöntemde mobil cihaza küçük dahi olsa bir program yüklendiği için, ya da bazı telefon modellerinde telefon açık olarak kopya alınması gerektiğinden delil üzerinde bir değişiklik yapılmaktadır. Bu değişiklik adli bilişim yazılımları tarafından delile etki etmeyecek noktalarda oluştuğundan delil bütünlüğüne zarar vermemektedir. Dünya genelinde bu cihazlardan delil elde edilmesinde genel kabul görmüş endüstri standardı olarak kabul edilmektedir.

Delil elde etmek üzere müdahale edilen tüm cihazlar üzerinde yapılan işlemler kayıt altına alınmaktadır. Bu sayede delil üzerinde meydana gelmesi muhtemel değişikliklerin nedenleri tespit edilebilmektedir.

d. Veri Bütünlüğünü Sağlamak (Hash Hesaplama)

Sayısal delillerin incelenmesi işlemine öncelikle hangi verilerin toplanacağına karar verilmesi ile başlanır. Olay yeri incelenen/soruşturulan suçun niteliğine göre değerlendirilir ve gerekli görülen cihazlara el konur. El koyma işlemleri delilin niteliğine göre değişmekle birlikte, bazı temel gereksinimlerin karşılanması gerekmektedir. Bu temel kavramlardan ilki elde edilen verinin özgün yani değiştirilmediğinin kanıtlanmasıdır. Verinin özgünlüğünün korunması, aslının bozulmadığının ispat edilmesi bu verinin mahkemede delil olarak kullanılabilmesi için gerekli şartlardan biridir.

Verinin özgünlüğünün sağlanması ülkemizde Türk Ceza Muhakemesi Kanunu 134. madde ile güvence altına alınmıştır. Bu maddeye göre el konulan bilgisayarın ve diğer cihazların üzerindeki verilerin tamamının yedeklemesi yapılmalı, yedekleme yapılan verinin kriptografik özet değeri (hash) çıkartılmalı ve bu değer, şüpheli veya vekili ile karşılıklı olarak tutanak altına alınmalıdır. Delil ile birebir yedeğinin aynılığı bu kriptografik özet fonksiyonu ile kontrol edilmelidir. (Akarslan, 2015)

Kolluk kuvvetleri tarafından en yaygın olarak MD-5 ve SHA-256 hash algoritmaları kullanılmaktadır. (Akbal, 2018) (Önel & Irmak, 2021) Bu algoritmalar ön tanımlı olarak birebir kopya alma yazılımları/donanımları tarafından desteklenmektedir.

Delil içerisine sonradan herhangi bir bilgi yazıldığında, silindiğinde veya herhangi bir değişiklik yapıldığında bu değer tamamen değişmektedir. İncelemenin tamamlanmasından sonra delilin tekrar algoritma imzası tespit edilmeli ve bu değerin inceleme başlangıcındaki değerle aynı olduğunun ortaya konması gerekmektedir. Bu işlemin yapılmasındaki amaç, incelemeler esnasında, delilde herhangi bir değişiklik yapılmadığını kanıtlamaktır.

Adli Bilişim Uygulamaları

Olay yerinde elde edilen ve incelenmek üzere kriminal laboratuvarlara gönderilen bilişim delillerinin toplanması ve inceleme aşamalarında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır.

- **Kontaminasyonu önleme;** DNA incelemelerinde en önemli konulardan biri kontaminasyonun önlenmesidir. Bilgisayar incelemelerinde de benzer şekilde başka dosyalara ait delillerin incelemelere karışmasını önlemek amacıyla, birebir kopya alma esnasında kullanılan hedef sabit diskin tüm alanlarının sıfırlanarak temizlenmesi gerekmektedir. Ayrıca inceleme yapılan bilgisayarındaki gerekli dosyaların (birebir kopya, adli bilişim yazılımının oluşturduğu geçici inceleme dosyaları vb.) temiz bir disk üzerinde bulunması önem arz etmektedir.
- **Yazma koruma yazılım/donanımlarının kullanılması;** Birebir kopya alma esnasında yazma koruma donanımlarının kullanılması standart bir uygulamadır. Delil üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmadığının kanıtlanması için, bu hususun uygulandığı tutanak ve kayıtlarda mutlaka belirtilmelidir.
- **Kablosuz erişimi engelleme;** El konulacak yada birebir kopyası alınacak cihazların kablosuz ağlarla, GSM baz istasyonları ile bağlantısı kesilmelidir. Bunun için daha önce belirtildiği gibi Faraday torba/kafesi ya da sinyal karıştırıcı cihazlar kullanılmalıdır. (Önel & Irmak, 2021)

a. Bilgisayar Adli Bilişimi

Adli bilişimin bilinen ve en çok kullanılan alt disiplini, bilgisayar adli bilişimidir. Adli işlemlerin hemen hepsinde, yapılan inceleme çoğu kez şüphelinin bilgisayarında yapılmaktadır. Şüphelinin bilgisayarında yapılan incelemeler bunlarla sınırlı olmamakla beraber genellikle şu konuları kapsamaktadır.

- **Mevcut Dosya Araması**; bilgisayar depolama birimlerinde bulunan mevcut dosyalar üzerinde arama yapılmaktadır. Bu dosyalarda suç unsuru içeren ya da suçla ilişkilendirilebilecek dosyalar tespit edilmektedir.
- **Silinmis Dosya Araması**; bilgisayar depolama birimlerinde çeşitli sebeplerle silinmiş dosyalar tespit edilmektedir. Bu işleme veri kurtarmada denilmektedir. Kurtarılan dosyalar üzerinde mevcut dosyalarda yapıldığı şekilde suça ilişkin dosyalar araştırılmaktadır.
- **Kelime Araması;** soruşturma/kovuşturma esnasında dosya içeriğinde geçen kelimelerden (isimler, kullanıcı adları, hesap numaraları, e-posta adresileri vb.) oluşturulan anahtar kelimeler disk üzerinde aratılarak ilişkili olan dosyaların tespit edilmesi amaçlanmaktadır.
- **İnternet geçmişi kayıtları**; İnternet geçmişinin tespit edilmesinde, kullanıcının internette yaptığı tüm işlemler tespit edilebilmektedir. Burada tespiti yapılan sadece ziyaret edilmiş sayfalar değil internette yapılan sohbetler, dosya indirmeler ve yüklemeleri, sosyal medya paylaşımları ile alınan ve gönderilen dosyalar gibi internette yapılabilecek tüm işlemlere ait kayıtlar tespit edilebilmektedir.
- **Dosyaların Algoritma İmzası (Hash) Değerine Göre İncelenmesi**; Daha önceden incelemesi yapılmış ve suç unsurları içeren dosyalarla zararlı programlara ait algoritma imzaları kriminal laboratuvarlarda saklanmaktadır. Ayrıca dünya genelinde bu tarz suçla ilişkilendirilen dosya ve zararlı yazılımların hash bilgilerini içeren veritabanları bulunmaktadır. Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsünün paylaştığı veritabanları bu konuda en geniş veriyi barındırmaktadır. Bu veritabanı içerisinde dosyaların kendisi bulunmamakta ancak suç unsuru içerenlerin algoritma imzaları bulunmaktadır. Örneğin yapılan bir incelemede çocuk pornografisi olarak tespit edilen bir video dosyasına ait algoritma imzası daha sonra incelenmek üzere gönderilen benzer bir olayda aratılarak incelemede suç unsuru olan dosyalara kısa sürede erişim mümkün olabilmektedir.

b. Mobil Cihaz/ Cep Telefonu İncelemeleri

Mobil cihazlar hemen herkesin sürekli yanında taşıdığı ve her faaliyetimizi, hareketimizi, konumumuzu dahi kaydeden birer dijital günlük olarak hayatımızda yer almaktadırlar. Farklı işletim sistemlerine sahip mobil cihazlar bulunmaktadır. En yaygın olarak kullanılanlar Android ve IOS işletim sistemleridir. Adli bilişim yazılım üreticileri de bu öncelikli olarak bu işletim sistemlerini kullanan cihazlardan delil elde edilmesine yönelik olarak yazılımlarını güncellemektedir.

- **Cep telefonuna kayıtlı telefon rehberinin tespit edilmesi,** telefon rehberi kayıtlı kişiler suçla ilişkili olabilecek diğer kişilerin tespit edilmesine, mağdurla şüpheli arasında ilişki kurulabilmesine olanak sağlayabilmektedir.
- **SIM karta kayıtlı rehber bilgilerinin tespit edilmesi,** Cep telefonu rehberinde olduğu şekilde bu bilgiler şüphelinin suç ortakları veya mağdurla olan ilişkisini açıklamak için kullanılabilmektedir.
- **Son arama (arayan ve aranan) listesinin tespit edilmesi,** arama listeleri olayın aydınlatılması açısından gerekli olan kayıtlardır. Baz istasyonlarından alınan HTS kayıtları ile birlikte önemli deliller olarak değerlendirilmektedir.
- **Mesaj kutusu (SMS) içeriğinin görüntülenmesi,** mağdur veya şüphelinin mesaj kutusunda suçla ilişkili olabilecek yazışmalar olup olmadığı tespit edilmektedir.
- **Silinen mesajların (SMS) elde edilmesi (recovery),** Silinen mesajlarda suçla ilişkili olan deliller bulunabilmektedir. Bu

sebeple adli bilişim yazılımları ile silinen bu mesajlar kurtarılmakta/geri getirilmektedir.

- **Cep telefonun son hizmet aldığı lokasyon (Cell ID) bilgisinin tespiti,** cep telefonunun sinyal aldığı baz istasyonu bilgisi tarih zaman bilgisi ile değerlendirildiğinde olay yerine uzaklık veya yakınlık konusunda soruşturma birimlerine fikir verebilecektir. Bu sebeple bu verilerde tespit edilip raporlanmaktadır.
- **Cep telefonundaki doküman, resim, video vb. dosyaların tespiti,** suçla ilişkili olabilecek dosyaların tespiti yapılmaktadır.
- **Silinmiş dosyaların kurtarılması,** cep telefonunun fiziksel kopya alınmış olduğu durumlarda doküman, resim, video vb. silinen dosyalar veri kurtarma yapılarak geri getirilebilmektedir.
- **Sosyal medya uygulamalarının içerik tespiti,** sosyal medya uygulamalarını yaygın olarak kullandığımız bir dönemde yaşadığımız için, mağdur yada şüphelinin bu uygulamalar üzerinden gerçekleştirmiş olduğu sohbetler, paylaşımların tespiti olayın aydınlatılmasına yardımcı olabilmektedir.
- **Küresel Konumlama Sistemi verilerinin tespiti,** cep telefonlarında standart bir özellik olarak gelen konum servisleri sayesinde belirli bir zamanda telefonun bulunduğu konumlar geçmişe dönük olarak tespit edilebilmektedir. Bu delil soruşturma/kovuşturma makamlarına olay yeri ile yakınlık kurulması konusunda fikir verebilmektedir.

c. Taşınabilir Disk ve Bellek İncelemeleri

Veri depolama birimleri olarak kullanılan manyetik, optik teknolojiler yerini elektriksel devreler üzerinde yedekleme teknolojisini kullanan bellek kartlarına bırakmaya başlamıştır. Bilgisayar sabit disklerinden, taşınabilir disklere, cebimizde taşıdığımız USB belleklere, hafıza kartlarına kadar kadar kullanılan bu teknoloji sayesinde küçük ebatlarda yüksek miktarlarda veri depolanabilmektedir.

Bu cihazlardan delil elde edilmesi, birebir kopyasının alınması konuları bilgisayar disklerine benzerlik göstermekle birlikte, bu kartların ömrünü uzatmak için kullanılan aşınma seviyesi kontrolü (wear leveling) ile veri sürekli aynı nokta üzerinde sabit durmamakta bellek içerisinde az kullanılan devreler üzerinde yer değiştirerek optimum kullanımı sağlamayı amaç edinmektedir.(Richard, 2016) Aşınma seviyesi kontrolü ile veriler yer değiştirebildiğinden birebir kopya alınması esnasında oluşturulan hash değerinde farklılıklar oluşabilmektedir. Bu durum klasik anlamda delilin özgünlüğünü kanıtlamamızı zorlaştırmaktadır. Böyle bir durumla karşılaşıldığında talep makamlarına sunulan raporda durumu teknik olarak açıklayan bir bölüm eklenmesi faydalı olmaktadır.

d. Ağ Adli Bilişimi

Adli bilişimin bir alt dalı olan ağ adli bilişiminde (network forensics) bilgi toplama, adli delil elde etme ve sızma tespiti amaçlarıyla bilgisayar ağlarının izlenmesi ve elde edilen bu verilerin analizi yapılmaktadır.

Ağ denildiğinde bilgisayarlar, sunucular, ağ cihazları gibi bir grup aygıtın topluluğunun birbirleri arasında veri alışverişi ve haberleşmesine imkân sağlayan yapı akla gelmektedir. En geniş ağ yapısı internetin kendisidir. (Atalay, Doğan, Akbal, & Tuncer, 2019)

Suç konusu deliller her zaman veri depolama birimlerinde kayıtlı olmayabilmektedir. Bazı veriler iletim ağları üzerinde ve belirli zamanda erişilebilir olmaktadır. Bu delillerin toplanması için ağ üzerinde özel bazı kurulumlar gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca kısıtlı zamanda veriler değişebildiği, şifreli olarak iletilebildiği için önceden hazırlık yapılmamış bir ortamda anlık olarak delil toplamak zorlukları barındırmaktadır.

Ağ adli bilişiminde canlı trafik yakalamak için yukarıda belirtilen hazırlıklar yapılmış, bu iş için özel olarak üretilmiş yazılımları kullanan bilgisayarlar ile ağa dahil olarak ağda dinleme yapılması gerekmektedir.

Ağda yapılan dinlemenin yanında ağ cihazlarının incelenmesi ve bu cihazların tuttuğu log kayıtları da ağ adli bilişim altında değerlendirilebilmektedir. Bu cihazların loglama altyapısı aktif hale getirilmiş olmalıdır. Log yönetimi yapılmayan cihazların belirli bir süre veya kayıt sayısına ulaşması neticesinde kayıtların silinmesi durumu olabilmektedir. Bu durumun yaşanmaması için loğların düzenli olarak yedeklenmesi, zaman damgalı olarak saklanması gereklilikleri bulunmaktadır. Bu sayede adli bilişim incelemesi esnasında geriye dönük olarak delillerin tespitine olanak sağlanmaktadır. (5651 sayılı kanun, 2007)

e. Bulut Adli Bilişim

Bilişim teknolojileri alanında hayatımıza giren en yeni kavramlardan biri bulut bilişimdir. Bulut bilişim, Amerikan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) tarafından, minimum yönetim çabası ve hizmet sağlayıcısı desteği ile yayımlanabilecek ortak havuzlara ve konfigüre edilebilir kaynaklara (örneğin ağlar, sunucular, veri depoları, uygulamalar ve hizmetler) anında erişim sağlayan model olarak tanımlanmaktadır.

Bulut adli bilişim ise kısaca adli bilişim yöntemlerinin bulut bilişim teknolojilerine uygulanması ve bu alandaki yöntemler vb. ile bulut bilişim sistemlerinden delil elde edilmesi olarak tanımlanabilmektedir. (Pichan, et.al, 2015)

İşlemci gücü ve depolama alanı gibi bilişim kaynaklarına fiziki olarak değil ihtiyaç duyulduğu anda internet üzerinden erişime imkân sağlayan bu teknolojide veriler çoğunlukla kullanıcının bilgisayarında ya da erişim sağladığı cihazda minimum düzeyde tutulmaktadır. Tüm veriler hizmet sağlayıcının veri merkezlerindeki depolama alanlarında tutulmaktadır. Bu veri merkezleri dünya çapında farklı lokasyonlarda hizmet verebilmektedir. Ayrıca veriler bu veri merkezleri arasında hizmet sağlayıcının politikası ve bulut bilişimin doğası gereği (maliyetler, yoğunluklar, yönetimsel gereklilikler vb.) dolaşımda olabilmektedir. Sabit bir noktada depolanmayan verilerin tespit edilmesi ve bu alanlardan delil toplanması ayrı bir uzmanlık alanı olup hizmet sağlayıcının desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Bulut bilişimin dağıtık yapıda olması verilere erişimde engellere neden olmakta bu veriler üzerinde kontrolü zorlaştırmaktadır. Delillerin toplanması aşamasında veri bütünlüğünün korunması delilin geçerliliği için en önemli faktörken bulut ortamında delilin sürekli değişmesi nedeniyle bütünlüğünü kanıtlamak adli bilişim açısından ayrı bir zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır. (Rani & Sravani, 2016)

f. Bellek Adli Bilişimi

Elektronik deliller bilişim sistemlerinde genel olarak iki farklı hafıza biriminde bulunmaktadır. Sabit disk ve taşınabilir belleklerde

uçucu olmayan veriler (non-volatile data), rastgele erişimli bellek (Random Access Memory) denilen geçici hafıza biriminde ise uçucu veriler (volatile data) işlenmekte ve saklanmaktadır. Sabit disk üzerinde resim, video, ofis dosyalarımız saklanırken, RAM bellek üzerinde canlı veriler dediğimiz oturum açma bilgileri, şifre bilgileri, bağlantı kurulan IP adresleri vb. bilgiler bulunabilmektedir. (Feng et al., 2019)

İşlemci RAM bellek üzerinde verileri istediği yerinden okumaya veya yazmaya başlayabildiği için bu bellek türüne rastgele erişimli denilmektedir. Uçucu veriler RAM bellek üzerinde elektrik bulunduğu sürece erişilebilir olup, elektrik akımı kesildiğinde (bilişim sistemi kapandığında) silinmektedir. Bu sebeple bu veriler toplanmasına öncelik verilmelidir. Beklenmedik şekilde bu cihazların kapanması bu bellek üzerindeki delillerin kaybolmasına neden olabilmektedir.(Orta, 2015)

RAM bellek üzerinden delil toplanması bilgisayar ve akıllı telefonlarda bazı farklılıklar göstermektedir. Çoğu adli bilişim yazılımı (ticari veya açık kaynak kodlu) bilgisayarın RAM belleğini kopyalayabilmektedir. Bunun için sistem açık haliyle muhafaza edilip küçük bir yazılım aracılığıyla delil toplanmaktadır. Akıllı telefonlarda ise bu işlemin gerçekleştirilebilmesi için telefona yönetici hakları ile erişilmesi gerekmektedir. (Heriyanto, 2014)

g. İnternet Nesneleri (Internet of Things-IOT) Adli Bilişimi

İletişimin insanlar arasında gerçekleşen bir eylem olmaktan çıkıp, cihazlar ve insanlar arasında da gerçekleşmesin alıştığımız dönemde insanoğlu birbiriyle haberleşen cihazlar/makinelerin ortaya çıkışına tanıklık etmektedir. IoT teknolojisi, sayısız miktardaki cihaz ve sensörden oluşan birbirleriyle farklı şekillerde haberleşebilen sistemlerden oluşan bir ağ sistemidir. (Sharma et al., 2020)

İnternet nesneleri adli bilişimi adli bilişimin ana branşlarından biri olma yolunda ilerlemektedir. Standart inceleme yöntemler halen geliştirilmekteyse de incelemenin özünde akıllı cihazın fiziksel ve mekanik durumuna odaklanılmaktadır. Adli bilişim açısından bakıldığında her bir akıllı cihazın soruşturmaya ayrı bir katkı sunacağı düşünülmektedir. Bu sebeple her bir cihazın ve iletişim kanalının ayrı olarak ele alınması gerektiği değerlendirilmektedir.

İnternet nesnelerinin adli bilişiminde daha önce de bahsedilen üç alandan delil toplanabilmektedir. Akıllı cihazın kendisinden, iletişim ağlarından ve verilerin depolanabilmesine olanak veren bulut sistemlerinden delil elde edilebilmektedir.

Giyilebilir teknolojiler olarak adlandırılan akıllı saatler, gözlükler, yada akıllı ev aletleri, dronelar, akıllı ölçüm cihazları vb. pek cihazdan veri elde edilebilmektedir. Bu cihazların iletişim için hangi ağı kullanırsa kullansın bunların hepsi ağ adli bilişiminde aktarıldığı gibi zamana bağlı olan ve uçucu veriler olarak değerlendirilmektedir. Bu sebeple bu sistemler üzerindeki loglama özelliğinin incelenmesi meydana gelen olay sonrasında olayın çözümüne katkı sağlamaktadır. Bulut sistemlerden veri elde edilmesinde teknik, hukuksal ve yönetimsel zorluklar olduğundan bahsedilmişti, aynı sorunlar internet nesnelerinin bağlı olduğu bulut sistemleri içinde geçerli olmaktadır.(Sharma et al., 2020)

Adli Bilişimin Geleceği ve Yeni Trendler

Teknoloji denilince ilk akla gelen alanlardan birisi olan bilişim teknolojileri en hızlı gelişim gösteren disiplinlerden birisidir. Bu alanda gerçekleşen ve gerçekleşecek olan yenilikler kötü niyetli kişiler tarafından da kullanılabilmektedir. Makine öğrenmesi, derin öğrenme, yapay zeka, blokchain ve daha ortaya çıkmamış yeni teknolojiler adli bilişim uzmanlarına hem yeni zorluklar getirmekte, hem de incelemelerinde hızlı, etkili ve verimli sonuçlar alabilmektedir.

Makine öğrenmesi, yapay zeka alanının bir alt kümesidir. Veri kümesi eğitimi ve testi gibi belirli görevleri programlama olmadan gerçekleştirebilen bilgisayar modelleri ve algoritmaları geliştirmeye odaklanan bilimsel bir disiplindir ve adli bilişim incelemelerinde uzmanlara yardımcı olma potansiyeline sahiptir. (Al Balushi, et.al 2023).

Blockchain, bilgileri dijital imzalarla saklamak için kullanılan dağıtılmış bloklardan oluşan merkezi olmayan bir ağdır. Adli bilişim uzmanları, delillerin değişmezliği ve güvenli bir şekilde saklanmasını ve değiştirilememesini güvence altına almak için blok zincirinin şeffaflığı kanıtların bütünlüğüne olan güvenini kullanabileceklerdir. (Al-Hajri, et.al 2023)

Yapay zekanın adli bilişim soruşturmalarına dahil edilmesi, soruşturmaların etkinliğini ve hassasiyetini önemli ölçüde artırma potansiyeline sahip önemli bir gelişmedir. Bununla birlikte yapay zekanın dahil edilmesi dikkatli bir şekilde ve etik ve yasal ilkelere uygun olarak yapılmalıdır. Elektronik delillerin veri miktarı arttıkça ver boyutu büyümeye devam ettikçe insan kapasitesi ile altından kalkılamayacak hal almasına neden olmaktadır. Adli bilişim uzmanları gerçekleştirdikleri incelemelerde etik ve ahlaki değerleri dikkate alarak bu teknolojileri kullanmalıdır. (Al-Hajri, et.al 2023)

Adli bilişim alanında yaşanan hızlı teknolojik gelişmeler, hem fırsatlar hem de zorluklar sunmaktadır. Yapay zeka, blockchain, bulut bilişim, IoT ve veri güvenliği gibi alanlardaki ilerlemeler, adli bilişim uzmanlarının yeteneklerini artırabilirken, aynı zamanda yeni sorunlar ve riskler de ortaya çıkarabilir. Bu nedenle, adli bilişim uzmanlarının sürekli olarak eğitilmeleri ve teknolojik gelişmeleri yakından takip etmeleri önemlidir. Gelecekte, adli bilişimin daha da karmaşık ve sofistike hale gelmesi beklenmektedir ve bu, adli bilişim uzmanlarının bilgi ve beceri düzeylerinin sürekli olarak güncellenmesini gerektirecektir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

5651. (2007). İnternet Ortamında Yapılan Yayınların Düzenlenmesi ve Bu Yayınlar Yoluyla İşlenen Suçlarla Mücadele Edilmesi Hakkında Kanun. 1.

Adli ve Önleme Aramaları Yönetmeliği. (2005). Adli ve Önleme Aramaları Yönetmeliği.

Akarslan, H. (2015). Bilişim Suçları. Seçkin Yayıncılık.

Akbal, E. (2018). *Forensics Image Acquisition Process of Digital Evidence*. May, 1-8. [Crossref]

Akbal E., Doğan Ş., Tuncer T., ve Atalay N.S, "Adli Bilişim Alanında Ağ Analizi", *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, c. 8, sy. 2, ss. 582–594, 2019, doi:10.17798/bitlisfen.479303.

Akbulut, B. (2017). Bilişim Alanında Suçlar. Adalet Yayınevi.

Al Balushi, Y., Shaker, H., & Kumar, B. (2023, January). The use of machine learning in digital forensics. In *1st International Conference on Innovation in Information Technology and Business (ICIITB 2022)* (pp. 96-113). Atlantis Press.

Aliusta, C. & Benzer, R. (2018). Avrupa Siber Suçlar Sözleşmesi ve Türkiye'nin Dahil Olma Süreci. *Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi, 2*, 35-42. [Crossref]

Al-Hajri, S. M., Al-Thonayan, Z. J., Alqattan, M. M., Alalyani, N. A., Alali, N. D., & Alnaim, N. (2023). Maximizing the Potential of Artificial Intelligence in Digital Forensics Investigations.

Bennett, D. (2012). The Challenges Facing Computer Forensics Investigators in Obtaining Information from Mobile Devices for Use in Criminal Investigations. *Information Security Journal, 21*(3), 159-168. [Crossref]

BilirkişiYönetmeliği. (2017). Bilirkişi Yönetmeliği. Resmi Gazete.

Bostancı, Ü. & Benzer, R. (2015). Türk hukuk sisteminde bilgisayarlarda arama, kopyalama ve el koyma. *International Journal of Human Sciences, 12*(2), 1192. [Crossref]

Cellebrite. (2014). What Happens When You Press that Button? Erişim Tarihi 28.10.2021 https://www.cellebrite.com/collateral/Explaining_Cellebrite_UFED_Data_Extraction_Processes.pdf

CMK. (2004). Ceza Muhakemesi Kanunu. Resmi Gazete.

Convention on Cybercrime, European Treaty Series - No. 185 (2001). Erişim Tarihi 26.10.2021 https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/documents/libe/dv/7_conv_budapest_/7_conv_budapest_en.pdf

Doğan, N. & Dijle, H. (2011). Türkiye'de Bilişim Suçlarına Eğitimli İnsanların Bakışı. *Journal of Information Technologies, 4*(2).

EİK, 5070. (2004). Elektronik İmza Kanunu. Resmi Gazete, 1, 8719-8726.

Electronic Crime Scene Investigation. (2001). United States Department of Justice Office of Justice. Erişim Tarihi 28.10.2021 https://www.ojp.gov/pdffiles1/nij/187736.pdf

Erdem, M. & Özocak, G. (2017). Sınıraşan Bir Suç Olarak Siber Suçlarla Mücadelede Uluslararası İşbirliği. 19. Akademik Bilişim Konferansı 2017.

Feng, P., Li, Q., Zhang, P. & Chen, Z. (2019). Private Data Acquisition Method Based on System-Level Data Migration and Volatile Memory Forensics for Android Applications. *IEEE Access, 7*, 16695-16703. [Crossref]

FSEK. (1951). Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu. Resmi Gazete, 1, 42. Erişim Tarihi 26.10.2021 https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5846&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=3

Henkoğlu, T. (2014). *Adli Bilişim*. In Pusula Yayıncılık.

Heriyanto, A. P. (2014). Procedures and tools for acquisition and analysis of volatile memory on android smartphones. *Proceedings of the 11th Australian Digital Forensics Conference, ADF 2013*, 84-95. [Crossref]

Johnson, L. R. (2014). Incident Evidence. *Computer Incident Response and Forensics Team Management*, 47-53. [Crossref]

Kävrestad, J. (2018). Fundamentals of digital forensics: Theory, methods, and real-life applications. Fundamentals of Digital Forensics: *Theory, Methods, and Real-Life Applications*, 1-230. [Crossref]

Kent, K., Chevalier, S., Grance, T. & Dang, H. (2006). Guide to Integrating Forensic Techniques into Incident Response. *The National Institute of Standards and Technology*. [Crossref]

Mukasey, M. B. ., Sedgwick, J. L. . & Hagy, D. W. (2008). Electronic Crime Scene Investigation: *A Guide for First Responders* (2nd Ed.). 76.

Oğuz, R. (2018). *Adli Bilişimde İnceleme Süreçleri*. [Yüksek Lisans Tezi] Ankara Üniversitesi.

Önel, B. & Irmak, E. (2021). Adli Bilişim ve Dijital Delillerin Windows İşletim Sistemi Üzerinde İncelenmesi. *Journal of Polytechnic, 0900*(3), 1187-1196. [Crossref]

Orta, M. (2015). *Bilişim Suçlarında Adli Analiz*. [Yüksek Lisans Tezi] Selçuk Üniversitesi.

Pichan, A., Lazarescu, M., & Soh, S. T. (2015). Cloud forensics: Technical challenges, solutions and comparative analysis. *Digital Investigation*, 13, 38–57. doi:10.1016/j.diin.2015.03.002

Rani, D. R. & Sravani, P. L. (2016). Challenges of digital forensics in cloud computing environment. *Indian Journal of Science and Technology, 9*(17). [Crossref]

Richard, B. (2016). Practical Digital Forensics.

Sharma, B. K., Hachem, M., Mishra, V. P. & Kaur, M. J. (2020). *Internet of Things in Forensics Investigation in Comparison to Digital Forensics* (pp. 672-684). [Crossref]

Sönmez, Ü. (2017). Bilişim Sistemleri Aracılığıyla Dolandırıcılık Suçu. *Dicle Üniversitesi Adalet Meslek Yüksekokulu Dicle Adalet Dergisi, 1*(2), 47-59.

TCK. (2004). Türk Ceza Kanunu. 1.

Yücel, Ç. (2017). Adli Bilişimde Metodoloji ve Standartlar. *Türkiye Klinikleri Dergisi Özel Sayısı, 3*(3), 162-165.

BÖLÜM 25
ADLİ HEMŞİRELİK

Muzaffer Berna DOĞAN

DOI: 10.5152/0625

Adli Hemşirelik

Forensic Nursing

BÖLÜM HAKKINDA

Adli hemşirelik medikolegal içeriğe sahip sağlık bakım sorunlarının değerlendirilmesi ve hemşirelik mesleğinin bilgi ve deneyimlerinin adaletin hizmetine sunulmasını sağlamaktadır. Adli bilimler ve hemşirelik bilimindeki gelişmeler dünya çapında adli konular ile ilgili uygulamalarda adli hemşirenin rolüne dikkati çekmiştir. Ancak, Türkiye'de adli hemşirelik alanı resmi olarak tanınmamış ve bu alanda uzmanlaşmış hemşirelerin yetki ve sorumlulukları net olarak belirlenmemiştir.

ABD, Kanada gibi ülkelerde adli hemşirelik resmî kurumlar tarafından kabul edilmiş ve adli bilimler alanında önemli bir yer edinmiştir. Ancak, Türkiye'de adli hemşirelik alanının meşru hale gelmesi için adli bilimler ve hemşirelik alanında gerekli yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu düzenlemeler, adli hemşireliğin temel eğitiminden, meslek içi eğitimine, yüksek lisans ve doktora programlarına kadar uzanan bir yelpazede olmalıdır.

Türkiye'de adli hemşirelik alanının gelişimi için, hemşirelik temel eğitimi içinde adli hemşireliğin temel konularının yer alması ve bu alanda uzmanlaşmış hemşirelerin yetiştirilmesi önemlidir. Ayrıca, sağlık ve adalet sistemi içinde adli hemşirelerin görev, yetki ve sorumluluklarının net olarak tanımlanması ve aktif olarak uygulamalarda yer almaları gerekmektedir. Bu bakımdan bu kitap bölümü adli hemşireliğin bir uzmanlık alanı olarak kabul edildiği, ilk çıkış ve gelişim gösterdiği Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) adli hemşireliğin tarihsel süreçteki yapılanmasına, uygulamalara ve adli hemşireliği ilgilendiren diğer konulardan bahsetmeye odaklanmıştır. Bu sayede adli hemşireliğin temelde ne olduğu açık bir şekilde sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Adli hemşirelik, adli bilimler, adalet sistemi, sağlık sistemi

ABOUT the CHAPTER

Forensic nursing ensures the evaluation of healthcare problems with medicolegal content and the presentation of the knowledge and experience of the nursing profession to the service of justice. Developments in forensic science and nursing science have drawn attention to the role of forensic nurses in practices related to forensic matters worldwide. However, forensic nursing is not officially recognized in Turkey, and the authorities and responsibilities of nurses specializing in this field must be determined.

In countries such as the USA and Canada, official institutions have accepted forensic nursing and gained an essential place in forensic sciences. However, for forensic nursing to become legitimate in Turkey, necessary legal regulations must be made in forensic sciences and nursing. These regulations should range from primary forensic nursing education to in-service training and master's and doctoral programs.

For the development of forensic nursing in Turkey, it is essential to include the primary subjects of forensic nursing in basic nursing education and to train nurses specialized in this field. In addition, forensic nurses' duties, authorities, and responsibilities within the health and justice system must be clearly defined and actively involved in practices. In this regard, this book chapter focuses on the historical structuring of forensic nursing in the United States (USA), where forensic nursing is accepted as a field of expertise, where it first emerged and developed, its practices, and other issues related to forensic nursing. In this way, what forensic nursing is is presented.

Keywords: Forensic sciences, forensic nursing, criminal justice, health system

Giriş

Adli bilimler; ceza, hukuk ve idari soruşturmalar sırasında elde edilen her türlü kanıtın elde edilmesi, incelenmesi ve değerlendirilmesi ile suç araştırmalarının gerçekleştirilmesini sağlayan bilim dallarının toplamı olarak ifade edilmektedir (Maras & Miranda, 2014; Tygai & Grover, 2014).

Adli bilimler çatısı altında Kriminalistik, Adli Moleküler Biyoloji ve Genetik, Adli Tıp, Adli Hemşirelik, Adli Patoloji, Adli Toksikoloji, Adli Belge İnceleme, Adli Astronomi, Adli Antropoloji, Adli Mühendislik Bilimleri, Adli Bilişim gibi uzmanlık alanları bulunmaktadır. Adli Hemşirelik ise adli bilimin alt dallarından biri olup klinik adli tıp pratiğinden ortaya çıkmıştır (Scannell, 2018; Lynch & Duval, 2011; Tygai & Grover, 2014).

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Muzaffer Berna Doğan

İstanbul Arel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, İstanbul, Türkiye
E-posta: muzafferbernadogan@gmail.com

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Doğan, M. B.(2024).Adli hemşirelik. F Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 284-294). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

Bazı adli hemşirelik uygulamaları, çeşitli sektörlerdeki hemşireler tarafından resmi olmayan şekilde yıllarca uygulanmışsa da bu uzmanlık alanı teknik bilgi gerektiren karmaşık yapısı nedeni ile zaman içinde tanınmaya başlamıştır. Bu uzmanlık alanı ile medikolegal içeriğe sahip sağlık bakım sorunlarının değerlendirilmesi ve hemşirelik uzmanlığının bilgi ve deneyimlerinin adalet sistemine sunulması sağlanmaktadır. Tarihsel süreç içerisinde, adli hemşirelik ile ilgili uygulamaların sofistike olması ve kendine özgü profesyonel bilgilerin bulunması nedeni ile adli hemşirelik bir bilimsel disiplin olarak evirilmiş ve uzmanlık gerektiren bir alan olmuştur.

Dünyadaki uygulamalar ile karşılaştırıldığında, Türkiye'de adli hemşireliğin öneminin kavranmadığı ve bu durumun eğitime, hemşirelik ve adli bilimler uygulama alanlarına da yansıdığı görülmektedir. Lisansüstü düzeyde bazı eğitim uygulamaları ya da kurs anlamında eğitimler verilmekteyse de Türkiye'de adli hemşireliğin uzmanlık alanı olduğunun kabul edilmemiş olması nedeni ile bu uygulamaların resmi anlamda geçerliliği bulunmamaktadır. Zira Türkiye'de adli hemşirelik alanı hemşirelik alanı içinde resmi olarak bir uzmanlık alanı olarak kabul edilmediği gibi yine adli bilimler alanı altında bir uzmanlık alanı olarak da kabul görmemektedir. Fakat adli hemşirelik, adli kanıt toplama ve muhafaza etme, cinsel saldırı, aile içi şiddet, çocuk ve yaşlı istismarı, tıbbi uygulama hatası iddialarının değerlendirilmesi, bilirkişilik sistemi ve uygulamaları, temel sağlık hukuku gibi bilgileri içermekte olup tıp, hemşirelik ve şiddetten etkilenen kişilerin hukuk ile etkileşime girdiği alanlara odaklanmakta ve pratikte birçok uygulama içinde yer bulmaktadır. Bu kapsamda klinikte birçok sorumluluğu olan hemşirelerin adli bilimleri ilgilendiren süreçlerin işleyişi ve yönetilmesi konusunda uzmanlaşması, adli konularda aktif rol almalarını sağlayacaktır. Zira adli bilimler ile ilgili yeterli bilgisi olmayan sağlık profesyonellerinin adli vakaların adli tahkikat ve kanıt toplama sürecini olumsuz yönde etkilediği ya da tıbbi uygulamalara doğru medikolegal yaklaşımı yerine getirmekte zorlandıkları görülmektedir. Adli bilimler ile ilgili yeterli teorik ve pratik bilgiyi öğrenmiş hemşirelerin bu süreçlerde adli bilimlere ait uygulamaları yerine getirecekleri ve danışmanlık yapacakları bir gerçektir. Bu bakımdan bu kitap bölümü adli hemşireliğin bir uzmanlık alanı olarak kabul edildiği, ilk çıkış ve gelişim gösterdiği Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) adli hemşireliğin tarihsel süreçteki yapılanmasına, uygulamalara ve adli hemşireliği ilgilendiren diğer konulardan bahsetmeye odaklanmıştır. Bu sayede adli hemşireliğin temelde ne olduğu açık bir şekilde sunulacaktır.

Adli Hemşireliğin Tarihsel Gelişimi

Adli Hemşireliğin Dünyadaki Tarihsel Gelişimi

Adli bilimlerin başlangıcının uygarlığın ilk dönemlerine kadar uzandığı, Mısır ve Hint tıbbının zehir ve toksikoloji ile ilgili uygulamaları yerine getirdiğini gösteren kanıtların olduğu görülmektedir. Romalılar ölüm sebebini belirlemede yaralanmaların tanımlandığı modelleri kullanmış ve Julius Caesar'ın ölümünü bu şekilde tanımlamıştır. Tarihsel dokümanlara bakıldığında Fransız Devrimi'nden önce ebelerin cinsel saldırı ve gebelik konusunda tanıklık ettiği görülmektedir. Profesyonel hemşirelik henüz var olmasa da ebelerin gerçekleştirdiği uygulamaların adli hemşireliğin ilk prototipi olduğu belirtilmektedir. Yayımlanmış belgeler, 1950'li yıllarda Birleşik Krallık'ta adli hemşirelik uygulamalarının yapıldığını göstermiştir. Birleşik Krallık'ta hemşireler dahil sağlık profesyonellerinin güvenlik güçleri ile birlikte çalışarak gözaltındaki kişilere sağlık bakımı ve adli tıp uygulamalarını yerine getirdiği görülmektedir (Scannell, 2018; Lynch & Duval, 2011).

Adli hemşirelik ile ilgili uygulama alanlarının bazıları hemşirelerin ek eğitimler alması ile gerçekleştirilebilmektedir. Yaraların tanımlanması ve adli bilimler açısından yorumlanması, örneklerin toplanması, şüpheli ölümlerde uzman görüşü bildirme ve cinsel saldırı mağduru yetişkin ve çocukların muayenesi gibi uygulamalar da deneyim sonucunda gerçekleştirilebilecek uygulamalar arasındadır (Scannell, 2018; Lynch & Duval, 2011; International Association of Forensic Nurses, n.d; Furtado et al., 2021).

1970'li yıllarda ABD'de kadın hakları aktivisti olan hemşireler, adli deliller de dahil olmak üzere cinsel şiddet mağdurları için kapsamlı bakım talep etmiştir. Hemşire Ann Burgess ve sosyolog Lynda Holstrom cinsel saldırı mağdurları için derinlemesine ve kapsamlı araştırmalar yapmış ve tecavüz sonrası travma sendromunu tanımlayarak cinsel saldırı mağdurlarını tedavi etmişlerdir. Yine bu hemşireler saldırı mağdurlarına danışmanlık verme, acile başvuru süreçlerini yönetme, sonraki takiplerinde önerilerde ve destekte bulunma gibi uygulamaları yerine getirmiştir. Gerçekleştirilen uygulamalar adli uygulamalar olsa da bu profesyoneller adli bilimler alanında uzman olarak tanınmamıştır. Resmi olarak bu alanın uzmanları olarak tanınmadığı için mahkemelerde uzman tanık olarak görüş bildirememişlerdir (Amar & Sekula, 2015; Forensic Nursing, n.d; International Association of Forensic Nurses, n.d; Scannell, 2018; Morse, 2019; Furtado et al., 2021; Kent-Wilkonson, 2009; Vries et al., 2019; Scannell, 2018; Lynch & Duval, 2011).

Hemşirelerin şiddet mağdurlarına bakım vermesi için bu profesyonellerin adli bilimler alanında uzmanlaşması ve bu alanda kullanacakları yeni becerilere ve sertifikalı yetkinliklere sahip olması ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Hemşireler, sağlık profesyonelleri ile birlikte kolluk kuvvetleri, savcılar, avukatları da içeren birçok disiplinle bağımsız bir şekilde çalışmıştır. Bu model ilk olarak Cinsel Saldırı Hemşireliği (Sexual Assault Nurse Examiner-SANE) ve Cinsel Saldırı Müdahale Ekipleri (Sexual Assault Response Teams-SART) ile geliştirilmiştir. 1976 senesinde ABD'nin Memphis eyaleti Tennessee'de cinsel saldırı mağdurları için uzmanlaşmış hemşireler eğitmek üzere ilk SANE programı açılmıştır. Bunu 1977 yılında Minneapolis, Minnesota'da, 1979 yılında Amarillo, Texas'da açılan programlar izlemiştir (Drake et al., 2018; Furtado et al., 2021; Maras & Miranda, 2014).

1980'lerde ABD'de Cinsel Saldırı Adli Tıbbi Muayene (Sexual Assault Medical Forensic Exam) programının uygulanması ile hemşirenin bu alana dahil olması gerçekleşmiş ve adli hemşirelik yeni bir uzmanlık alanı olarak gündeme gelmeye başlamıştır. Cinsel şiddet mağdurlarına gereken bakım ve tedaviyi sağlamak için geleneksel hemşirelik uygulamalarının teknik ve bilimsel bilgisi ile birlikte, hukuk ve alanda uzmanlaşma gibi ek becerilerin ve sorumlulukların geliştirilmesi gerekmiştir. Hemşire, hastanın fiziksel yaralanmalarının sınıflandırılması ve tanımlanmasının yanı sıra, adli bilimler uzmanı olarak da hareket ederek biyolojik kanıtların toplanması, korunması gibi süreçlerin gerçekleştirilmesinden de sorumlu olmuştur (Ahn&Sung, 2018; Furtado et al., 2021).

1986 yılında Teksas'ta ölüm olgularında araştırmacı olarak çalışan ve Amerikan Adli Bilimler Akademisi'ne (American Academy of Forensic Sciences-AAFS) üye olan ilk hemşire Virginia Lynch, Arlington'daki Teksas Üniversitesi'nde ölüm araştırmalarına odaklanan adli hemşirelik dersini müfredata koymuştur (Scannell, 2018; Lynch & Duval, 2011).

1988 yılında New York'ta klinik adli tıp alanında çalışan sorumlu adli tıp uzmanı Dr. Harry McNamara, adli hemşireliğin klinikteki hemşirelik uygulamaları içinde yer alması gerektiğini ilk öneren hekimlerden olmuştur. Adli bilimler uygulamaları ile ilgili bilgi sahibi olmayan hemşirelerin adli vakaların adli tahkikat ve kanıt toplama sürecini negatif etkilediğini vurgulamıştır. Bu konuda teorik ve pratik bilgiye sahip olan hemşirelerin klinikteki adli olgulara müdahale ederek bu eksikliği kapatabileceklerini vurgulamıştır. Hemşirelerin klinikte, adli tahkikatta önemli etkisi olacak kanıtların fark edilmesi, toplanması ve teslim edilmesi sürecinde sorumluluk alabileceklerini ifade etmiştir. Yine bu yıllarda Lynch, adli hemşirelik modelini geliştirmiş ve adli hemşirelik dersine klinik adli hemşirelik konularını ekleyerek genişletmiştir (Lynch & Duval, 2011).

1989 yılında Lynch, adli hemşireliğin bilimsel bir disiplin olarak tanınmasını sağlamıştır. 1990'lı yılların ortalarında, hemşirelik eğitmenleri, Virginia Lynch, Ann Burgess ve diğer uzmanların uğraşıları ile adli hemşireliğin lisans ve lisansüstü müfredatlarına eklenmesini fark ederek girişimlerde bulunmuştur. ABD'deki Gonzaga Üniversitesi, Massachusetts Üniversitesi, Güney Connecticut Eyalet Üniversitesi ve Virginia Üniversitesi gibi kurumlar öğrencilerine adli hemşirelik dersini veren ilk üniversiteler olmuştur. Bu çabalar, adli hemşireliğin hemşirelik eğitiminde ve uygulamasında daha geniş bir kabul görmesine ve önemli bir rol oynamasına olanak tanımıştır (Scannell, 2018; Lynch & Duval, 2011; Bahar, 2008).

ABD'de adli hemşirelik alanındaki ilk uzman Virginia Lynch 1990 yılında "Klinik Adli Hemşirelik: Rol Gelişimine Dair Tanımlayıcı Bir Çalışma" adlı adli hemşirelik ile ilgili ilk tezi yayımlamıştır. Tez kapsamında acil servis hemşireleri baz alınarak hemşirelerin adli olgulara bakım verirken yerine getirmesi beklenen adli uygulamalar araştırılmıştır ve beklentiler değerlendirilmiştir (Lynch, 1990).

1992 yılında Minneapolis, Minnesota'da çoğunluğu cinsel saldırı hemşiresi olan yetmiş dört adli hemşirenin bir araya gelmesiyle Uluslararası Adli Hemşireler Birliği (International Association of Forensic Nurses-IAFN) kurulmuştur. 1948'de kurulan ve adli uzmanlar tarafından en eski ve en prestijli organizasyon olarak kabul edilen AAFS adli hemşirelik uzmanlığını kabul eden ilk resmi kuruluş olmuştur. Güney Afrika, adli hemşireliği ulusal program önceliği olarak kabul eden ilk ülke olmuştur (Scannell, 2018; Lynch & Duval, 2011; Hammer et al., 2006; International Association of Forensic Nurses, n.d).

1995 yılında Amerikan Hemşireler Birliği (American Nurses Association-ANA) adli hemşireliği, 21. yüzyılda hemşireliğe katkı sağlayacak dört ana uzmanlık dalından biri olarak tanımlamış ve hemşireliğin alt dallarından biri olarak kabul etmiştir. IAFN tarafından hazırlanan *Adli Hemşirelik Uygulamalarının Faaliyet Alanları ve Standartları* (The Scope and Standards of Forensic Nursing Practice) 1995 yılında onaylanmış ve 1997 yılında bir el kitabında özetlenmiştir. Bu belge eğitimcilere, araştırmacılara ve adli hemşirelik uygulamalarını yerine getirenlere temel bilgileri sağlamak ve yol gösterici olması amacı ile oluşturulmuştur. Bu faaliyet alanları ve standartlar güncel gelişmelere bağlı olarak 2011 yılında güncellenmiştir (Scannell, 2018; Lynch & Duval, 2011; International Association of Forensic Nurses, n.d).

Adli Hemşireliğin Kronolojik Tarihsel Süreci kısaca aşağıda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1
Adli Hemşireliğin Kronolojik Tarihsel Süreci

1970'li yıllar	ABD'de kadın hakları aktivisti olan hemşireler adli deliller de dahil olmak üzere cinsel şiddet mağdurları için kapsamlı bakım talep etmiştir.
1976	Amerika'nın Memphis eyaleti Tennessee'de cinsel saldırı mağdurları için özel hemşireler yetiştirmek üzere SANE programı açılmıştır.
1986	Lynch, Arlington'daki Texas Üniversitesi'nde ölüm araştırmalarına odaklanan adli hemşirelik dersini müfredata koymuştur.
1988	McNamara, adli hemşireliğin klinik hemşire pratiği içinde yeni bir alan olması gerektiğini ilk öneren hekimlerden olmuş
	Lynch, adli hemşirelik modelini geliştirmiştir.
	Lynch, adli hemşirelik dersine klinik adli hemşireliği içeren konuları ekleyerek genişletmiştir.
1989	Lynch, adli hemşireliğin bilimsel bir disiplin olarak tanınmasını sağlamıştır.
1992	Uluslararası Adli Hemşireler Birliği (International Association of Forensic Nurses-IAFN) kurulmuştur.
	Amerika Adli Bilimler Akademisi (American Academy of Forensic Sciences-AAFS) adli hemşireliği resmi olarak tanımıştır.
1995	Amerikan Hemşireler Birliği (American Nurses Association-ANA) adli hemşireliğe uzmanlık statüsünü vermiştir.
1997	Adli Hemşirelik Uygulamalarının Faaliyet Alanları ve Standartları IAFN ve ANA'nın ortak çalışması sonucu yayımlanmıştır.
2011	Adli Hemşirelik Uygulamalarının Faaliyet Alanları ve Standartları güncellenmiştir.

Açıklama notu. Lynch, V. & Duval, J. B. (2011). Forensic nursing science (2nd ed.) Mosby/Elsevier kaynağından uyarlanmıştır

Adli Hemşireliğin Türkiye'deki Tarihsel Gelişimi

Türkiye'de adli hemşirelikle ilgili ilk adımlar, 1995 yılında İstanbul Üniversitesi (İÜ) Adli Tıp Enstitüsü'nde atılmıştır. Adli hemşirelik dersi, İÜ'de yüksek lisans programında seçmeli ders olarak yer almıştır. Bu alandaki çalışmalarıyla tanınan ilk hemşire ise Mira Rana Gökdoğan olmuştur. Gökdoğan, 1997 yılında İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü'nde "Adli Tıp ve Hemşirelik Eğitimi" başlıklı yüksek lisans tezini yazmıştır. Ayrıca, 1998 yılında San Diego'daki Palomer Tıp Merkezi'nde cinsel saldırı hemşireliği (SANE) ile ilgili eğitime katılarak, bu alandaki eğitimi alan ilk hemşire

unvanını elde etmiştir. Cinsel suçlar gibi çok disiplinli bir yaklaşım gerektiren vakalarda kanıtların tespiti ve değerlendirilmesini adli tıbbi olarak takip etmek amacıyla, İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü tarafından "Cinsel Suçlar Birimi" kurulmuştur. Bu birimde, farklı alanlardan uzmanlar olan öğretim üyeleri, asistanlar, adli tıp uzmanları, hemşireler, psikologlar ve hukukçular yer almıştır. Cinsel saldırı olayları sonrası, kişilerin hak ve özgürlüklerinin korunması, mağdurun ve sanığın fiziksel muayeneleri ile kanıtların korunması, toplanması ve değerlendirilmesi gibi birçok uygulama, olgular üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde, adli hemşirelik alanında Türkiye'de önemli bir adım atılmış olunmuştur (Bahar, 2008). Mevcut durumda ise ilgili birim aktif olarak çalışmamaktadır.

2004 yılında Türkiye'de adli hemşireliğin daha da yaygınlaşması için bir adım daha atılmıştır. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı bünyesinde "Adli Hemşirelik Birimi" kuruldu. Bu birim, üç hemşire tarafından oluşturulmuş ve bu hemşireler hukuk, çocuk gelişimi ve iletişim konularında eğitim almışlardır.

Adli Bilimciler Derneği'nin bazı hemşirelik yüksekokulları ve adli tıp anabilim dalları ile birlikte adli hemşirelik kurslarını düzenledikleri görülmektedir. En son kurs ise Ankara Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Adli Bilimciler Derneği Adli Hemşirelik Komisyonu'nun tarafından 14. Adli Hemşirelik Kursu (sertifikalı) adı altında 1-6 Nisan 2019 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

Türkiye'de eğitim anlamında adli hemşirelik adı altında iki yüksek lisans programı bulunmaktadır. Bunlar; 2008 yılında kurulan Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı altındaki Adli Hemşirelik Tezli Yüksek Lisans programı ve 2016 yılında kurulan Üsküdar Üniversitesi, Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü, Adlı Bilimler Anabilim Dalı altındaki Adli Hemşirelik/Ebelik Yüksek Lisans programıdır. Marmara Üniversitesi'ndeki bölüm ise mevcut durumda ilgili alanda aktif eğitime devam etmemekte ve öğrenci almamaktadır.

Bu yüksek lisans programlarının yanında hemşireler İstanbul ve Ankara'da bulunan, Adli Bilimler ve Adli Tıp Enstitüsü ve Adli Bilimler Enstitüsü adı altında açılan lisansüstü programlarının ilgili anabilim dallarında yüksek lisans ve doktora yapabilmektedir. Türkiye'de adli hemşirelik ile ilgili yüksek lisans programları ya da enstitülerde adli bilimler adı altında yüksek lisans, doktora programları bulunmakla birlikte bu programlardan mezun olanlar adli hemşirelik alanında uzman olarak tanımlanmamaktadır. Özellikle adli bilimler alanında eğitim veren enstitülerden mezun olan hemşireler ise adli hemşirelik alanında uzman olarak değil, adli bilimler alanında uzman olarak tanımlanmaktadır. Yine bu lisansüstü programlarına ise hemşirelerin sosyal bilimler anabilim dalından dahil edildiği ve adli bilimlerin sosyal bilimler alanında eğitim aldığı ve bu konuda bir karmaşa olduğu görülmektedir. Lisans düzeyinde ise birçok üniversitede adli hemşirelik dersi seçmeli olarak müfredatta bulunmaktadır.

Türkiye'de mevcut durumda adli hemşirelik alanının meşru hale gelmesi için adli bilimler ve hemşirelik alanında gerekli yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Adli hemşirelik alanında uzmanlaşmış hemşirelerin yetiştirilmesi için temel eğitimden başlayarak kapsamlı bir yaklaşım benimsenmelidir. Hemşirelik eğitiminde adli hemşireliğin temel konularının yer alması oldukça önemlidir. Bu durum hemşirelerin adli vakalara müdahale ederken gerekli bilgi ve becerilere sahip olmalarını sağlar. Ayrıca, meslek içi eğitimler, yüksek lisans ve doktora programları gibi ileri düzey eğitimlerle adli hemşirelik alanında uzmanlaşmış hemşirelerin yetiştirilmesi ve bilgi birikiminin artırılması önemlidir. Bu programlar, adli hemşireliğin karmaşık alanlarını derinlemesine incelemek ve uzmanlaşmak isteyen hemşirelere uygun bir zemin sunar. Sağlık ve adalet sistemi içinde adli hemşirelerin görev, yetki ve sorumluluklarının tanımlanması da hayati öneme sahiptir. Bu durum adli hemşirelerin doğru bir şekilde yönlendirilmesini ve etkili bir şekilde çalışmalarını sağlar. Ayrıca, adli hemşirelerin aktif olarak uygulamalarda bulunmaları ve eğitim alanında yer almaları da alanın gelişimine ve tanınmasına katkı sağlar. Bu şekilde, adli hemşirelerin sağlık ve adalet sistemlerinde önemli bir rol oynaması ve adli vakalara etkili bir şekilde müdahale etmesi sağlanabilir (Yelken et al., 2004).

Adli Hemşireliğin Uzmanlık Alanı Olarak Kabul Edilmesi

Uzmanlık statüsüne sahip olmak için ilgili uygulama alanının diğer hemşirelik alanlarından farklı olduğunun amaç ve uygulamalar bakımından tanımlanması gerekmektedir. Buna ek olarak, uzmanlığa ihtiyaç duyulduğunun gerekçelerinin iyi anlatılması ve uygulama alanında bulunan hemşirelerin olduğuna dair destekleyici bilgilerin sunulması gerekmektedir. Adli hemşirelik için bu veriler yazılı olarak onay verilmesi amacı ile ANA'nın Hemşirelik Uygulama Kongresi'ne sunulmuştur. IAFN'nin varlığı ve etik kodlarının olması, yayın ağlarının ve bilimsel toplantıların olması adli hemşireliğin uzmanlık alanı olarak kabul görmesinde önemli olmuştur (Lynch & Duval, 2011).

Uzmanlık, alana özgü bilgi bütününün rollerini, sorumluluklarını, işlevlerini ve becerilerini içeren bir uygulama alanını betimlemektedir. Uzmanlık uygulama alanının yerinin tanımlanması için diğer sağlık hizmeti verenler ile kesiştiği, ayrıldığı noktaların, sınırların belirlenmesi gerekmektedir. Adli hemşirelik uzmanlığında, adli hemşireliği açıklamak ve uygulama alanını tanımlamak için adalet sistemi, sağlık sistemi ve hukuk ile ilişkisi tanımlanmıştır. *Adli Hemşirelik Uygulamasının Faaliyet Alanları ve Standartları*; adli hemşireliğin yapısal çerçevesi, sağlık ve hukukun ihtiyaçlarına cevap veren dinamik faktörlere dayandığından, revizyona açık olan dinamik bir yaklaşım ile oluşturulmuştur (Lynch & Duval, 2011).

Adli hemşirelik süreci hasta merkezlidir ve hastanın sürecine göre bakım planlarının yeniden değerlendirilmesi ve düzenlenmesi için dinamik bir mekanizma sağlayan bir geri bildirim döngüsü oluşturmaktadır. Ekip çalışması diğer hemşirelik uzmanlık alanlarında olduğu gibi adli hemşirelik süreci için de hayati öneme sahiptir. Sağlık ve hukuk sistemi içindeki tüm meslekler ile güçlü bağlantılar kurmalıdır (Lynch & Duval, 2011).

İstismar, ihmal ve şiddete neden olan insani, toplumsal ve sosyal koşulları anlamak ve değiştirmek için uygulamalar yerine getirilmedikçe, adli hemşireliğin misyon amaçlarının gerisinde kalacağı belirtilmektedir. Bu kapsamda adli hemşirelik sürecinin sağlık ve adalet sisteminde çeşitli fiziksel, psikolojik, sosyal ve hukuki uygulamaları kapsayan işbirlikçi bir süreç olduğu ifade edilmiş ve belirtilen tüm gerekçelerle bir uzmanlık alanı olarak kabul edilmiştir (Lynch & Duval, 2011).

Adli Hemşireliğin Adli Bilimler Açısından Önemi

Adli bilimler uzun zamandır bilim insanlarının, teknisyenlerin, laboratuvarların, kanun uygulayıcılarının özel alanı olarak kabul edilmiş ve genel olarak sağlık hizmetlerini ve özel olarak hemşireliği dışlayan bir süreçle gerçekleştirilmiştir. Adli bilimler ve adalet sistemi tarafından bu dışlanma kasıtlı olarak yapılmasa da adli bilimler alanına hemşireliğin dahil edilmesi bir zorunluluk olarak görülmemiştir. Hemşireler ve hekimler sadece kliniğe başvuran kişilere bakım ve tedavi veren sağlık profesyonelleri olarak karakterize edilmiş ve klinikte şüpheli travma, ani veya beklenmedik ölüm gerçekleştiğinde söz konusu olgularda rol ve sorumluluklarının olmadığı düşünülmüştür (Pyrek, 2006).

Sağlık profesyonellerinin görev, yetki ve sorumlulukları kapsamında hastaları değerlendirmek, bakım vermek, teşhis ve tedavi etmek bulunmakta, klinikte gerçekleşen suç eylemlerini soruşturmaları beklenmemektedir. Zira bu süreç adalet sisteminin süjelerinin görev alanına girmektedir. Sonraki yıllarda ise adli uygulamalarda tıp ve sağlık hizmetlerine olan ihtiyacın daha da ortaya çıkması ile birlikte farklı bir süreç gerçekleşmiştir (Pyrek, 2006).

Travmatik olayları içeren birçok durumda, sağlık profesyonelleri hastalara ilk müdahalede bulunmaktadır. İlk müdahale sırasında yaralanmanın derecesini gözlemleme ile birlikte müdahale sırasında hastanın bulgularını, semptomlarını ve diğer fiziksel, zihinsel ve duygusal belirtilerini dokümante etmektedir. Hastanın resmi tıbbi belgelerine kayıt edilen bu gözlemler, medikolegal sürecin bir parçası haline gelmektedir (Pyrek, 2006).

Şiddet mağdurlarının başvurularında sağlık sistemi bu hastalara bakım vermek, tedavi etmek ve yaralanmalarını belgelemek için bilimsel standartlar kapsamında profesyonel yöntemlerin uygulanmasına gerek duymuştur. Zira sağlık profesyonellerine adli konularda duyulan ihtiyaç klinikte hastalara bakım, tedavi verme ile sınırlı olmayıp adli konularda uzmanlaşmış ve adli uygulamaları bu uzmanlık kapsamında gerçekleştiren sağlık profesyonellerinin varlığı önemli olmuştur. Geçmişte bu adli vakaların yönetiminde eksikler olsa da adli hemşireliğin uzmanlık alanı olarak kabul gördüğü 1990'lı yıllarda bu eksiklerin azaldığı dikkat çekmiştir (Pyrek, 2006).

Sullivan 2005 yılında klinik adli hemşireliğin, klinik ortamda olması gerektiği kadar yer bulmayan ve henüz resmi olarak tanınmayan bir adli hemşirelik alt uzmanlığı olduğunu belirtmiştir. Bu alt uzmanlığın, sağlık kurum ve kuruluşundaki herhangi bir hastanın bakımına uygulanabilecek geniş bir adli bilgi ve beceri yelpazesini kapsadığını ifade etmiştir. Klinik adli hemşirenin, hasta şikayetlerinde, şüpheli adli olgularda, beklenmedik ölümlerde, travmaya maruz kalmış ve acile başvuran hastalarda adli süreçlerden sorumlu kişilerle birlikte çalışmanın yanı sıra, günlük hasta bakımında adli uygulamalar için personel farkındalığını artırarak klinikte bir rol model olarak hizmet ettiğini vurgulamıştır (Pyrek, 2006).

Adli hemşire, sağlık ve adalet sistemi arasındaki bağlantıyı sağlamanın yanı sıra, hastaların en savunmasız ve hassas oldukları zamanda kritik hemşirelik bakımını sağlamaktadır. Adli hemşirelik; kanıtları fark etme, toplama, koruma, belgeleme, şiddet mağduru olan veya şiddet sonucu hayatını kaybeden kişilerin adli süreçlerinde en önemli bileşenlerden olup bu aşamada bütüncül bakımın verilmesinde önemli bir araç olmakta ve adli bilimler için önemli uzmanlıklardan biri olarak kabul edilmektedir (Pyrek, 2006).

Kinikte Adli Hemşirelik

Hemşireler, adli olgular ile sık sık karşılaşmakta hasta bakımı kapsamında adli bilimleri içeren uygulamaları da spontan bir şekilde yerine getirmektedir. Kolluk kuvvetleri, tıbbi müdahaleler sırasında kanıtların korunmasına önem vermektedir ve bu süreçte önceliklerin ne olduğu konusu zaman zaman tartışma konusu olabilmektedir. Kaza sonucu, başkası tarafından, kendi kendine veya bilinmeyen nedenlerden kaynaklanan travmatik yaralanmaları araştıran multidisipliner ekipler arasında medikolegal sürecin eksiklik olmadan devamı kritik öneme sahiptir. Bu süreçte tanımlanmış adli protokoller olmadığında adli süreçte ciddi sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Aksaklıkların birçoğu kolluk kuvvetleri ve hastane personelinin her birinin izlemesi gereken prosedürlerin belirgin olmadığı ya da mevcut prosedürler konusunda bilgi sahibi olmadığı durumlarda ortaya çıkabilmektedir. Kolluk kuvvetleri ve adli tıp uzmanı arasındaki iletişimi sağlamak için hastanede irtibatı sağlayacak bir sorumlunun olması iletişim ve koordinasyona sistematik bir yaklaşım sağlayamaktadır. İletişimi sağlayacak sorumlunun adli kavramlar, adli uygulamalar, yasal sorumluluklar ve mağdurların sorunları hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir. Adli uygulamalar konusunda uzmanlaşmış klinik adli hemşirenin bu sorumluluğu alabileceği açıktır (Scannell, 2018; Lynch & Duval, 2011).

Adli hemşireliğin gelişimine yakından tanıklık eden ve ABD'de Güney Karolina, Charleston'da adli tıp uzmanı yardımcısı olarak çalışan ve kariyerinin başlarında acil servis hemşiresi olan adli hemşire Bobbi Jo O'Neal şunları ifade etmiştir: "Acil servise çok sayıda adli vaka geliyor, bu nedenle neyin adli ve neyin adli olmadığını öğrenmek için birçok fırsata sahip oluyorsunuz. Ayrıca, mağdurlar ve şüpheliler acil servise geldikleri için kolluk kuvvetleriyle de iletişim halinde olmanız gerekiyor. Acil servis, adli bilimler açısından bu tür vakaları ve çok çeşitli vakaları görebileceğiniz tek yerdir. Adli vakalara olan ilgim erken başladı. Önce onkoloji hemşiresiydim ve Tennessee'de bir bakımevinde yarı zamanlı çalışmaya başladım. Bir hasta öldükten sonra adli tıp uzmanını arayarak cenaze evini aramak için izin almam gerekecekti. Süreç boyunca karşılaştığım herkese sorular sormaya başladım. Hemşirelerin birçok adli olgulara müdahil olabileceğini ve adli süreçlerde önemli rollere sahip olabileceğini anladım."

O'Neal mesleki kariyerinin erken dönemlerinde adli bilimlere yönelmiş olsa da çalıştığı acil servisin adli protokoller bakımından yetersiz olduğunu belirtmiştir. Acilde çalışırken, cinsel saldırı kitlerinin acil servis doktorları tarafından kullanıldığını, cinsel saldırı iddiası ile gelen mağdurlara müdahalede hemşirenin sadece bir yardımcı olduğunu, 1996 veya 1997 gibi adli hemşireliğin uzmanlık olarak kabul edildiği tarihlerde dahi kimsenin bu uygulamaların adli hemşirelik uygulamaları kapsamında olduğunu düşünmediğini ifade etmiştir. O'Neal, çalıştığı hastanede adli protokollerin oluşturulması ve uygulanması sürecinin gerçekleşme nedeni olarak kendisinin bu konularla ilgilenmesi olduğunu vurgulamıştır. Sağlık profesyonellerini yönlendiren ya da olgulara müdahale eden bir hemşirenin olduğunun bilinmesinin çalışanları da rahatlattığını zira adli uygulamalar konusunda etraflıca bilgiye sahip olmamaları sebebi ile zorlandıklarını belirtmiştir. Cinsel saldırı

mağduru acil servise başvurduğunda hastayı kendisine verdiklerini ve bu konuda uzman birinin uygulamaları yerine getirmesinin hastayı ve çalışanları güvende hissettirdiğini vurgulamıştır. Fakat hastanede cinsel saldırı mağdurlarına müdahale eden bir kadın doğum uzmanı hekimin olmasının ise farklı bir yapılanmaya neden olduğunu belirtmiştir. Söz konusu hekimin mağdurlara müdahalede oluşturduğu ekipte hemşirelere sadece kiti açma gibi yardımcı roller verildiğini, bu durumun hemşirelerin ekip içinde gerçekleştireceği gerçek sorumluluğu kapsamadığını belirtmiştir. Bu oluşumda dahi hemşireler için çok fazla destek olmadığını hissettiğini vurgulamıştır (Scannell, 2018; Lynch & Duval, 2011).

O'Neal, psikoloji bölümü tarafından finanse edilen cinsel saldırı programında ise mağdurların şikayetçi olmak için zorlanarak araştırma projesinin bir parçası olmasının sağlandığını belirtmiştir. Çoğu zaman mağdurun iş birliği içinde olmak istemediğini, kendisinin mağdurlarla iletişim kurmak için herkesi odadan çıkardığını ve hastaya şikayetçi olmak zorunda olmadığını anlattığını ifade etmiştir. Bu durumda ise programın faydalarından bahsederek bu doğrultuda karar vermesini sağladığını vurgulamıştır. Sonuç olarak mağdurların yüzde doksan dokuzunun muayene olmayı kabul ettiğini, profilaksi için tedaviye başladıklarını ve hastanın ilerleyen süreçte ihtiyaçlarının karşılanabildiğini anlatmıştır. İlerleten süreçte söz konusu programın siyasi nedenlerle yürütüldüğünü fark etmişlerdir. Ekibin bir parçası olan tüm hemşirelerin de programın adli muayene yapma amacının dışına çıktığını, mağdurlarda mükerrer mağduriyete sebep olunduğunu anladığını ifade etmiştir. Mağdurlara danışmanlık, adli süreçte gerekli kanıtların toplanması için muayenenin gerçekleştirilmesi gibi adli uygulamaları yerine getirmek için ekibe katıldıklarını fakat uygulamaların bu yönde olmadığını ve mağdurlara zarar verdiklerini hissettikleri için ekipten ayrıldıklarını beyan etmiştir (Scannell, 2018; Lynch & Duval, 2011).

Adli Hemşirelik, Alt Uzmanlık Alanları ve İlgili Kuruluşlar

Adli hemşire, hemşirelik ve adli bilimler alanında eğitim almış yetkin sağlık profesyoneli olarak tanımlanmaktadır. Geçmişte adli bilimler alanında hekimler, politikacılar, kolluk kuvvetleri veya hukukçular ilgili uygulamaları gerçekleştirirken adli hemşireliğin uzmanlık olarak kabul edilmesi ile adli hemşireler de alana dahil olmuştur. Bu meslek grupları cinsel saldırı, işkence ve diğer adli olguların değerlendirilmesi için savcılar tarafından da tanınmaktadır. Yine söz konusu mesleklerin yetki alanına giren roller, şimdi adli bilimler alanında yetkinliğe sahip hemşireleri de içerecek şekilde genişlemiştir. Bu roller arasında ölüm bildirimi yapma (nurse death pronouncement laws), ölüm araştırmalarında bulunma, mültecilerin adli değerlendirmeleri (İstanbul Protokolüne göre), kamu, özel ve askeri hastanelerde cinsel saldırı muayeneleri, hukukçulara verilen danışmanlıklar, mahkemede uzman tanıklık, suç laboratuvarlarında çalışma, klinik ortamlarda dijital kanıtların toplanması sayılabilmekte ve roller sadece bunlarla sınırlı kalmamaktadır. Adli hemşireler toplumdaki hassas gruplarda (engelli, kadın, çocuk vb.) adli süreci ve hemşirelik bakımını gerçekleştireceği için bütüncül ve bilimsel bakımı sağlamaktadır. Yine adli hemşirelerin liderlik ve yönetim becerileri ile bilim insanı, eğitimci, araştırmacı, yönetici ve danışman olarak devlet ya da özel sektörde çalışabilecekleri bir gerçektir (Lynch, 2011).

Adli hemşireler alt uzmanlıklarda daha fazla uzmanlaşabilecekleri çeşitli profesyonel rollerde çalışabilmektedir. Rol ve sorumluluklar, adli hemşirelik türü içinde her bir alt uzmanlık dalına özgü olmakla birlikte, adli hemşirelik biliminin temel kavramlarına göre ortak özelliklere sahiptir ve aşağıdakileri içermektedir (Tablo 2).

Tablo 2
Adli Hemşirelik Alt Uzmanlıkları

İngilizce Alt Uzmanlıklar	Türkçeye Çevrilmiş Alt Uzmanlıklar *
Forensic Clinical Nurse Specialist/Practitioner	Klinik Adli Hemşiresi
Forensic Correctional (US) or Custody Nurse (UK and Australia)	Cezaevi ya da Gözaltındakiler için Adli Hemşirelik
Forensic Nurse Coroner/Death Investigator	Ölüm Araştırmalarında Adli Hemşirelik
Tissue and Organ Donation/ Recovery Specialist	Organ ve Doku Bağışı Uzmanı
Sexual Assault Nurse Examiner (Adult and/or Pediatric)	Cinsel Saldırı Hemşireliği (Yetişkin ve/veya pediatrik)
Forensic Healthcare Services Administrator	Adli Sağlık Bakım Yöneticisi
Forensic Nurse Photographer	Fotoğrafçı Adli Hemşire
Forensic Geriatric Nurse	Adli Geriatri Hemşiresi
Forensic Academic/Educator	Adli Akademisyen/Eğitimci
Healthcare Risk Manager	Sağlık Bakım Risk Yöneticisi
Forensic Nursing Researcher	Araştırmacı Adli Hemşire
Legal Nurse Consultant	Medikolegal Danışman Hemşire
Forensic Psychiatric Nurse	Adli Psikiyatri Hemşiresi
Forensic Nurse Attorney/ Nursing Jurisprudence	Hukukçu Adli Hemşire

* Hemşirelik ve adalet sistemindeki farklılıklar ve dil yapısı nedeni ile, ilgili alt uzmanlıklar birebir çevrilememiştir. Zira adli hemşirelik uzmanlığı resmi olarak Türkiye'de tanınmadığı için alt uzmanlıklar da Türkiye'de yer bulmamaktadır. Bu sebeple ilgili alt uzmanlıklar mümkün olduğu kadar dilimize çevrilmeye çalışılmıştır.

Açıklama notu. Lynch, 2011 kaynağından uyarlanmıştır.

Mevcut durumda adli hemşirelik ile ilgili farklı kuruluşlar bulunmakta olup bu kuruluşlar adli hemşireliğin gelişimi için çalışmakta ve sertifikasyon süreçlerine katkı sağlamaktadır. Bu kuruluşlar aşağıdaki gibidir:

A. Uluslararası Adli Hemşireler Birliği (International Association of Forensic Nurses-IAFN)
B. Amerikan Medikolegal Danışman Hemşire Derneği (American Association of Legal Nurse Consultants-AALNC)
C. Amerikan Adli Bilimler Akademisi'ne (American Academy of Forensic Science-AAFS) üye olan adli hemşireler için Fellow of the American Academy of Forensic Sciences (FAAFS) kimliğinin atanmasını içermektedir.
D. Amerikan Adli Bilimler Uzmanları Enstitüsü (American College of Forensic Examiners Institute-ACFEI) (Gabriel & Bader, 2009).

Adli Hemşirelikte Eğitim ve Gereken Nitelikler

Adli hemşirelikte alt uzmanlıklardaki eğitimlerin ya da lisans düzeyindeki derslerin dünyadaki örneklerine bakıldığında; başta ABD olmak üzere birçok ülkede 1990'lı yılların ortalarından itibaren lisans ve yüksek lisans programlarında adli hemşirelik derslerinin verilmeye başlandığı görülmektedir. IAFN Ekim 2001'de adli hemşireliğe ait eğitim içeriğinin hemşirelik eğitiminin tüm düzeylerinde geliştirilmesi ve uygulanması için çözüm önerisinde bulunmuştur. Lisansüstü adli hemşirelik müfredatı geliştirilmiş, ABD genelinde ve uluslararası düzeyde öğretilmesi için girişimlerde bulunulmuştur. Adli hemşireliğe ait alt uzmanlıklarda ilgili alana özgü olarak yüksek lisans ya da doktora eğitiminin alınması gerektiği ya da alt uzmanlığa özgü olarak, uygulamalar ile birlikte gerçekleştirilen sertifikasyon programlarının alınması gerektiği şeklinde eğitim yaklaşımlarının olduğu görülmektedir. Lisansta ise adli hemşirelik dersinin, hemşirelik programı ve müfredatına uygun olarak seçmeli ders olarak eklendiği uygulamalar mevcuttur (Akköz Çevik & Başer, 2012; Gabriel & Bader, 2009; International Association of Forensic Nurses, n.d; Scannell, 2018; Office for Victims of Crime, n.d; Vries et al. 2019)

Adli Hemşirelik Uygulamaları Faaliyet Alanları ve Standartları ise adli hemşirelere eğitimlerine devam etmelerini ve adli hemşirelik uygulamalarında profesyonelleşmelerini teşvik etmektedir. Ayrıca adli hemşirelerin eğitim programlarına, etkinliklere, profesyonel toplantılara, konferanslara, kongrelere ve çalıştaylara ve araştırmalara aktif olarak katılmalarını desteklemektedir (Gabriel & Bader, 2009).

Adli hemşirelikte eğitimsel yeterlilikler şu şekilde belirtilmektedir:

A. Teorik ve Klinik Uygulamalar

1. Hemşirelikte lisans mezunu olmak
2. Lisanslı hemşire olmak (registered nurse)
3. Aşağıdaki alanlarda 5-10 yıl arasında klinik deneyimi olmak
    - Dahiliye-cerrahi hastalıkları hemşireliği
    - Psikiyatri hemşireliği
    - Kadın sağlığı/Çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireliği
    - Acil hemşireliği
    - Yoğun bakım hemşireliği

B. Adli hemşirelik müfredatı aşağıda belirtilen alanlardaki içeriklerden oluşmaktadır:

1. Hemşirelik
2. Adli bilimler
3. Hukuk
4. Hasta bakımını ilgilendiren sağlık ve ilgili hukuki konular

C. Lisansüstü programlar adli hemşirelik alt uzmanlıklarında ve adli bilimler ile ilgili prosedürlerde teorik ve klinik uygulamaları içermektedir.

1. Teorik konular aşağıdaki gibidir:

- Hukuk sistemi
- Kanıtlar ile ilgili federal düzenlemeler (ABD'de)
- Adli bilimler ile ilgili ileri kavramlar
- İnsan davranışları ile ilgili ileri kavramlar
- İleri insan anatomisi ve patofizyolojisi
- Rapor yazım teknikleri
- Adli hemşireliğin hemşirelik bakım sürecine uygulanması
- Araştırma

2. Adli hemşirelik alt uzmanlığına bağlı olarak yerine getirilmesi gereken klinik uygulamaların toplam saati değişkenlik göstermektedir.

- Ölüm araştırmaları: Kurul onaylı bir adli patolog ile 640 saatlik klinik deneyimi
- Aile içi şiddet: Klinik uygulama saatleri, kurs gereksinimlerine ve akredite klinik birimlere bağlıdır
- Cinsel saldırı: Klinik uygulama saatleri, kurs gereksinimlerine ve akredite klinik birimlere bağlı olup bunlarla sınırlı olmamak üzere, acil servisler, bağımsız klinikler, çocuk koruma merkezleri veya cinsel saldırı muayenelerini gerçekleştirmek için lisanslı herhangi bir birim yer alabilir. SANE kursunun didaktik kısmı 40 saatlik teorik içerikten oluşmaktadır.
- Parmak izi analizi: Klinik uygulama saatleri akredite klinik birimine ve profesyonel uzmanlık kurulunun önerilen klinik uygulama saatlerine bağlı olarak lisansüstü program tarafından karar verilmektedir.
- Balistik: Klinik uygulama saatleri akredite klinik birimine ve profesyonel uzmanlık kurulunun önerilen klinik saatlerine bağlı olarak lisansüstü program tarafından karar verilmektedir.
- Kanıt toplama ve saklama: Toplam klinik uygulama saat sayısı, adli hemşirelik alt uzmanlığına bağlı olarak değişebilir (örneğin, ölüm araştırmalarında bu uygulama 640 saatlik klinik deneyimin içinde bulunmaktadır)
- Cinsel saldırı hemşiresi: IAFN'ye göre klinik saatleri; bireysel eğitime, eğitmene veya staj ueri/işveren gereksinimlerine, toplam muayene sayısına ve bireysel yeterliliğe bağlı olarak değişebilir.
- Kolluk kuvvetleri içinde çalışma: Klinik uygulama saatleri kolluk ve ilgili kurum (örn. eyalet polisi, yerel polis, cold-case soruşturması, suç laboratuvarı, ceza soruşturması ile ilgili birimler) içinde bulunan birimler ve eğitim yönergeleri tarafından belirlenmektedir.

3. Klinik uygulamalar açısından alt uzmanlık ile ilgili olacak şekilde ek uygulamalarda bulunulabilir.

- Gerontolojiye özgü uygulamalar (örneğin, uzun süreli bakım/huzur evleri vb.)
- Cezaevleri ve akıl sağlığına ait birimler: Cezaevleri, hapishaneler, polis merkezleri, akıl sağlığına ait kurumlarda adam öldürme, yaralama, cinsel saldırı ve benzer suçları işleyen kişilerin tedavi ve bakımları ve cezai ehliyet, hukuki ehliyet değerlendirmelerinin gerçekleştirilmesinde bulunulabilir.
- Sosyal yardım programları dahil olmak üzere sosyal hizmet kurumları; aile içi şiddet, cinsel saldırı, fiziksel istismar ve psikolojik istismar açısından kriz yönetimi; cezaevinde olan failler ve şartlı tahliye edilenler için sosyal hizmet uygulamaları; çocuk, yaşlı istismarı bu uygulamalardan sadece bazılarıdır.
- Sağlık ve İnsan Hizmetleri Departmanı (Department of Health and Human Services-DHHS), halk sağlığı ve eyalet hemşirelik kurulları içinde ek klinik deneyimler sağlayabilmektedir.
- Hukuk birimleri: Mahkeme öncesi veya sonrası ile ilgili

süreçler için ek klinik uygulamalar sağlar; mevcut ve geçmiş dava dosyalarının gözden geçirilmesi; ceza ve hukuk davalarına katılmak, ilçe, il, eyalet ve ulusal yargı sistemlerinin ve kolluk kuvvetlerinin, sosyal hizmet kurumlarının ve sağlık kurum ve kuruluşlarının rolleri ve sorumlulukları hakkında bilgi sahibi olmak; çok disiplinli soruşturma ekibinin bir üyesi olmak gibi uygulamalar söz konusu olabilmektedir.

D. Lisansüstü dereceler

1. Adli hemşirelikte yüksek lisans derecesi (hemşirelikte yüksek lisans (Master of Science in Nursing-MSN): Ek dersler arasında adli fotoğrafçılık, insan hakları, cinsel saldırı, fiziksel ve duygusal istismar, aile içi şiddet, hukuki konular, adalet sistemi ve ölüm araştırmaları yer almaktadır. Kanıta dayalı adli hemşirelik araştırmaları yine bu programların önemli bir yönüdür.
2. 2. Adli bilimlerde yüksek lisans derecesi (Adli bilimlerde yüksek lisans (Master in Forensic Science-MFS): Ek dersler arasında adli fotoğrafçılık, aile içi şiddet, mağdurun ve failin psikolojisi, tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi, ölüm araştırmaları ve toksikoloji bulunmaktadır.
3. 3. Adli hemşirelikte doktora (Doctor of Nursing Practice-DNP)
4. 4. Çevrimiçi eğitim programları: Hemşirelik lisansını devam ettirmek için bazı eyaletlerin istediği akademik kredileri ve sürekli hemşirelik eğitimi uygulamalarını sağlamaktadır.
5. 5. Uzmanlığa ait kısa kurs sertifikalandırılması: Teorik ve klinik deneyim sağlamaktadır (örneğin, medikolegal ölüm araştırmaları ve cinsel saldırı hemşireliği).
6. 6. Stajlar: Deneyimli bir adli hemşire, kolluk kuvveti, savcı veya savunma (davacı) avukatının gözetiminde 120 saatlik klinik uygulamayı sağlamaktadır (Gabriel & Bader, 2009).

Adli Hemşirelikte Sertifikasyon

Hemşirelik uzmanlığında sertifikasyon, adayın kayıtlı hemşire (RN) olması ötesinde bir standarda ulaştığına, yani ilgili uzmanlık alanında "sertifikalı" hemşirenin özel bilgi ve deneyimine sahip olduğuna ve ABD'de ulusal sınavı geçtiğine dair kanıt sunmaktadır. Birçok hemşire, uzmanlıklarını kanıtlamak için sertifika almaktadır. Sertifikasyon, pratik alanda çalışmadan önce alınamamaktadır. İlgili alanda gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda gereken kriterleri sağladıktan sonra başvuru yapılarak sertifikasyon sınavına girilmektedir. Hekim sertifika kuruluna (physician board certification) benzer şekilde, sınava girmeden önce deneyimin gerekli olduğu göz önünde bulundurulmalıdır (American Association of Legal Nurse Consultants (2018).

Sertifikalar, hemşirelik lisansı ve istihdam için gerekli olsun ya da olmasın, ABD'de hemşirenin rolüne değer katmaktadır. Aynı zamanda ilgili alanda alınan sertifika ile kaliteli, standart hemşirelik bakımının sunulacağı ifade edilmekte, ilgili uzmanlık alanında daha fazla eğitim aldığını ve bu alanda "uzman" olarak kabul edildiğini göstermektedir. Ayrıca, her zaman gerekli olmamakla birlikte, bazı işverenler bazı uzmanlık alanları için sertifika şartı isteyebilmektedir. Bu sebeple birçok hemşire, seçtikleri uzmanlık alanında sertifika sahibi olmanın istihdam fırsatlarını artırdığını fark etmektedir (Forensic Nursing Certification Board, 2021).

Belirli bir alanda sertifika almak için genellikle RN ve/veya İleri Uygulamaları Gerçekleştiren Lisanslı Hemşire (Advanced Practice Registered Nurse-APRN) olmak gereklidir. Adli Hemşirelik Sertifikasyon Kurulu'ndan (Forensic Nursing Certification Board-FNCB) alınan sertifikalar kurul sertifikaları biçimindedir ve genellikle başlıkta "BC-Board Certification" kısaltmasına sahiptir. Örneğin, kurul onaylı bir aile hemşiresi FNP-BC (The Family Nurse Practitioner-BC) olarak belirtilmektedir (Forensic Nursing Certification Board, 2021).

Adli Hemşirelik Sertifikasyon Kurulu'nun (Forensic Nursing Certification Board-FNCB) Verdiği Sertifikasyonlar

İleri düzey eğitime sahip olan, adli hemşireleri yetiştiren ve pratikte çalışan adli hemşireler 2018 yılında FNCB'yi yeniden düzenlemiştir. FNCB, adli hemşirelik akademisinin bir dalı olup Amerikan Hemşirelik Uzmanlığı Sertifikasyon Kurulu'nun (American Board of Nursing Specialty Certification-ABNSC) üyesidir. FNCB, adli uygulamaların yerine getirileceği olgularda kaliteli bakımın verilmesini sağlamayı amaçlamıştır.

FNCB'nin mevcut iki sertifikasyon programı bulunmaktadır. Bunlar; Genel Adli Hemşirelik (Generalist Forensic Nurse-GFN) ve İleri Adli Hemşirelik'tir (Advanced Forensic Nurse-AFN).

Genel Adli Hemşirelik Sertifikasyonu (Generalist Forensic Nurse-GFN)

GFN, adli hemşirelik veya herhangi bir alt uzmanlık alanında çalışan, minimum eğitim gereksinimini karşılayan, temel yeterlilikleri uygulayan ve GFN sertifikası için gerekli deneyimi edinmiş RN'dir. Temel yetkinlikler; hukuk, adli tıp, travma ve hemşirelik biliminden gelmektedir. Kanıta dayalı içerik, eğitim müfredatı ve uygulaması için temel sağlamaktadır.

GFN sertifikasyon sınavına başvurabilmek için adayların belirlenmiş kriterleri karşılaması gerekmektedir. Bu kriterler FNCB'nin websitesinde ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Bu kriterlerden bazıları şu şekildedir:

- Hemşirelik programından en az hemşirelik lisans derecesine (Bachelor of Science in Nursing-BSN) sahip olmak
- Geçerli, aktif RN lisansına sahip olmak
- Adli hemşire olarak en az 1000 uygulama saatinden oluşan en az bir yıllık deneyime sahip olmak (Forensic Nursing Certification Board, 2021)

İleri Adli Hemşirelik Sertifikasyonu (Advanced Forensic Nurse-AFN)

AFN, akredite bir hemşirelik okulundan hemşirelik alanında yüksek lisans derecesine veya sertifikasına sahip, adli hemşirelik uzmanlığında veya alt uzmanlık alanlarından herhangi birinde uygulama yapan, temel yeterlilikleri sağlayan ve AFN için gerekli deneyimi edinmiş RN'dir. Temel yetkinlikler; hukuk, adli tıp, travma ve hemşirelik biliminden gelmektedir. Kanıta dayalı içerik, ileri düzeyde eğitim müfredatı ve uygulaması için temel sağlamaktadır.

AFN sertifikasyon sınavına başvurabilmek için adayların belirlenmiş kriterleri karşılaması gerekmektedir. Bu kriterler FNCB'nin websitesinde ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Bu kriterlerden bazıları şu şekildedir:

- Hemşirelik alanında yüksek lisans derecesi, yüksek lisans

sertifikası veya doktora derecesine sahip olmak
- Geçerli, aktif RN lisansına sahip olmak
- Adli hemşirelik alanının bir parçası olarak en az 300 klinik saatlik uygulamayı gerçekleştirmek (Forensic Nursing Certification Board, 2021).

Adli Hemşirelik Sertifikasyon Komisyonu'nun (Commission for Forensic Nursing Certification-CFNC) Verdiği Sertifikasyonlar

CFNC'nin misyonu, IAFN sertifika programlarının psikometrik ve teknik olarak doğru ve hukuki temellere uygun olmasını sağlamaktır. IAFN, sertifikasyon ve sertifikasyon yenileme süreçlerinin geliştirilmesi, uygulanması, koordinasyonu ve değerlendirilmesi yoluyla en iyi adli hemşirelik uygulama standartlarını organize etmek için CFNC'yi kurmuştur. Bu komisyon SANE-A ve SANE-P sertifika programları için bağımsız yönetim organı olarak işlev görmektedir. 2002 yılında IAFN ilk SANE yetişkin/ergenler için uluslararası kurul sertifika programını (Sexual Assault Nurse Examiner–Adult/Adolescent-SANE-A) oluşturmuştur. 2007 yılında ise SANE pediatrik/ergen kurul sertifika programı (Sexual Assault Nurse Examiner –Pediatric/Adolescent-SANE-P) geliştirilmiştir. Uygulamalar için sertifikasyon zorunlu olmasa da hemşireler ilgili alanda uzmanlaştığını ve uzmanlık alanında hasta bakımını standartlar dahilinde yerine getireceğini garanti etmiş olmaktadır. Aynı zamanda sertifikasyon ile ABD'de lisanslı hemşireler unvanlarına SANE-A ve/ya da SANE-P yazabilmektedir (International Association of Forensic Nurses, 2018).

SANE-A ve SANE-P sertifika programlarının sınavına başvurabilmek için adayların belirlenmiş kriterleri karşılaması gerekmektedir. Bu kriterler ise IAFN'nin websitesinde ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Bu kriterlerden bazıları şu şekildedir:

- 2 ya da daha fazla yıl RN olarak çalışmal
- Akredite bir kurum tarafından en az 40 saatlik SANE teorik kursunu tamamlamak
- SANE klinik uygulamalarını tamamlamak
- Son 3 yıl içinde 300 klinik saatlik SANE ile ilgili uygulamaları (SANE olarak direkt hasta bakımını gerçekleştirmek, telefon çağrılarına gitmek, SANE'lere eğitim vermek, olgulara konsültasyon vermek, tartışmak) yerine getirmiş olmak (300 klinik saatin en az 200 saati çocuk olgular ile ilgili uygulamaları içermelidir) (Commission for Forensic Nursing Certification, 2021).

Amerikan Medikolegal Danışman Hemşire Sertifikasyon Kurulu'nun (American Legal Nurse Consultant Certification Board-ALNCCB) Verdiği Sertifikasyon

Hemşireler 1970'lerin sonlarından itibaren hukuk alanında çalışmaktadırlar. 1989 yılında ise Amerikan Medikolegal Danışman Hemşireler Birliği'ni (American Association of Legal Nurse Consultants-AALNC) kurarak uzmanlık alanı olarak örgütlenmişlerdir.

ALNCCB Amerikan Medikolegal Danışman Hemşireler Birliği AALNC tarafından 1997 yılında kurulmuştur. ALNCCB, Medikolegal Danışman Hemşirelik Sertifika (Legal Nurse Consultant Certified-LNCC) programını düzenlemektedir.

Medikolegal danışman hemşirenin (Legal Nurse Consultant-LNC) birincil rolü, medikolegal olgularda veya konularda sağlık hizmeti sunumu ve/veya sağlık sonuçlarını değerlendirmek, analiz etmek ve bilirkişi görüşü sunmaktır. Bununla birlikte medikolegal danışman hemşirenin bazı rol ve sorumlulukları aşağıdaki gibidir:

- Tıbbi uygulama hatası iddialarına yönelik bilimsel standartlar çerçevesinde, tıbbi dosyanın derlenmesi, "tıbbi bakım standardının (standard of care)" değerlendirilmesi ve bilirkişi görüşü sunulması,
- Yaralanma ile sonuçlanan (personal injury) davalarda sağlık sonuçlarının değerlendirilmesi, davacının iddia edilen olaydan kaynaklandığını belirttiği yaralanmaların tanımlanması/değerlendirilmesi,
- Yaşam bakım planında (life care plan-LCP) sağlık sonuçlarının değerlendirilmesi, belirli tıbbi durum ve işlev düzeyine sahip davacıya bakmak için gelecekteki tıbbi maliyetlerin belirlenmesidir.

LNC'ler, sağlık bilimleri eğitimlerini ve klinik uzmanlıklarını, dava sürecinde sağlık hizmetlerinin ve tıp ile ilgili konuların değerlendirmesinde kullanmaktadır. Medikolegal danışman hemşireler uygulamalarını, hukukçular ve yasal süreç içerisinde bulunan diğer mesleklerle iş birliği içinde gerçekleştirmektedir. LNC'nin uygulamaları doğrudan hukuk pratiğini içermemektedir. Bununla birlikte, LNC'nin rol ve sorumlulukları kapsamı nedeni ile ilgili mevzuata ve hukuk bilgisine temel düzeyde hâkim olmak önemli olmaktadır.

LNCC için sertifika programlarının sınavına başvurabilmek için adayların belirlenmiş kriterleri karşılaması gerekmektedir. Bu kriterler ise AALNC'nin websitesinde ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Bu kriterlerden bazıları şu şekildedir:

- Geçerli, aktif RN lisansına sahip olmak
- RN olarak en az beş yıllık deneyime sahip olmak
- Son 5 yıl içinde 2000 klinik saatlik LNC ile ilgili uygulamaları yerine getirmiş olmak (American Association of Legal Nurse Consultants, 2018).

Amerikan Medikolegal Ölüm Araştırmaları Kurulu'nun (American Board of Medicolegal Death Investigators-ABMDI) Verdiği Tescil Sertifikasyonu

ABMDI medikolegal ölüm araştırmacıları için uygulama standartlarını sağlamak ve desteklemek için kurulmuş gönüllü, ulusal, kâr amacı gütmeyen, bağımsız bir profesyonel sertifikasyon kuruludur. ABMDI, Ulusal Adalet Enstitüleri'nin (National Institutes of Justice) 1999 yayını Ölüm Araştırmaları: Olay Yeri Araştırmacıları İçin Kılavuz'da (Death Investigation: A Guide for the Scene Investigator) belirtildiği şekli ile medikolegal ölüm araştırmalarını gerçekleştirmek üzere gerekli olan bilgi ve becerilere sahip profesyonelleri onaylamaktadır.

ABMDI, Ölüm Araştırmaları: Olay Yeri Araştırmacıları İçin Kılavuzu'nun (Death Investigation: A Guide for the Scene Investigator) oluşturulmasında da katkıda bulunan medikolegal ölüm araştırmalarında deneyimli uzmanlar tarafından kurulmuştur. 2005 yılında, ABMDI ilk olarak Adli Uzmanlık Akreditasyon Kurulu (Forensic Specialties Accreditation Board-FSAB) tarafından akredite

edilmiş olup 2010, 2015 ve 2020'de akreditasyon tekrarlanmıştır. FSAB'nin amacı, adli tıbbı, adli bilim uzmanlarını veya diğer adli bilimler uzmanlarını sertifikalandıran kuruluşları veya profesyonel kurulları değerlendirebileceği, tanıyabileceği ve izleyebileceği bir mekanizma oluşturmaktır.

ABMDI tescil sertifika programının sınavına başvurabilmek için adayların belirlenmiş kriterleri karşılaması gerekmektedir. Burada önemli olan nokta bu sertifikasyon için RN olma şartı aranmaması ve sadece hemşirelik değil her meslek dalından kişilerin başvurabilmesidir. Bu kriterler ise ABMDI'nin websitesinde ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

- Başvuru sırasından 18 yaşında büyük olmak
- Lise ya da eşdeğer diplomaya sahip olmak
- Adli Tıp, koroner (coroners-ölüm araştırması ve olay yeri incelemeleri yapan görevliler çalışmaktadır ve çalışanlar hekim değildir) ya da ilgili eşdeğer birimlerde çalışıyor olmak ve 640 saatlik klinik deneyimi tamamlamış olmak (American Board of Medicolegal Death Investigators, n.d)

Adli Hemşirelikte Çalışma Alanları

Adli hemşireler sağlık ve adalet sistemine ait alanlarda çalışabilmektedir. Bunlar; hastaneler, acil servisler, klinikler, ceza evleri, ıslah evleri (correctional health centers) ve adli tıp uzmanları veya adli tıp ofisleri olabilmektedir (Tablo 3). Birçok adli hemşire olgu olduğunda telefonla çağrılarak uygulamaları gerçekleştirirken, bazıları tam zamanlı adli hemşire olarak ilgili birimlerde istihdam edilmektedir (Valentine, 2018; Amar & Sekula, 2015).

Tablo 3'te belirtilen istihdam alanlarının yanında adli hemşirelerin yerel veya uluslararası düzeyde çalışabileceği alanlar bulunmaktadır.

A. Federal Sağlık ve İnsan Hizmetleri Afet Müdahale Ekipleri (Federal Health and Human Services disaster response teams)

1. Afetlerde Ölümle İlgili Müdahale Ekibi (The Disaster Mortuary Operational Response Team -DMORT), ABD'deki büyük ölçekli afetlere yanıt olarak, ölen kişilerin aranmasına, kimliklendirmesine ve cesetlerin defin edilmesine kadar cesetlerin saklanmasına yardımcı olmak için çalışan uzmanlardan oluşan bir ekiptir.
2. Ulusal Afet Medikal Sistemi (The National Disaster Medical System-NDMS), ABD'deki herhangi büyük ölçekli afetlere müdahalede bulunan uzman tıbbi personelden oluşan bir ekiptir.
3. DMORT ve NDMS, adli tıp uzmanları veya koronerler (coroners-ölüm araştırması ve olay yeri incelemeleri yapan görevliler çalışmaktadır ve çalışanlar hekim değildir), kolluk kuvvetleri ve acil hizmetleri yöneticileri gibi yerel yetkililere bağlı olarak çalışabilmektedir.
4. Yabancı ülkeler toplu mezarların araştırılması için yardım talep edebilmektedir. Ekip üyeleri, Uluslararası Adalet Divanı'nda (International Court of Justice) uzman tanık olarak görüş bildirebilmektedir.

B. Devlet yetkililerin talebi üzerine adli hemşireler, adli hemşirelik programlarının geliştirilmesine yardımcı olmaktadır.

C. Adli hemşireler, üniversite veya devlet yetkililerinin talebi üzerine teorik ve klinik uygulamalarda eğitim sürecine aktif olarak dahil olabilmektedir (Gabriel & Bader, 2009).

Tablo 3
Adli Hemşireliğin Çalışma Alanları

Adli hemşireliğin uygulamaları aşağıdaki alanlarla sınırlı kalmamak üzere birçok alanda gerçekleştirilebilmektedir.

- Lisans derecesine sahip adli psikiyatri hemşireleri (Forensic psychiatric nurses) ruh sağlığını ilgilendiren alanlarda çalışabilirken, ileri uygulama derecesine sahip (yüksek lisans, doktora) hemşireler mağdur, şüpheli, faile kanıta dayalı tedaviler sağlayabilmektedir.
- Adli hemşirelikte ölüm olguları ile çalışanlar (Forensic nurse death investigators) ölümleri araştırmak, aileyi ve mağduru desteklemek ve ölümün toplum üzerindeki etkisini araştırmak için adli tıp veya adli tıp departmanlarında çalışabilmektedir.
- Cezaevlerinde ve ıslahevlerinde tutuklu bulunan yetişkin ve çocuk hastalara ıslahevi adli hemşireleri (Correctional forensic nurses) ilgilenmektedir.
- Medikolegal danışman hemşireler (Legal Nurse Consultants) ve hemşire avukatları (nurse attorneys) da adli hemşireliğin çalışma alanları kapsamında bulunmaktadır. Medikolegal danışman hemşireler hukukçulara medikolegal konularda yardımcı olurken, hemşire avukatlar davalarda kişileri ve sağlık kuruluşlarını temsil etmektedir.
- Adli hemşirelikte doktora yapan araştırmacılar adli hemşirelik ile ilgili araştırmalara odaklanmaktadır.

Açıklama notu. Valentine, J. L. (2018). Forensic nursing: A profession for our times. American Nurse Today, 13(12), 42-44 kaynağından uyarlanmıştır.

Sonuç

Adli hemşireler hukuki sürece katkı sağlamak ve hasta bakımını geliştirmek için travmayı, hastalığı ve ölümü tanımlayıp, değerlendirip müdahale ederken aynı zamanda bu süreçte bulguları dokümante ederek kanıtları saklamakta ve korumaktadır. Sağlık bakımının ve hukukun interdisipliner yapısı içinde önemli unsurlardan biri olarak uzman adli hemşireler adli bilimler alanında kayda değer bir etki yaratmış ve aynı zamanda pratik alana ve araştırmalara kolektif bir bilgi birikimi sağlamıştır (Lynch & Duval, 2011).

Adli bilimler ve hemşirelik bilimindeki gelişmeler dünya çapında adli konular ile ilgili uygulamalarda adli hemşirenin rolüne dikkati çekmiştir. Her ne kadar adli bilimler alanında hukukçular, hemşire bilim insanları, muayene edenler, eğitimciler, araştırmacılar, uygulayıcılar ve konsültanlar vb. uygulamalar açısından eksikliği doldurmaya çalışsa da adli hemşireler adli bilimler alanındaki uygulamalara ihtiyaç duyan kişilere bireysel ve grup olarak bilimsel ve insancıl yaklaşımı sergileyeceği bir gerçektir. Kadın ve çocuklar, zarar görenler ve engelli olanlar gibi hassas popülasyonu oluşturan gruplardaki kişiler için adli hemşireler birebir müdahale ve uygulamalarla bu kişilerin ihtiyaçlarını bütüncül ve ayrıntılı olarak gerçekleştirebilmektedir.

Yukarıda ayrıntılı belirtilen tarihsel süreç ve devamındaki uygulamalar ile adli hemşirelik ABD, Kanada gibi ülkelerde resmî kurumlar tarafından kabul edilmiş ve adli tıp yanında adli hemşirelik alanı tanınır hale gelmiştir. Günümüzde her tıp uzmanlığı ile birlikte aynı alandan hemşirelik uzmanlıklarının olduğu görülmektedir. Örneğin cerrahi hastalıkları bir tıp uzmanlığı iken, hemşirelik uzmanlığı cerrahi hastalıkları hemşireliği olarak kabul görmektedir. İlgili uzmanlıklar bakımından tıp ve hemşirelik alanı

birlikte çalışarak klinik ve akademik olarak ilgili alana katkı sağlamaktadır. Fakat bu durum Türkiye'de bulunmamakta yani sadece adli tıp uzmanlığı adli bilimler alanında var olmaktadır. Yine Türkiye'de adli bilimler alanında hemşireler lisansüstü eğitimler alabilirken bu eğitimlerin resmi anlamda pratik alanda uygulanabilirliği bulunmamaktadır. Adli hemşireliğin, adli bilimler ya da hemşirelik altında akademik olarak da uzmanlık dalı olarak tanınmaması nedeni ile çalışma alanı kısıtlanmaktadır. Bu bakımdan Türkiye'de mevcut durumda adli hemşirelik alanının meşru hale gelmesi için adli bilimler ve hemşirelik alanında gerekli yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Hemşirelik temel eğitimi içinde mutlaka adli hemşireliğin temel konuları (delillerin tespiti, toplanması ve saklanması, yaralar vb.) yer almalı, meslek içi eğitim, yüksek lisans ve doktora programları ile bu alanda gerekli bilgi ve becerilere sahip hemşirelerin yetiştirilmesi ve sağlık ve adalet sistemi

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

AAhn, H.K & Sung, M.H. (2018) The Influences of Role Awareness, Experience and Competency on Performance of Forensic Nursing Role among Emergency Department Nurses. *Journal of East-West Nursing Research. 24*(1):10-19.

Akköz Çevik, S. & Başer, M. (2012) Adli Hemşirelik ve Çalışma Alanları, *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences). 21*(2):143-152.

Amar, A. & Sekula, L. K. (2015) A Practical Guide to Forensic Nursing: *Incorporating Forensic Principles Into Nursing Practice*, Sigma Theta Tau International.

American Association of Legal Nurse Consultants (2018) *Legal Nurse Consulting*: A Nursing Specialty, Retrieved Kasım 16, 2021 from http://www.aalnc.org/d/do/424

American Board of Medicolegal Death Investigators (n.d) *The American Board of Medicolegal Death Investigators*, Retrieved Kasım 19, 2021 from https://abmdi.org

Bahar, M. T. (2008) *Acil Servislerde Çalışan Hemşireler Tarafından Adli Vakaların Tanılanması*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, İstanbul

Commission for Forensic Nursing Certification (2021) SANE-A ve SANE-P *Certification Examination Handbook*, Retrieved Ekim 10, 2021 from https://cdn.ymaws.com/www.forensicnurses.org/resource/resmgr/certification/2021_cert_exam_hb_and_links_.pdf

Drake, S.A., Koetting, C., Thimsen, K., Downing, N., Porta, C., Hardy, P., et al. (2018) Forensic Nursing State of the Science: Research and Practice Opportunities. *Journal of Forensic Nursing, 14*(1):3-10. [Crossref]

Forensic Nursing (n.d) *Nurses' Experience in Different Healthcare Environments-Forensic Nursing*, Retrieved Ekim 20, 2021 from https://forensicnursing.weebly.com/a-historical-perspective.html

Forensic Nursing Certification Board (2021) Certification Examination Application Manual Generalist Forensic Nurse Certified (GFN-C*) Advanced Forensic Nurse Certified* (AFN-C), Retrieved Ekim 6, 2021 from https://static1.squarespace.com/static/5b02fc3ef2e6b128dcd27492/t/6181555ca77ae3005e73a71e/1635865959759/29Oct21-CertificationExaminationApplicationManual.pdf

Furtado, B.M.A.S.M., Fernandes, C.L.E.A., Silva, J.O.M., Silva, F.P., & Esteves, R.B. (2021) *Investigation in forensic nursing: trajectories and possibilities of action.* Rev Esc Enferm USP. 55: e20200586. [Crossref]

Gabriel, S. & Bader, D. G. (2009) *Forensic Nursing*: A Concise Manual, CRC Press

Hammer, R. M., Moynihan, B., & Pagliaro, E. M. (2006) *Forensic Nursing*: A handbook for practice, Jones and Bartlett Publishers.

International Association of Forensic Nurses (2018) *Sexual Assault Nurse Examiner* (SANE) Education Guidelines, Retrieved Kasım 19, 2021 from https://cdn.ymaws.com/www.forensicnurses.org/resource/resmgr/education/2018_sane_edguidelines.pdf

International Association of Forensic Nurses (n.d) *History of the Association Retrieved* 20 Ekim 2021 from https://www.forensicnurses.org/page/AboutUS

Kent-Wilkonson, A. (2009) The Unique Knowledge of Forensic Nursing: Implications for Interprofessional Education, *The International Journal of Interdisciplinary Social Sciences, 4*(7), 171-182. [Crossref]

Lynch, V. & Duval, J. B. (2011). *Forensic nursing science* (2nd ed.) Mosby/Elsevier.

Lynch, V. A. (1990). Clinical forensic nursing: A descriptive study in role development. Master's thesis. University of Texas Health Science Center.

Lynch, V. A. (2011) Forensic nursing science: Global strategies in health and justice, *Egyptian Journal of Forensic Sciences, 1* (2): 69-76, [Crossref]

Maras, M. H. & Miranda, M. D. (2014) Forensic Science, (J. Backhaus, Ed.) *Encyclopedia of Law and Economics, Springer.* [Crossref]

Morse J. (2019) Legal mobilization in medicine: Nurses, rape kits, and the emergence of forensic nursing in the United States since the 1970s. *Social Science & Medicine*. 222:323-34. [Crossref]

Office for Victims of Crime (n.d) History and Development of SANE Programs, Retrieved Kasım 08, 2021 from https://www.ovcttac.gov/saneguide/introduction/history-and-development-of-sane-programs/

Pyrek, K. M. (2006) *Forensic Nursing*, CRC Press, Taylor & Francis Group. [Crossref]

Scannell, M.J. (2018) Fast Facts About Forensic Nursing, History of Forensic Nursing, Springer Publishing Company. [Crossref]

Tygai, I. & Grover, N. (2014) Development of Forensic Science and Criminal Prosecution-India, *International Journal of Scientific and Research Publications, 4*(12): 1-7

Valentine, J. L. (2018). Forensic nursing: A profession for our times. *American Nurse Today, 13*(12), 42-44.

Vries, M. L, Dorn, T., Eppink, M. & Reijnders, U. J. L. (2019) Forensic Nursing Education and Practice in the Netherlands: Where Are We at?, *Journal of Forensic Nursing, 15*(2), 78-83. [Crossref]

Yelken, N., Tunalı, G., Gültekin G. (2004) Adli hemşireliğin Türkiye'deki durumu, *Sted Dergisi*, *3*(5), 171-172.

IUC UNIVERSITY PRESS

BÖLÜM 26
ADLİ KONUŞMA BİLİMİ: KONUŞMACI TANIMADA ADLİ SESBİLİMSEL VE AKUSTİK YÖNTEMLER

Burcu Önder GÜRPINAR

DOI: 10.5152/0626

Adli Konuşma Bilimi: Konuşmacı Tanımada Adli Sesbilimsel ve Akustik Yöntemler

Forensic Speech Science: Phonetic and Acoustic Methods in Voice Comparison

BÖLÜM HAKKINDA

Adli konuşma bilimi, dilbilimcilerin ve sesbilim uzmanlarının, adli amaçlar doğrultusunda sesbilim araştırmalarında ya da adli davalara ışık tutabilecek ilgili soruşturmalarda kullanılmalarıdır. Ses bilimciler, ses kayıtlarındaki konuşmacıların kimliğini belirlemeye çalışmak (konuşmacı tanıma), konuşmacının geçmişi hakkında çıkarımlar yapmak (konuşmacı profili çıkarma) ya da kaydın kalitesi düşükse kayıtta ne söylendiğini tespit etmek veya bir ses kaydının düzenlenip düzenlenmediğini belirlemek (montaj tespiti) gibi adli süreçlerde destek sağlarlar. Konuşmacı tanıma çok yönlü bir süreçtir ve birçok parametre barındırmaktadır. Bu parametrelerden en önemlisi, bir bireyin konuşmasının toplumun diğer bireylerinin konuşmasından ne kadar farklı olduğudur.

Anahtar kelimeler: Adli sesbilim, adli akustik, konuşmacı tanıma

ABOUT the CHAPTER

Forensic speech science is the use of linguists and phoneticians in phonetic research for forensic purposes or related investigations that may shed light on criminal cases. Phoneticians provide support in forensic processes such as trying to identify speakers in audio recordings (voice comparison), making inferences about a speaker's background (speaker profiling) or, if the recording is of poor quality, determining what was said on the recording, or determining whether an audio recording has been edited (montage detection). Speaker recognition is a multifaceted process and involves many parameters. The most important of these parameters is how different an individual's speech is from the speech of other members of the society.

Keywords: Forensic phonetics, forensic acoustics, voice comparison

Giriş

Günlük deneyimlerimizden de bildiğimiz üzere çoğu zaman kimin konuştuğunu konuşanı görmeden de anlayabiliriz. Örneğin telefonla biri aradığında ya da uzaktan sesi gelen birinin daha yüzünü görmeden kim olduğunu tahmin edebiliriz. Yani diyebiliriz ki, konuşma sinyali üreticisinin izlerini taşır. Ancak, bazı özel durumlar vardır ki bir konuşmacının kimliğini yalnızca konuşma örneğinden belirlememiz gerekebilir. Böyle durumlarda konuşma sinyalinin, üreticisi hakkındaki bilgileri nasıl kodladığı ve bu bilgilerin ne kadar güvenilir bir şekilde kurtarılabileceği konusunda araştırma yapma ihtiyacı doğar. Konuşmacı tanımanın birçok yönü vardır ve bu bölüm bu alandaki yöntem ve sorunlara genel bir bakış sunacaktır. Unutulmamalıdır ki kimliğin akustik sinyalde nasıl kodlandığına ve bir bireyin konuşmasının bir konuşma topluluğunun diğer tüm üyelerinden ne kadar farklı olduğuna dair bilgimiz sınırlı olduğundan konuşmacı tanıma uygulamalarına daima temkinli yaklaşılmalıdır.

Adli Sesbilim Nedir?

Adli konuşma bilimi kısaca; dilbilimcilerin ve sesbilim uzmanlarının, adli amaçlar doğrultusunda sesbilim araştırmalarında ya da adli davalara ışık tutabilecek ilgili soruşturmalarda kullanılmaları olarak tanımlanabilir. Konuşmanın kaydedilmesi yaygın hale geldiğinden, kolluk kuvvetleri ve mahkemeler, mahkemede veya soruşturma aşamasında konuşma örnekleri hakkında uzman görüşü vermeleri için uzmanlara giderek daha fazla ihtiyaç duymaktadır. Çoğu zaman bu, kayıtlardaki konuşmacıların kimliğini belirlemeye çalışmak veya konuşmacının geçmişi hakkında çıkarımlar yapmak şeklinde olur ya da kaydın kalitesi düşükse kayıtta ne söylendiğinin tespiti veya bir ses kaydının düzenlenip düzenlenmediğini belirleme (montaj tespiti) şeklinde de olabilir. Bütün bu alanlarda adli sesbilimciler uzman görüşü vermektedirler.

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Burcu Önder Gürpınar

Adli Ses Analizi Uzmanı, International Association for Forensic Phonetics and Acoustics
E-posta: brconder@gmail.com

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Önder Gürpınar, B. (2024). Adli konuşma bilimi: konuşmacı tanımada adli sesbilimsel ve akustik yöntemler. F Aşıcıoğlu (Ed). Adli bilimler içinde (s. 296-300). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

Adli Konuşmacı Tanıma Nedir?

Dünyanın birçok ülkesinde adli davaların %70'i konuşmacı tanıma üzerinedir. Konuşmacı tanıma işleminde, suça konu olmuş kayıttaki bilinmeyen kişinin ses kaydı ile (gizli ses kayıtları, telefon dinleme) şüphelinin bilinen ses kaydı (polis sorgusu ya da kişiye ait olduğu kesin olarak bilinen başka bir ses kaydı) karşılaştırılır. Adli konuşmacı tanıma söz konusu olduğunda günümüzde geçerli iki yöntem vardır: Adli sesbilimsel ve akustik yöntem ve otomatik konuşmacı tanıma sistemlerinin kullanıldığı yöntem.

Adli sesbilimsel ve akustik yöntemde konuşma bütün bileşenleriyle incelenir (sözdizimi, kelime kullanımı, sesbilim, akustik, vurgu, tonlama, ritim vs). Analiz işitsel ve akustiktir. İşitsel analizde uzmanın bu alandaki deneyimi çok önemlidir. Akustik analizde de kullanılan yazılımların muhakkak test edilmiş olması ve incelenen dil üzerindeki ölçümlerin tutarlılığı bilimsel veriler ışığında teyit edilmesi gerekmektedir. Bilinen konuşmacının (B) özellikleriyle, bilinmeyen konuşmacının (X) özellikleri, benzerlik ve farklılıkları değerlendirmek üzere karşılaştırılır. Kayıtların birbiriyle olan tutarlılığı/benzerliği tanımlanır. Toplumda yaygın olarak görülmeyen özellikler üzerinde durulur. En iyi özellik, kişiler arasında büyük farklılıklar gösteren ancak kendi içerisinde tutarlı olan özelliktir. Tek bir özellik bir kişiyi tanımlamada yeterli değildir. İncelenen özellikler kişiye göre değişkenlik göstermektedir. Her bir davada onlarca bileşen incelenmektedir (Gürpınar & Gündüz,2017).

Otomatik konuşmacı tanıma sistemlerinde ise, karmaşık akustik sinyaller matematiksel bir modele dönüştürülmüştür. Çok soyuttur ve bireysel sesbilimsel verilerle doğrudan ilgili değildir. Bilgisayar programı, dayanak (referans) modellerle yeni ses örneğinin karşılaştırmasını yapar ve sonuca kendi matematiksel sistemi içerisinde ulaşır. Çok başarılı sonuçlar veren otomatik konuşmacı tanıma sistemleri bulunmakla birlikte, bütün bu sistemler öncelikle laboratuvar ortamında alınmış temiz kayıtlar üzerinden işlem yapmaktadır. Hâlbuki bilindiği üzere adli davalara konu olan ses kayıtları genellikle anlaşılması zor, kötü olarak tanımlanabilecek gürültülü kayıtlardır. Üretilen yazılımlar adli kayıtların sınırlamalarına göre test tabi tutulmalıdır. Ayrıca her bir alınan yazılım kullanılacak olan dilin özelliklerine göre test edilmelidir. Her ne kadar dilsel öğelerden bağımsız olarak üretilmiş yazılımlar olsalar da, kullanılacakları dil üzerinden oluşturulmuş bir veri tabanında test edilmeli ve güvenilirlikleri saptanmalıdır. Bazı otomatik konuşmacı sistemleri bu noktada eksik kalmaktadırlar ve bu nedenle de bu sistemler henüz tek başlarına kullanılabilecek kadar güvenilir değildirler (Gürpınar & Gündüz,2017).

Adli sesbilim uygulamaları özellikle konuşmacı tanıma dosyalarında tartışmalı olmuştur. Tartışma konusu da esas olarak, sesbilimin aslında konuşmacı tanıma ile ilgili yeterli bilgiyi sağlayıp sağlamadığı konusundaki şüpheden kaynaklanmaktadır. Bu konuda daha net bir yaklaşıma sahip olabilmek için önce "ses"i tanımlamalı ve "benzerlik-farklılık" kavramları üzerinde durmalıyız.

Bir Kişinin Sesi Diğer Kişilerin Sesinden Nasıl Farklılık Gösterir?

Her insanın kendisiyle ilişkilendirdiğimiz bir sesi olduğunu düşünürüz ve bu durum aslında ilk tehlike sinyalidir çünkü birincisi bir insanın sesi sabit olmaktan uzaktır ve ikincisi de kişinin sesi olarak tanımlayabileceğimiz şeyin konuşma topluluğunun diğer bazı üyeleri tarafından paylaşılıp paylaşılmadığı henüz net değildir. Bu bölümün geri kalanında, bir kişinin konuşmasının bireyselliğine katkıda bulunan faktörler ve bir kişiyi konuşmadan tanımlamanın sınırları ile üzerinde durulacaktır.

Doğuştan gelen ve Sonradan Edinilen Farklılıklar

İnsanların sesletim organları, dış görünümlerinin yanı sıra boyut ve ayrıntılı şekilleri bakımından da çeşitlilik gösterir ve rezonans frekansları ve ses tellerinin titreşim hızı gibi sesbilimsel özellikler, ses yolunun ve gırtlağın boyutlarına bağlı olduğundan, kişinin fiziği nasıl ses çıkarılacağında etkilidir. Öte yandan konuşma fiziksel bir olaydan daha fazlasıdır. Çocukluğumuzda bir veya daha fazla ana dili ediniriz. Ancak bunu yaparken, dil olarak düşündüğümüzü tanımlayan dil sisteminden daha fazlasını ediniriz. Çocuklar, dilbilimsel çevrelerine göre sosyal ve bölgesel olarak belirgin olan bir telaffuz çeşitliliği kazanırlar.

Doğuştan gelen/sonradan edinilen ikilemi, özellikle parmak izi ve konuşmacı tanıma arasında paralellikler çizme girişimleri bağlamında, başkaları tarafından yanlış yorumlanma riskini taşır. Parmak izi, organik bir farklılığın doğrudan izidir. Ses bilgisi alanında bir karşılık bulmak gerekirse, bu, üzerinde anlaşmaya varılmış bir sesli harfin konfigürasyonunda bir bireyin ses yolunun alçı dökülmüş hali olabilir. Bir konuşma kaydında ise, organik farklılıkların etkileri, konuşmacının dil sistemi açısından öğrendiklerinin ve belirli bir anda bu öğrendiklerinden yaptığı seçimlerin etkileriyle iç içedir (Nolan, 1997).

Bir konuşmacının fiziği, örneğin bir formantın frekans aralığının sınırlarını, gırtlak temel frekansını ve orta düzeyde kas aktivitesi gerektirmesi anlamında optimal olan bir dizi değeri de tanımlayabilir. Ancak mutlak sınırlar içinde, konuşmacılar kontrollü varyasyon için çok geniş bir alana sahiptir. Kişi konuşmanın fiziksel mekanizmasının bu esnekliğini, dilbilimsel amaçlar için (fonolojinin unsurlarını gerçekleştirmek), dil ötesi amaçlar için (öfkeyi, sevgiyi vb. iletmek) ve dilsel olmayan amaçlar için (kimlik değiştirmek) kullanır. Hafif soğuk algınlığından gırtlak kanserine kadar ses organlarını etkileyen hastalık durumları sesi değiştirir. Kısa vadede stres, yorgunluk ve sarhoşluk da sesi etkiler. O halde, konuşmayı üreten fiziksel mekanizmanın, bir parmak izinde izini bırakan sarmalların sabit kalıbı gibi olmaktan çok uzak olduğu açıktır (Nolan, 1997).

Esneklik kavramı, konuşma sinyalinin altında yatan dilsel sisteme genişletilebilir. Dilsel olarak tamamen işlevsel bir konuşma topluluğunun üyesi, bir dizi konuşma biçimini yönetir. Kişi topluluk önünde konuşma gibi karmaşık bilgileri güvenilir bir şekilde aktarmanın önemli olduğu bir ortamda bilgiyi daha açık bir şekilde ifade edebilir. Ama arkadaşlarla karşılıklı aşina oldukları konularda konuşurken daha gelişigüzel konuşabilir ve ortama ve orada bulunan kişiye bağlı olarak oluşan sosyal prestij algısına göre değişen çeşitli telaffuz şekilleri tercih edebilir. Ayrıca, doğuştan gelen ile sonradan edinilen sosyal davranış arasında kalan potansiyel bir bireysellik alanı vardır. Konuşmacıların dilsel mekanizmalarının kaynaklarını uygularken bunları kendi bireysel anatomilerine göre eşleştirmeleri gerekir.

Bu nedenle kişinin "ayırt edici" sesinin kaynağının tanımlanması konusunda sözlü iletişimin daha kapsamlı bir görünümünü içeren bir açıklama daha tatmin edici olacaktır.

Konuşmanın Anatomisi ve Akustik

Bir kişinin konuşma anatomisinin akustik varyasyonun mutlak sınırlarını ve en uygun aralıkları tanımladığını kabul edersek bunun akustik sinyale nasıl yansıdığına bakmak gerekir. Bu noktada, genel olarak konuşma analizinde olduğu gibi, konuşma üretiminin bir "kaynak filtre" modelinin benimsenmesi yararlıdır. Bu demektir ki, birçok ses söz konusu olduğunda, gırtlağı akustik enerji kaynağı olarak ve supralaringeal ses yolunu o enerjiyi şekillendiren bir filtre veya rezonatör olarak düşünebiliriz. Ses tellerinin titreşeceği frekans aralığı, uzunlukları ve kütleleri, bir noktaya kadar gırtlak kaynak dalgasının ayrıntılı şekli ile belirlenir. Genelllikle ses telleri ne kadar kalınsa, titreşim modları o kadar karmaşık olacaktır ve harmonikler açısından gırtlak kaynağı dalga biçimi o kadar zengin olacaktır. Ses teli üzerindeki nodül gibi herhangi bir anatomik düzensizlik, akustik sinyalde de düzensizliklere neden olabilir. Ses teli titreşimi, döngüden döngüye eşit olmayabilir ve titreşimin imkânsız olduğu belirli frekanslar olabilir.

Ses yolu filtresi de boyut ve şekil olarak değişkenlik gösterir. Bu, erkeklerin ve kadınların ses yolları arasındaki farklarda en açık şekilde görülür. Çoğu erkeğin ses yolunun boyutu kadınlarınkinden daha büyük olmakla kalmaz, aynı zamanda izomorfizm eksikliği de vardır. Tipik bir yetişkin erkek ses yolu, tipik bir dişi ses yolunun basitçe büyütülmüş bir versiyonu değildir. Erkeklerin farinksleri orantısız bir şekilde daha uzundur. Bu, erkek formant frekanslarının dişi olanlarla ilişkisinin doğrusal olmadığı ve sesli harf ve formant özgü olduğu anlamına gelir (Fant, 1973).

Bu örneklerin amacı anatominin bir kişinin konuşmasının akustik özelliklerine nasıl yansıdığını göstermektir. Bununla birlikte, anatominin mutlak değerlerden ziyade bireye sunulan akustik etkilere sınırlar getirdiği vurgulanmıştır. Kısacası, konuşma önemli derecede serbestliğe sahip organik bir mekanizmanın kullanımını içerir.

Davranış Olarak Konuşma

Bir konuşma eylemi sadece bir mesajdan fazlasını iletir. Mesaj olarak düşünme eğiliminde olduğumuz şeye, konuşmacının tutumunu (düşmanca, arkadaş canlısı, ilgili) gösteren sinyaller eşlik ettiğinde, konuşmanın akışını düzenlemeye yardımcı olur ve etkileşim biçimine göre (otorite, yakınlık) katılımcılar arasındaki sosyal ilişkiyi güçlendirmede ve konuşmacının kendi imajını sunmasında destek olur (Nolan, 1984). Konuşmacılar bunları aktarmayı amaçladıkları ölçüde dilsel mekanizma olarak adlandırılan şeyi kullanırlar. Bu, "ses kalitesi" olarak da bilinen ve bazı yönleriyle kişinin kullandığı dilin sözcüksel, sözdizimsel ve prozodik kaynaklarını içerir.

Sözcükler mesajı iletir, tonlama ve ses kalitesi, gerçek coşkumuzu ve diğer kişiyle olan ilişkimizi nasıl yorumladığımızı açıklar. Örneğin nefes almadan konuşmak, dinleyiciyi konuşanın sözünü kesmemesi konusunda ya da dinleyici ne söylerse söylesin söylediklerinin kabul görmeyeceği konusunda uyarır. Bu hiçbir şekilde konuşmada aktarılanın tam veya tartışmasız bir analizi değildir.

Her bireyin bir aksanı vardır. Genel olarak bu demektir ki her birey kullandığı aksanla paralel olarak kendini bir sosyal grubun üyesi olarak değerlendirmektedir ve bu grup, bölgesel olarak veya bir tür sosyal sınıf olarak tanımlanabilir. Aksanlar, bir dili konuşan nüfusu alt bölümlere ayırır ve bize bireyi tanımlamanın bir yolunu sunar. Örneğin; elimizde bilinmeyen Karadeniz aksanına sahip bir konuşmacının ses kaydı varsa ve bu ses kaydını bilinen konuşmacıların olduğu ve sadece bir kişinin Karadeniz aksanına sahip olduğu, diğerlerinin ise İstanbul aksanı ile konuştuğu kapalı bir grubun ses kaydıyla karşılaştıracaksak, o zaman tek başına aksan oldukça net bir tanımlama yapmamızı sağlar. Bununla birlikte, karşılaştırılacak kapalı bir grup yoksa yalnızca tek bir şüpheli varsa ve soru, şüphelinin bilinmeyen kayıttaki konuşmacı olup olmadığıysa, o zaman Karadeniz aksanı bize çok az şey söyler çünkü ülkemizde yaşayan milyonlarca Karadeniz aksanı ile konuşan kişi mevcut.

Kişiyi Toplumun Diğer Bireylerinden Ayıran Ses Bilgisel Öğeler Nelerdir?

En ayırt edici olan konuşmacılar, normal aralığın dışında kalanlardır. Bu tür konuşmacılar genellikle konuşma patolojileri veya değişen derecelerde şiddette konuşma engelleri olan veya dile hâkimiyetleri anadil düzeyinde olamayan kişilerdir. Elbette normal aralığın net bir sınırı yoktur. Örneğin bir konuşmacının "s"leri bazıları tarafından "tıslıyormuş" gibi algılanabilir ama diğerleri tarafından fark edilmeyebilir. Konuşmacı tanımanın diğer yönlerinde olduğu gibi, hemen bir sonuca varmamaya özen gösterilmelidir. Kekemelik ayırt edici bir özellik olmasının yanı sıra herhangi bir kayıttaki ses örneklerinde kekemelik olması, bu ses kayıtlarının mutlaka aynı kişiye ait olduğu anlamına gelmez ve görünüşte kendine özgü yabancı bir telaffuz, aynı dil geçmişinden gelen birçok konuşmacı için ortak bir özellik olabilir.

Normal aralığın dışındaki konuşma örnekleri, konuşmacıyı tanımlamada oldukça değerlidir. Örneğin, akustik ölçümler ve vurgunun fonetik analizi, iki kaydın aynı erkek konuşmacıya ait olduğu ve farklı konuşmacılardan olma ihtimalinin yüzde 10'dan fazla olmadığı sonucuna vardırıyorsa, iki kayıtta da kekemelik olması farklı konuşmacı olma ihtimalini yüzde 0.2'nin altına düşürebilir. Bunun nedeni, kabaca 50 erkekten birinin kekeme olmasıdır. Aslında, aynı konuşmacı olma olasılığı daha da yüksek olacaktır çünkü kekemeler değişkenlik gösterir ve kekemelik özelliklerinde yakın bir eşleşme varsa bu çok daha değerlidir.

Konuşmacı Tanıma Olgularının Sınırlamaları

Özellikle adli uygulama düşünüldüğünde, konuşmacı tanımanın güvenilirliğini sınırlayan birçok faktör vardır. Örnekler konuşmacıyı tam olarak tanımlayabilmek için çok kısa olabilir; kayıtların kalitesi düşük olabilir (arka plan gürültüsü, telefon iletiminde veya bant kaydında oluşan bozulma); ve her zaman bir konuşmacının kasıtlı olarak sesini gizleme olasılığı vardır. Bu tür faktörler sadece belirli durumlarda geçerli olabilir ancak tek başına konuşmacı tanımaya özgü sorunlar da vardır. Örneğin bireyin konuşması hiçbir zaman sabit değildir ve henüz bir bütün olarak popülasyondaki özelliklerin ve değerlerin dağılımı hakkında yeterli bir bilgi yoktur.

Bir kişinin konuşması, kısmen, esnekliğinden yararlanarak yapılan seçimler nedeniyle dilsel mekanizmanın kaynaklarının kullanım şeklinden ötürü değişebilir. Bu seçenekler, ses yüksekliği ve perde değişikliklerinden, segmental fonolojik sistemdeki değişikliklere kadar uzanır. Sosyodilbilimsel çalışmalarda kapsamlı bir şekilde gösterildiği gibi, segmental fonetik sistem de varyasyona tabidir. Genel olarak, çoğu birey ses bilgisel açıklık ve sosyal sınıf tercihi dolayısıyla bir dizi sesletim biçimini tercih eder. Konuşma örnekleri arasındaki telaffuz farklılıklarının, konuşmacı farkını belirtmek için tek başına bir kriter olması mümkün değildir.

Bir bireyin konuşması, öncelikle hem konuşmanın fiziksel mekanizmasından kaynaklanan özellikler hem de dil sisteminin bir işlevi olan özellikler açısından sabit değildir. Konuşmacı tanımadaki temel sorunlardan biri, konuşmacıları karakterize etmek için kaç parametrenin kullanıldığına bakılmaksızın, popülasyondaki her bireyin benzersiz bir alanı işgal edip etmediği veya örtüşme olup olmadığıdır. Bunun cevabının henüz tam olarak bilinmediği gerçeği, prensipte, herhangi bir konuşmacı tanıma eyleminin güvenilirliğine her zaman kabul edilmesi gereken bir sınırlama getirir.

Konuşmanın karmaşık yapısı nedeniyle tanımlama işlemi, genellikle kanıt yerine, ölçümlü bir değerlendirme raporu olarak sonuçlanmalıdır. Olasılık derecelendirilmesiyle verilen raporlarda, savcılık hatası (prosecutor's fallacy) olarak da tanımlanan genel bir yanlışa düşmek olasıdır (French & Harrison, 2007). Bu tarz verilen değerlendirme raporlarında, mukayese ve tetkik kaydı arasındaki benzerliklerden yola çıkarak iki kayıttaki sesin de aynı kişiye ait olup olmadığıyla ilgili "muhtemel" ya da "kuvvetle muhtemel" gibi olasılık ifadelerine yer verilir (Broaders, 2007). Ancak bu derecelendirme yapılırken, yukarıda da bahsettiğimiz gibi aslında analizin temelini oluşturan bu benzerliklerin toplumun diğer bireylerinde görülme olasılığı hesaba katılmaz. Sadece iki kayıt arasındaki benzerliğin derecesi konu edilir. Ayırt edicilik derecelendirilmesinde ise hem kayıtların benzerliğinden hem de bu benzerliğin kişiyi toplumun diğer bireylerinden ne derecede ayırdığından bahsedilir (Gold & French, 2011). Olasılık ifadeleri kullanıldığında "bu kişi o kişidir" gibi bir algı oluşması kuvvetle muhtemeldir. Yalnız ses analizi sonucunda bu şekilde bir yargıya varmak yukarıda belirttiğimiz sınırlamalar sebebiyle mümkün değildir. Unutulmamalıdır ki incelenen ses örnekleri DNA kesinliğinde sonuç verebilecek nitelikte değildir. Bu nedenle de sadece ses kayıtlarının delil olarak alınması sonucunda oluşturulmuş bir dava dosyasının geçerliliği tartışmalıdır. Ses kayıtları sadece birincil delillere ek olarak kullanılmalıdır.

Günümüzde Adli Sesbilim Uygulamaları

Adli sesbilim alanında öne çıkan ülkeler İngiltere, Almanya ve Hollanda gibi fazlaca göç alan ve istihbarat organizasyonları gelişmiş Avrupa ülkelerdir. Bu ülkelerde devlet tarafından desteklenen laboratuvarlar, enstitü ve üniversite laboratuvarları dışında özel laboratuvarlar da bulunmaktadır. Bu laboratuvarlarda, genellikle adli bilimler konusunda uzmanlığı bulunan sesbilimciler ya da dilbilim eğitimi almış ve adli bilimler alanında çalışmaları bulunan ses mühendisleri, akustik mühendisleri, ya da adli ses bilimciler/dilbilimciler görev yapmaktadır. Adli ses analizi uzmanları tarafından kurulmuş, ses analizi yöntemlerini geliştirmek ve standardize etmek için çalışan uluslararası kuruluşlar da mevcuttur. Uluslararası Adli Sesbilim ve Akustik Derneği (IAFPA) ve ülkemizin de üyesi olduğu Avrupa Adli Bilim Enstitüleri Ağı (ENFSI) Ses Analizi Çalışma Grubu bu kuruluşlara örnek olarak verilebilir. Bu uluslararası kuruluşlar her yıl toplanarak hem bu alandaki yeni çalışmaları değerlendirmekte hem de ses analizi işleminin standardizasyonuyla ilgili çalışmalar yapmaktadır.

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte ülkemizde de suça konu olan ses kayıtlarının sayısı artmakta ve bu alan git gide daha fazla önem arz etmektedir. Türkiye'de Adli Tıp Kurumu Adli Bilişim İhtisas Dairesi, Jandarma Kriminal Dairesi Başkanlığı, Polis Kriminal Dairesi Başkanlığı ve Milli İstihbarat Teşkilatı bünyesinde adli ses laboratuvarları bulunmaktadır. Ayrıca sayıları az olmakla birlikte, özel olarak bilirkişilik hizmeti veren uzmanlar ve ses analiz laboratuvarları bulunmaktadır. Ülkemizde yeni yeni gündemde olan bu alana yapılan yatırımlar artmaktadır. Son teknoloji takip edilmekte ve bununla ilgili eğitimler hızlandırılmaktadır. Fakat genellikle mühendislerin yer aldığı bu laboratuvarlarda asıl görev alması gereken dilbilimcilerin sayısı yok denecek kadar azdır. Yeni düzenlemeler ile bu konuyla ilgili iyileştirilmelerin yapılması önem arz etmektedir.

Dilbilim Bağlamında Adli Sesbilimin Geleceği

Konuşmacı tanımanın ses bilgisinin kullanımı için büyüyen bir alan olacağı açıktır. Gelişen teknoloji, özellikle teknik konuşmacı tanıma alanında kademeli bir ilerleme sağlamaya devam edecektir. Ancak konuşmacı tanımada, özellikle adli bağlamda konuşmacı tanımada olacak atılım, daha eksiksiz bir "konuşmacı alanı" modelinin oluşturulmasıyla gerçekleşebilir. Yani, analiz edilebilen akustik ve işitsel ses bilgisel parametreler tarafından tanımlanan çok boyutlu bir uzay varsayarsak, konuşmacıları ayırmak için ilgili parametrelerin ne olduğunu, belirli bir konuşmacı için akustik ve ses bilgisel değerlerdeki çeşitliliğin nasıl belirlendiğini ve belirli bir popülasyon içerisinde bir konuşmacı tarafından işgal edilen bölgenin diğer konuşmacıların işgal ettiği bölgelerle ne derecede örtüştüğünü bilmemiz gerekir. Araştırmalar, konuşmacılar arasındaki farklılıkların kaynaklarının iyi anlaşılmasıyla şekillenmeli ve çok sayıda konuşmacıdan alınan örnekleri içeren veri tabanlarından yararlanmalıdır. Bu nedenle her bir dilde yapılacak olan alan çalışmaları çok önem arz etmektedir ve değerlidir.

Konuşmacı tanıma konusundaki çalışmalar, ihtiyaca yönelik yapılmakta ve konuşmacı tanıma olguları sinyal işleme, işitsel ses bilgisi gibi önceden tanımlanmış alt disiplinlerin sınırları içinde yürütülmektedir. Konuşmacı tanıma ile ilgili konuların, insan konuşma iletişiminin tüm yönleri ile bütünleşmiş bir anlayışla ele alınabilmesi için ses bilgisinin ana konularından biri haline gelmesi gerekmektedir. Hem kavramsal hem de deneysel düzeydeki zorluklar dikkate değerdir ve sesbilimcilerin bu zorlukları kabul etmesi, buna yönelik değerlendirme yapmaları çok önemlidir. Adaletin terazisini etkileyebilecek her türlü sınırlama adli bilimle uğraşan her kişinin önceliği olmalı ve araştırmalar bu sınırlamaları dikkate alarak yönlendirilmeli ve geliştirilmelidir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

1. Baldwin JR, French P. (1990). *Forensic phonetics*. Pinter Publishers.
2. Braun A, Künzel HJ. (2007). Is forensic speaker identification unethical--or can it be unethical not to do it? *International Journal of Speech Language and the Law 5*(1). (10-21). [Crossref]
3. Broeders A. (2007). Some observations on the use of probability scales in forensic

4. Fant G. (1973). A note on vocal tract size factors and nonuniform F-pattern scalings. Speech sounds and features. MIT Press.

5. Foulkes P, French P. (2012). *Forensic speaker comparison*: A linguistic-acoustic perspective. [Crossref]

6. French P, Harrison P. (2007). Position statement concerning use of impressionistic likelihood terms in forensic speaker comparison cases. *International Journal of Speech Language and the Law. 14*(1) (137). [Crossref]

7. Gold E, French P, editors. (2011) An international investigation of forensic speaker comparison practices. Proceedings of the 17th International Congress of Phonetic Sciences.

identification. *International Journal of Speech Language and the Law. 6*(2). (228-41).

8. Nolan F. (1983). The phonetic bases of speaker recognition. Cambridge University Press.

9. Nolan F. (1984). Applying linguistics to synthesis. In G Bristow (ed.) *Electronic speech synthesis*. Granada

10. Nolan F. (1997). Speaker recognition and forensic phonetics. *The handbook of phonetic sciences.*

BÖLÜM 27
ÇOCUK İSTİSMARI VE İHMALİ

Zeynep Belma GÖLGE
Seda AKDEMİR EKİZOĞLU

DOI: 10.5152/0627

Çocuk İstismarı ve İhmali

Child Abuse and Neglect

BÖLÜM HAKKINDA

Çocuk istismarı ilk olarak Kempe'nin 1962'de "Hırpalanmış Çocuk" kavramını öne sürmesiyle gündeme geldi, ancak fiziksel istismarın yanı sıra duygusal ve cinsel istismar ile çocuk ihmali tanımları, Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) 1985'te yaptığı en kapsamlı tanımla ifade edilmeye başlandı. Bu tanıma göre çocuk istismarı ve ihmali "çocuğun sağlığını, fiziksel ve psikososyal gelişimini olumsuz yönde etkileyen, bir yetişkin, toplum ya da ülkesi tarafından bilerek ya da bilmeyerek yapılan davranışlar" olarak ifade edilmiştir. Çocuğun çoğu zaman birden fazla istismar türüne maruz kaldığı görülmektedir. Ancak, fiziksel istismar, duygusal istismar ve ihmal ile cinsel istismara göre daha kolay tespit edilmektedir. DSÖ tarafından 2010 yılında Türkiye genelinde 7-18 yaş aralığındaki 2216 çocuğun son bir yıl içinde maruz kalınan duygusal istismar oranı %51, fiziksel istismar oranı %43, cinsel istismar oranı %3 ve ihmal oranı %25 olarak tespit edilmiştir. Bu bölümde ilk olarak farklı istismar ve ihmal türleri açıklanmıştır. İkinci olarak, istismar ve ihmale ait risk faktörleri bireysel, ailesel, çevresel ve toplumsal riskler başlıkları altında tartıştılmıştır. Son olarak, istismar ve ihmalin birey üzerindkie kısa ve uzun dönemli ruhsal ve bedensel sonuçları aktarılmıştır.

Anahtar kelimeler: Fiziksel istismar, cinsel istismar, duygusal istismar, çocuk ihmali, risk faktörleri, ruhsal ve bedensel problemler

ABOUT the CHAPTER

Child abuse first gained attention with Kempe's introduction of the concept of the "Battered Child Syndrome" in 1962. However, definitions of child abuse, encompassing physical, emotional, and sexual abuse, as well as neglect, began to be articulated with the most comprehensive definition by the World Health Organization (WHO) in 1985. According to this definition, child maltreatment is described as " any act or failure to act by a parent or a caregiver that results in actual or potential wrongful harm to a child and can occur in a child's home, or in organizations, schools, or communities the child interacts with " It is often observed that children are subjected to multiple forms of abuse. However, physical abuse is easier to detect compared to emotional abuse, neglect, and sexual abuse. According to 2010 report of WHO, based on the data from 2216 children aged 7-18 in Turkey, the prevalence of emotional abuse, physical abuse, sexual abuse, and neglect experienced by over the past year were determined as 51%, 43%, 3%, and 25%, respectively. In this chapter, different types of abuse and neglect are initially explained. Secondly, risk factors associated with abuse and neglect are discussed under the headings of individual, familial, environmental, and societal risks. Finally, the short-term and long-term psychological and physical consequences of abuse and neglect on individuals are addressed.

Keywords: Physical abuse, sexaul abuse, emotional abuse, child neglect, risk factors, mental and physical problems

Giriş

Çocuk istismarı ve ihmali birey ve toplum üzerinde ağır etkileri olan ciddi bir sorundur. Araştırmacılar bu ciddi toplumsal sorunun, ilgili tüm disiplinler tarafından kabul edilebilir ortak bir tanımı olmadığı konusunda hemfikirdir (Muela, Arana, Barandiaran, Larreara & Vitoria, 2012). Kempe'nin (1962) "Hırpalanmış Çocuk" (Battered Child) kavramını ele aldığı makalesi yayınlanana kadar çocuk istismarı ciddi bir sorun olarak görülmemiştir. Çocuk istismarı ilk kez Kempe ve arkadaşları tarafından "ebeveynlerden biri veya bakıcı tarafından verilen ciddi fiziksel zarar" olarak tanımlanmıştır (Kempe ve ark., 1985). Ancak bu tanım sadece fiziksel hasarla sınırlı olup, cinsel ve duygusal istismar ile ihmali kapsamamaktadır.

Kempe'nin tanımına göre daha kapsamlı bir tanım 1970 yılında Hellness tarafından yapılmıştır. Araştırmacı çocuk istismarını, çocuk ve bakıcısı arasında, çocuğun fiziksel veya gelişimsel durumunu etkileyen ve kaza dışı gerçekleşen, etkileşim ya da etkileşim eksikliği olarak tanımlamıştır (Faller, 1981). Muela ve arkadaşları (2012) ise çocuk istismarı ve ihmalini "Ebeveyn veya bakıcı tarafından bakımı veya gözetimi altındaki çocuğa, fiziksel,

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Zeynep Belma Gölge[1]
Seda Akdemir Ekizoğlu[2]

[1] İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü, İstanbul, Türkiye
[2] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Sosyal Bilimler Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-posta: zbelma@iuc.edu.tr
sedaakdemir88@yahoo.com.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Gölge, Z. B., Akdemir-Ekizoğlu, S. (2024). Çocuk istismarı ve ihmali. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 302-311). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

cinsel veya duygusal eylemler veya ihmal yoluyla; gelişimini tehdit eden veya zedeleyen ve toplumun çocuğa karşı iyi davranma kurallarını ihlal etme sonucunda verilen fiziksel ve/veya psikolojik zarar" şeklinde tanımlamışlardır. Bu tanımlar da sınırlı kalmakta ya duygusal ve cinsel istismara vurgu yapmamakta ya da istismarcıyı bakıcı ile sınırlamaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) çocuk istismarını "çocuğun sağlığına, gelişimine veya onuruna yönelik, fiili veya potansiyel zararla sonuçlanan her türlü fiziksel, cinsel ve duygusal kötü muamele, ihmal ve sömürü" olarak tanımlamaktadır (Gonzalez, Mirabal & McCall, 2020). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün 1985 yılında yaptığı çocuk istismarı ve ihmali tanımı ise en kapsayıcı tanımdır. Bu tanıma göre çocuk istismarı ve ihmali "çocuğun sağlığını, fiziksel ve psikososyal gelişimini olumsuz yönde etkileyen, bir yetişkin, toplum ya da ülkesi tarafından bilerek ya da bilmeyerek yapılan davranışlar" olarak ifade edilmiştir. Çocuğa fiziksel ve psikolojik boyutta ciddi zararlar veren bir davranışın, çocuk tarafından algılanmaması ya da davranışı gerçekleştiren yetişkin tarafından bilinçli olarak yapılmaması bu davranışın istismar olduğu gerçeğini değiştirmez (DSÖ, 2006).

Çocuk istismarının değerlendirilmesi tıp, psikoloji, sosyal hizmet, hukuk gibi birçok disiplinin işbirliğini içerir. Son yıllarda farklı disiplinlerin araştırma sonuçlarının getirdiği bilgi birikimi, çocuğun refahını ve gelişimini etkileyen tüm eylemleri görünür kılmış ve çocuk istismarının tek bir başlıkta tanımlanamayacak kadar ayrıntılı olduğunu ortaya koymuştur. Çocuğa yöneltilen eylemlerin türü, etkileri, sebep ve motivasyonlarının belirlenmesi istismar türlerinin ayrı ayrı tanımlanmasını sağlamış, çocuk istismarı sadece fiziksel istismarı değil duygusal istismarı, cinsel istismarı ve ihmali içerecek şekilde genişlemiştir. Çocuk istismarı; fiziksel istismar, duygusal istismar, cinsel istismar ve fiziksel-duygusal ihmal olarak dört başlıkta sınıflandırılmıştır.

İstismar Türleri

Fiziksel İstismar

Fiziksel istismarı en genel tanımıyla çocuğun kaza dışı yaralanması olarak ifade edebiliriz. DSÖ (2006)'nün tanımına göre ise fiziksel istismar, çocuğun anne babası ya da bakımından sorumlu başka kişi tarafından sağlığına zarar verebilecek biçimde fiziksel hasara uğraması, yaralanması ya da yaralanma riski taşımasıdır. Bu tanım fiziksel gücün tüm biçimlerini kapsayan ve yaralanma riskine vurgu yaparak sonuçlarını fiziksel yaralanmayla belirgin şekilde sınırlamayan bir tanımdır.

Fiziksel istismar en sık rapor edilen (Ben-Natan ve ark., 2014), sık uygulanan (Aktay, 2020) ve sonuçlarının görünürlüğü nedeniyle en kolay fark edilen (Bilim, 2012) istismar tipi olarak karşımıza çıkmaktadır. Fiziksel istismar, ihmalden sonra çocuklara kötü muamelenin en yaygın ikinci biçimidir (Rodriguez & Pu, 2020). Tokattan çeşitli objelerin kullanımına kadar uzanan farklı eylemleri kapsar (National Research Council, NRC, 2013). Bu eylemler "küçük yara berelerden ağır kırıklara ve ölüme dek uzanan bir aralıkta, yumruklama, dövme, tekmeleme, ısırma, sallama, atma, bıçaklama, boğma, vurma (elle, sopayla, kayışla ya da başka bir nesneyle), yakma yoluyla ya da başka bir yöntemle çocuğun bedensel yaralanmasına yol açan" eylemler olarak tarif edilmektedir (APA, 2014).

Fiziksel istismar, gerçekleşme biçimine göre aletli ve aletsiz olmak üzere ikiye ayrılır. Aletli fiziksel istismarda, istismar uygulanırken kesici-delici aletler, sopa, kamçı, kemer, ütü, sigara gibi araçların kullanımı söz konusuyken, aletsiz fiziksel istismarda, herhangi bir araç kullanılmaksızın tekme, tokat ve yumruk atmak, çimdiklemek, çekiştirmek, sarsmak gibi davranışlar söz konusudur. Fiziksel istismar nedeniyle gerçekleşen ölümlerin çoğunluğunu vurma ve çarpmaya bağlı kafa travmaları oluşturmaktadır (Yücel, 2014).

Bilgen ve Karasu (2017)' nun çalışmasına katılan annelerin %9.7'sinin dövme ve %9.2'sinin tokat atma davranışında bulunduğu tespit edilmiştir. Çalışkan ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında ise annelerin son 6 ay içinde popoya vurma (%76.5), eline vurma (%30.8), sarsma/silkeleme (%13.3), tokat atma (%7.8), saçını çekme (%7) davranışlarında bulundukları belirlenmiştir.

Özellikle toplumumuzda fiziksel şiddet uygulanarak çocuğu disiplin etme sıkça görülen bir davranış biçimi olup birçok ailede günlük hayatın bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır (Aktay, 2020). Hatunoğlu ve Hatunoğlu (2005)'nun çalışması dayağın aileler ve öğretmenler tarafından yaygın bir terbiye yöntemi olarak kullanıldığını göstermektedir. Dallar-Bilge ve arkadaşlarının (2013) çalışmasına katılan 1043 ebeveynin %17.4'ü çocukların zaman zaman dayağı hak ettiğini düşünmekte, %2'si çocuğu disipline etmek için fiziksel şiddetle tehdit etmektedir. Türkiye'de fiziksel ya da duygusal istismar çocuğun disipline edilmesi için gerekli olarak görülmekte ve pek çok aile bunu istismar olarak değerlendirmemektedir (Ağırtan, Akar, Akbaş ve ark., 2009). 2010 yılında üniversite öğrencileriyle yapılan bir çalışmada çocukluk dönemi fiziksel istismar %53.3 oranında olup istismara uğrama nedenleri olarak sıklıkla ebeveynin kendini kontrol edememesi (%60.7) ve disiplin verme (%22.6) gibi nedenler ifade edilmiştir (Turla, Dündar & Özkanlı, 2010).

Fiziksel çocuk istismarı neredeyse tamamen ebeveynler veya alternatif bakıcılar tarafından gerçekleştirilir. ABD'de fiziksel istismar vakalarının %72'si biyolojik ebeveynler tarafından gerçekleştirilirken, biyolojik olmayan ebeveynlerin (üvey ebeveynler, birlikte yaşanılan partnerler, koruyucu ebeveynler) oranı %19'dur. Annelerin çocuklarını fiziksel olarak istismar etme olasılığı biraz daha yüksektir. Bununla birlikte, erkeklerin annelere göre daha fazla güç kullandıkları ve daha fazla yaralayıcı fiziksel istismar davranışında bulundukları görülmektedir (Rodriguez & Pu, 2020). Ayrıca istatiksel açıdan anlamlı bulunmasa da babaların erkek çocuklarına, annelerin ise kız çocuklarına fiziksel istismar uygulama oranları daha yüksek olarak ifade edilmiştir (Turla ve ark., 2010). 10 yaşından küçük çocukların fiziksel istismara uğrama olasılıklarının daha yüksek olduğu (Ben-Natan ve ark., 2014), bebeklerde morbidite ve mortalite oranının arttığı (Gonzalez ve ark., 2020) ifade edilmekte, kız ve erkek çocukları arasında fiziksel istismara uğrama açısından ise büyük farklılıklar bulunmamaktadır (Koç ve ark., 2012).

Duygusal İstismar

Duygusal istismarın en sık karşılaşılan ancak en zor tespit edilen istismar türü olduğu ifade edilmektedir (Çapık ve ark. 2019; Pekdoğan, 2016). ABD'de yapılan bir çalışma, duygusal istismarın en sık bildirilen mağduriyet biçimi olduğunu ortaya koymuştur

(Hibbard, Barlow & MacMillan, 2012). Gelişmekte olan 26 ülkede yapılan bir çalışmada da duygusal istismar en sık görülen istismar türü olarak tespit edilmiştir (Akmatov, 2011). En sık rastlanan istismar türü olmasına rağmen fark edilmesi, dolayısıyla rapor edilip, önlem alınması en zor olan istismar türüdür. Duygusal istismarın tanımlanması zordur, çünkü kısmen bu tür kötü muamele "ebeveyn-çocuk ilişkisi içinde meydana gelen bir olay veya bir dizi tekrarlanan olaydan ziyade ebeveyn ve çocuk arasındaki bir ilişkiyi" içerir. Çocuğa yönelik diğer istismar biçimleri ile bir arada olduğunda duygusal istismar genellikle fark edilmez. Tek başına ortaya çıktığında ise tespit edilmesi daha da zor olabilir (Hibbard ve ark., 2012). Yaşanan bu zorluğun nedeni, fiziksel ve cinsel istismar gibi fiziksel işaretlerin ve etkilerin doğrudan gözlenememesi ve sonuçlarının başka sebeplere bağlanabilmesidir.

DSÖ (2006) tarafından yapılan genel tanıma göre hem tekil olaylar, hem de bir ebeveynin veya bakıcının bir süreç içinde, çocuğa gelişimi açısından uygun ve destekleyici bir ortam sağlamadaki başarısızlığıdır. Ayrıca, çocuğun bakım veren tarafından sürekli olarak eleştirilmesi veya reddedilmesi, çocuğun sevilme, istenme, güvende ve değerli hissetmeye dair duygusal ihtiyaçlarının ebeveyn tarafından karşılanmaması olarak tanımlanmaktadır (Odhayani ve ark., 2013). Çocuğu aşağılamak, küçük düşürmek, ayıplamak, alay etmek, utandırmak, suçlamak, bağırmak, azarlamak, kıyaslamak, ad takmak ya da yaşına uygun olmayan beklentilerde bulunmak gibi davranışlar duygusal istismar olarak değerlendirilmektedir. Bu gibi davranışlarla aslında çocuğun reddedilmesi, korkutulması, yalnızlaşması veya yozlaştırılması gerçekleşmektedir (Hibbard ve ark., 2012).

Bilgen ve Karasu (2017) annelerin bağırma (%61.6), sevgilerini dile getirmeme (%21.6), tehdit etme (%14.6), odaya kapatma (%9.7) davranışlarında bulunduklarını tespit etmiştir. Çalışkan ve ark. (2019) ise annelerin son 6 ay içinde bağırma (%76.5), terk etmekle korkutma (%30.8), tehdit etme (%13.3), azarlama (%13.3), küfretme (%3.8), lakap takma (%2.8), odaya kapatma (%2.3), aşağılama (%2) davranışlarında bulunduklarını tespit etmiştir. Özellikle fiziksel cezanın onaylanmadığı durumlarda ebeveynler çocuğa disiplin vermek amaçlı duygusal istismara başvurabilmektedir (Kanak ve Pekdoğan, 2020). Duygusal istismar sıklıkla diğer istismar türleriyle birlikte uygulanmaktadır (Koç ve ark., 2012).

Kanak ve Pekdoğan (2020)'ın çalışmasında her eğitim düzeyinde duygusal istismarın var olduğu ancak artan yaşla birlikte çocuklara duygusal istismar uygulama potansiyelinde bir düşüş olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmanın bulgularında ise eğitim seviyesinde düşüş ve çalışmıyor olmak risk faktörü olarak ifade edilmiştir (Altıparmak, Yıldırım, Yardımcı & Ergin, 2013). Ayrıca annelerin duygusal istismar uygulama potansiyelleri babalara kıyasla daha yüksek olarak bulunmuştur (Kanak & Pekdoğan, 2020).

Cinsel İstismar

Çocuk cinsel istismarı, çocuğun tam olarak kavrayamadığı, bilinçli olarak rıza gösteremediği veya gelişimsel olarak hazır olmadığı veya toplumun kurallarının ve sosyal tabularının ihlal edildiği bir durumda cinsel aktiviteye katılımıdır (DSÖ, 2006). Cinsel istismar bir çocuk ile bir yetişkin arasında veya yaş ve gelişim itibarıyla sorumluluk, güven veya güç ilişkisi içinde olduğu başka bir çocuk arasında gerçekleşebilir (Vrolijk-Bosschaart, 2018). Kinnear (2007)'e göre, cinsel istismar özelliklerinin en önemlisi çocuğun rızasıdır. Çünkü çocukların cinsel eylemin içeriğini ve sonucunu ayrıntılı olarak anlamaları ve değerlendirmeleri mümkün olmadığından, cinsel ilişkiye rıza göstermeleri de mümkün değildir. Ayrıca gelişimleri itibarıyla cinsel yaklaşımlara uygun bir güçle karşı koymaları ve reddetmeleri de beklenemez.

Cinsel istismar temas içeren davranışlar; penetrasyonla gerçekleşen davranış, mastürbasyon, öpme, çocuktan kıyafetlerini çıkartmasını isteme, sürtünme, çocuğun kıyafetlerinin üstünden okşanması gibi ve temas içermeyen davranışlar; çocuğun cinsel içerikli davranışları ve materyali izlemeye maruz bırakılması, cinsel yönden uygun olmayan davranışlara teşvik edilmesi, cinsel eylemler için kandırılması şeklinde gerçekleşebilir (Department for Children, School and Families [DCSF] 2010).

Faller ve Henry (2000)'e göre cinsel istismar 7 grupta toplanmıştır. 1. Temas içermeyen istismar (cinsel öneri, cinsel içerikli konuşma ve yorumlarda bulunma, teşhircilik), 2. Röntgencilik, 3. Cinsel dokunma (Vücudun özel bölgelerine dokunma/dokundurtma), 4. Oral-genital seks (İstismacının çocuğa yönelik/ çocuğun istismarcıya yönelik yaptığı genital organı öpme, yalama, ısırma), 5. İnterfemoral ilişki (çocuğun bacaklarının arasına penisin yerleştirilmesi), 6. Cinsel penetrasyon (anal, genital, parmak, cisim) 7. Cinsel sömürü (çocuk pornografisi ve çocuk fuhuşu).

Çocuk cinsel istismarı küresel çapta bir insan hakları sorunudur. Tüm ülkelerde ve sosyal gruplarda görülen çocuk haklarının ağır bir ihlalidir. Dünya Sağlık Örgütü, 18 yaşın altındaki 150 milyondan fazla çocuk ve ergenin cinsel şiddete maruz kaldığını tahmin etmektedir. Yaygın olarak kızları erkeklerden daha fazla etkilediği rapor edilmektedir. Yaklaşık her 4 kız çocuğundan 1'i ve her 10 erkek çocuğundan 1'i cinsel istismara maruz kalmaktadır. (Ogunjimi, de Oliveira, de Vasconcelos, & Silva, 2017). Çocuklar en fazla tanıdıkları yetşkinler tarafından cinsel istismara maruz kalmaktadır. Hindistan'da Delhi Yüksek Mahkemesinin 2014 yılı kayıtlarına göre 1704 istismar vakasının 215'inin ensest vakası olduğu belirtilmektedir (Seth & Srivastava, 2017). Brezilya'da 2011-2017 yılları arasında rapor edilen 141.105 cinsel istismar vakasının çoğunun evde meydana geldiği ve istismarcıların genellikle aile üyeleri olmak üzere mağdurla birlikte yaşayan kişiler olduğu belirlenmiştir (Salvador, da Silva Júnior, da Silva, Lobato, de Sousa, Cardoso, de Souza & de Castro, 2016). Dönmez ve arkadaşlarının (2014) çalışmasında kız çocuklarında cinsel istismar oranı %73, erkek çocuklarında ise %27 olarak saptanmıştır. Aynı çalışmada kız çocuklarının %42.7'si dokunma içeren istismara maruz kaldıklarını belirtirken, erkek çocuklarının %50'si anal penetrasyona maruz kaldıklarını belirtmiştir. Katılımcıların %57.7'sinin bir tanıdık tarafından %7.4'ünün aile içinden biri tarafından istismara maruz kaldığı saptanmıştır.

Bora'nın (2019) çalışmasında kadın katılımcıların %32.2'si, erkek katılımcıların %23.0'ı çocukluklarında yetişkinler tarafından cinsel istismara maruz bırakıldıklarını belirtmiştir. Kadınların %61.3'ü erkeklerin %40.9'u temas içeren cinsel davranışlara maruz kaldığını, kadınların %27.9'u erkeklerin %9.1'i temas içeren ve içermeyen cinsel davranışların her iki türüne de maruz kaldığını bildirmiştir. Aynı çalışmada katılımcıların %68.5'inin tanıdık tarafından (anne, baba, kardeş, bakıcı, öğretmen %20.1, akraba % 30.4, komşu %17, 9) istismara maruz kaldığı anlaşılmaktadır.

İhmal

İhmal, çocuğun bakımından sorumlu olan yetişkinlerin, çocuğun fiziksel, ruhsal ve sosyal gelişimini örseleyecek düzeyde gereksinimlerini karşılamaması durumudur (İbiloğlu ve ark., 2018). Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ, 2006) göre ise çocuğun gelişim ve refahı için gerekli olan, sağlık, eğitim, beslenme, barınma, güvenlik ve duygusal gelişim ihtiyaçlarının ebeveyn ya da diğer aile üyeleri tarafından yerine getirilmemesidir. İhmal, sağlık, bakım, eğitim, denetim, çevredeki tehlikelerden korunma, giyim ve gıda gibi karşılanmayan temel ihtiyaçları içerir (Gonzalez ve ark., 2020).

İhmal, çocuğun barınması, beslenmesi, temizliği, giyimi, sağlığı gibi temel ihtiyaçlarının karşılanmaması veya tekrarlayıcı şekilde aksatılması, tekrarlayıcı şekilde uzun süre bir başkasının bakımında ve gözetiminde bırakılması veya terk edilmesi gibi durumları kapsayan fiziksel ihmal (APA, 2014) ve çocuğa bakımından sorumlu kişiler tarafından yeterli ilgi, sevgi ve şefkatin gösterilmemesi, çocuğun duygusal ve psikolojik bakımının yeterli ölçüde karşılanmaması, aile içi şiddete tanık olması gibi durumları kapsayan duygusal ihmal (Stoltenborg, Bakermans-Kranenburg & Van IJzendoorn, 2013) olarak iki grupta sınıflandırılır. Fiziksel ihmal ile duygusal ihmalin çocuk üzerindeki etkileri karşılaştırıldığında, duygusal ihmalin daha uzun süreli ve olumsuz etkilere sahip olduğu düşünülmektedir (Stoltenborg ve ark., 2013).

Bunun yanı sıra Ulusal Araştırmalar Konseyi (NRC, 2013) ihmalin oluş şekillerini; Fiziksel (örn; çocuğa gıda veya barınak sağlama yetersizliği), tıbbi (gerekli bedensel veya ruhsal sağlık hizmeti sunmada yetersizlik), eğitimsel (çocuğa eğitim vermede veya gerekli özel eğitim ihtiyaçlarını gidermede yetersizlik) ve duygusal (çocuğa gerekli duygusal desteğin gösterilmemesi veya alkol ve madde kullanımına izin vermek gibi) olarak sıralar.

Bilgen ve Karasu (2017), 185 anneyle yaptıkları çalışmada annelerin %78.9'unun çocuklarının isteklerini yerine getirmediğini, %32.4'ünün çocuklarını evde tek başına bıraktıklarını, %29.2'sinin çocukları hastalandığında doktora başvurmadığını, %22.1'inin çocuklarının eğitimiyle ilgilenmediğini tespit etmiştir. Ülkemizdeki diğer bir çalışmada da erkeklerin fiziksel istismara kız çocuklarının ise ihmale maruz kalma oranları daha yüksek bulunmuştur (Sofuoğlu ve ark., 2014).

Çocuk İstismarı ve İhmalinin Yaygınlığı

DSÖ'nün 2020 verilerine göre 2-4 yaş arasındaki her 4 çocuktan 3'ü (yaklaşık 300 milyon çocuk) düzenli olarak fiziksel ya da psikolojik şiddete maruz kalmaktadır. Ayrıca aynı verilerde her 5 kadından 1'inin ve her 13 erkekten 1'inin 0-17 yaş aralığında cinsel istismar mağduru olduğu ifade edilmektedir. Avustralya'da yapılan boylamsal bir çalışmada 2425 genç yetişkinin %24.7'si en az bir istismar/ihmale maruz kaldığını ifade ederken, %13.4'ü maruz kaldığı istismarı ciddi olarak tanımlamıştır. Aynı çalışmada ihmal, duygusal istismar, cinsel istismar ve fiziksel istismar sırasıyla en çok ifade edilen istismar/ihmal türü olmuştur (Kisely, Strathearn, Mills & Najman, 2021).

ABD resmi istatistiklerine göre, çocuk koruma servislerine bildirilen doğrulanmış çocuk istismarı vakalarının %18'inde fiziksel istismar tespit edilmiştir (Rodriguez & Pu, 2020). Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu'nun (UNICEF, 2012) istatistikleri, her yıl çocukların %65'inin cinsel istismara uğradığını göstermektedir. Hindistan Hükümeti tarafından 2007 yılında yapılan bir araştırmada, çocukların %42'sinin cinsel istismara maruz kaldığı bildirilmektedir. Nairobi'de de çocuklar arasında cinsel istismar yaygınlığının yüksek olduğu (%57.3) görülmektedir (Juma, Kimwetich, Musango & Mutisya, 2019). Brezilya'da 2011-2017 yılları arasında 184.525 cinsel şiddet vakası rapor edilmiş ve bu vakaların %31.5'ini çocuklar, %45.0'ını ergenler oluşturmaktadır (Salvador ve ark., 2016).

DSÖ tarafından 2010 yılında Türkiye genelinde 7-18 yaş aralığındaki 2216 çocukla yapılan çalışmada son bir yıl içinde maruz kalınan duygusal istismar oranı %51, fiziksel istismar oranı %43, cinsel istismar oranı %3 ve ihmal oranı %25 olarak tespit edilmiştir. 2013 yılında DSÖ tarafından Türkiye'de okuyan 2257 üniversite öğrencisiyle yapılan bir diğer çalışma raporunda, katılımcıların hayatlarının ilk 18 yılında fiziksel istismara %21, cinsel istismara %7.9, duygusal istismara %9.8 oranında maruz kaldıkları belirtilmiştir (Ulukol, Kahiloğulları, & Sethi, 2014). Çalışmada diğer istismar türlerine dair sorulara yanıt verme oranları %96.4-%99.9 oranlarındayken, cinsel istismar geçmişine dair soruya katılımcıların %85'i tarafından yanıt verilmesi cinsel istismara dair gerçek oranın çok daha yüksek olabileceği ve katılımcıların travmatik deneyimleri nedeniyle cevap vermekten kaçınmış olabilecekleri ifade edilmektedir, çünkü istismar/ihmal oranlarının son 15 yılda yapılan çalışmaların ortaya çıkardığı oranlardan daha düşük olduğu ifade edilmektedir.

Türkiye'de İzmir, Denizli ve Zonguldak illerinde yaşayan 7540 çocukla yapılan bir diğer çalışmada ise duygusal, fiziksel istismar ve ihmal oranları sırasıyla %70,5; %58,3; %42,6, son bir yıldaki sıklıklar ise sırasıyla %62,7; %46,0; %37,5 olarak tespit edilmiştir (Sofuoğlu ve ark., 2014). Yaşam boyu birden fazla fiziksel/ duygusal istismar/ ihmal türüne maruz kalma sıklığı %78.6 olarak tespit edilirken son 12 ay içinde bu sıklık %70.7 olarak ifade edilmiştir (Sofuoğlu ve ark., 2014). Farklı istismar türlerinin bir arada bulunması istisna değildir. Okul çağındaki 2.200 istismar mağduru çocuk ve ergen üzerinde yapılan bir çalışmada, çocukların az bir kısmının yalnızca tek bir istismar türüne maruz kaldığı görülmüştür (Zeanah & Humphreys 2018).

4-6 yaş aralığında çocuğu olan annelerle yapılan bir çalışmada, annelerin %95'inin çocuğuna istismar uygulama potansiyeli orta düzeyde tespit edilmiştir (Çapık, Ejder-Apay & Mermertaş, 2019). Kaytez ve Deleş, (2020)'in çalışmasında da annelerin istismar uygulama potansiyeli orta düzeyde bulunmuştur. Bilgen ve Karasu (2017), 185 anneyle yaptıkları bir çalışmada %89.7'sinin en az bir kez fiziksel istismar/ihmal, %79.5'inin ise en az bir kez duygusal istismar/ihmal olarak tanımlanacak bir davranışta bulunduğunu tespit etmiştir. 848 anneyle yapılan bir diğer çalışmada annelerin %64.8'inin fiziksel istismar, %63.3'ünün duygusal istismar, %36'sının fiziksel ihmal ve %7'sinin duygusal ihmal uyguladığını tespit etmiştir (Altıparmak ve ark., 2013). Akmatov (2011) çalışmasında gelişmekte olan ülkelerde çocuk istismar ve ihmalinin yaygınlığının daha fazla olduğunu ifade etmektedir. 26 gelişmekte olan ülkede 124.916 çocukla yapılan bir çalışmada 2-5 ve 6-10 yaş gurubundaki çocukların fiziksel istismar başta olmak üzere erkek çocuklarının fiziksel ve duygusal istismara daha fazla maruz kaldıkları tespit edilmiştir (Akmatov, 2011).

Çocuklar ayrıca savaş ve şiddet suçlarının mağdurları olmaktadır. 2014 yılında yılda yaklaşık 41.000 çocuk cinayeti vakasının meydana geldiği tahmin edilmektedir (Devakumar & Osrin, 2016). ABD'de 2016 yılında kötü muameleden ölen 1750 çocuğun %44'ünden fazlasının ölüm nedeni fiziksel istismardır. Dünya çapında, tüm çocuk cinayetlerinin %56.5'ini ebeveynlerin işledikleri bildirilmektedir (Rodriguez & Pu, 2020).

Çocuk İstismarı ve İhmalinin Risk Faktörleri

Çocuk istismarı tüm ırk, etnik köken ve sosyoekonomik gruplarda görülen bir durum (Gonzalez ve ark., 2020) olmakla birlikte alan çalışmaları istismar davranışının ortaya çıkmasını kolaylaştıran risk faktörlerinden bahseder. Çocuk istismarı ve ihmali için risk faktörleri, sosyoekonomik stres faktörlerinden zararlı kültürel uygulamalara kadar çok faktörlüdür ve hepsi çeşitli derecelerde çocuk istismarına katkıda bulunur (Adigun, Mikhail, Krawiec & Hatcher, 2020). Bir çocuğun istismara ve ihmale uğrama riskini birden fazla faktör artırır. Bunlar, bireysel düzeydeki riskler, aile düzeyindeki riskler, çevresel düzeydeki riskler ve toplumsal risklerdir. Ayrıca, çocuklara kötü muamele riskini azaltan koruyucu faktörler de vardır. Çocuk gelişimi ve ebeveynlik ile ilgili ebeveyn eğitimi, sosyal destek ve ebeveyn dayanıklılığı önleyici faktörler arasında yer alır (Gonzalez ve ark., 2020).

Bireysel düzeydeki riskler: Anne ve babalar arasında istismara yönelik farkındalık düzeyi arasında bir farklılık görülmemekle birlikte (Meraki & Çalık-Var, 2019), erkeklerin istismar potansiyellerinin kadınlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Can & Beyazıt, 2018). Babaların psikolojik ve ekonomik stres düzeyinin babalık rollerine de yansıyabileceği ve çocuklarına yönelik istismara dair risk faktörü oluşturabileceği öne sürülmektedir (Can & Beyazıt, 2018).

Genç ebeveynlerin fiziksel istismar açısından daha büyük risk altında olduğu düşünülmektedir. Muhtemelen bu durum sınırlı yaşam deneyiminin ve sınırlı kaynakların bir yansımasıdır (Rodriguez & Pu, 2020). Annelerle yapılan bir çalışmada annelerin yaşı arttıkça istismar uygulama potansiyellerinin düştüğü ve çalışan annelerin çocuklarını daha az istismar ettikleri tespit edilmiştir (Pekdoğan, 2016). Annenin çalışıyor olmasının ekonomik bağımsızlık ve buna bağlı olarak stres seviyesinde azalama ile ilişkili olabileceği ifade edilmektedir (Pekdoğan, 2016). Ayrıca yaş değişkeni değerlendirildiğinde artan yaşla annelerin birden fazla çocuğa sahip olma olasılığının artması ve ilk çocuklarındaki olumsuz davranışları konusunda zaman içinde daha fazla bilinçlenmeleri bir etken olabilecektir. Nitekim, bir çalışmada okul öncesi dönem çocuğu olan annelerin istismar uygulama potansiyellerinin çocuklarının ilk ya da sonraki çocuk olmasına göre değiştiği ve ilk çocuğu olan annelerin istismar potansiyelinin daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Kaytez & Deleş, 2020). Bir diğer çalışma ise çocuk sayısı arttıkça birden fazla istismar davranışında bulunma oranının da arttığını tespit etmiştir (Çalışkan ve ark., 2019).

Bazı çalışmalarda, eğitim durumunda artışla birlikte fiziksel istismar uygulama riskinin düştüğü ifade edilmektedir (Çalışkan ve ark., 2019; Tucker & Rodriguez, 2014). Artan eğitim seviyesiyle istismar konusunda farkındalık düzeyinin arttığı ve daha az istismar davranışında bulunulduğu ifade edilmektedir (Bilgen & Karasu, 2017; Can & Beyazıt, 2018; Dallar-Bilge ve ark., 2013; Kaytez & Deleş 2020; Koçak & Büyükgönenç, 2011; Meraki & Çalık-Var, 2019).

Ebeveynlerin istismar potansiyeline dair bir diğer önemli risk faktörü ise ebeveynin kendi ailesinden gördüğü şiddettir. Ebeveynlerin çocuk istismarı geçmişi önemli bir risk alanı olarak görülmektedir. Kendi çocukluklarında istismar ve/veya ihmal yaşamış ebeveynlerin çocukları, çocuk ihmali mağduru olma riski altındadır. Farklı çocuk istismarı türlerinin nesiller arası aktarımına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (Altıparmak ve ark., 2013; Koç ve ark., 2012; Mulder, Kuiper, van der Put, Stams & Assink, 2018). Çocukluk döneminde ailesi tarafından fiziksel istismara maruz kalan annelerin maruz kalmayanlara kıyasla çocuklarına fiziksel istismar uygulama oranları daha yüksek olarak bulunmuştur (Çalışkan ve ark., 2019). Örselenmiş çocukluk dönemi yaşantılarıyla çocuğuna istismar uygulama potansiyeli açısından tüm istismar ve ihmal tipleri açısından orta düzeyde ilişki olduğu ifade edilmektedir (Can & Beyazıt, 2018; Kaytez & Deleş, 2020). Can ve Beyazıt (2018) yaptıkları çalışmada çocukluk dönemi ihmal ve istismara uğramanın çocuklarına istismarda bulunma potansiyelinin %27'sini açıkladığını tespit etmiştir. Çocukluk döneminde istismara maruz kalan ebeveynler çocuklarının cezayı hak ettiklerini daha fazla düşünmektedirler (Dallar-Bilge ve ark., 2013).

Yukarıda belirtilen ve akademik çalışmaların konusu olmuş risk faktörlerinin yanında ebeveynlerdeki kişisel ve sosyal uyumda yaşanan sorunlar (Can & Beyazıt, 2018), düşük benlik saygısı (Altıparmak ve ark., 2013), madde kullanımı (Adigun ve ark., 2020; Koç ve ark., 2012) ve alkol kullanımı (Adigun ve ark., 2020; Jose & Cherayi, 2020) da istismar ve ihmal için risk faktörleri arasında gösterilmektedir. Özellikle ebeveynin stresle baş etme becerilerini kullanamamasının çocukla iletişimine de yansıması ve çocuğun istismar edilmesi ve uygun olmayan disiplin yöntemlerinin kullanılmasının ebeveyn tarafından haklı görülmesine neden olabilmektedir (Tucker & Rodriguez, 2014).

Çocuğun istenmeyen veya planlanmamış hamilelik sonucu doğumu, annenin duygusal olarak bu role hazır olmaması nedeniyle istismar veya ihmal için risk oluşturabilmektedir (Adigun ve ark., 2020). Birçok çalışmaya göre, cinsel istismar için çocuğun cinsiyeti risk faktörüdür ve kız çocukları erkek çocuklarına göre daha fazla risk altındadır (Beyazıt & Ayhan, 2015). Kritik bir risk faktörü de çocuğun yaşıdır. Yeni doğan ile 10 yaş arasındaki çocuklar, fiziksel istismar açısından en yüksek risk grubundadır (Ben-Natan ve ark., 2014; Gonzalez ve ark., 2020). Yaş büyüdükçe, risk düşmektedir. Cinsel istismarda ise istismarların çoğu 10-15 yaş arasındaki çocuklara yönelik gerçekleşmektedir (Hill & Kearl, 2011; Speizer, Goodwin, Whittle, Clyde & Rogers, 2008). Cinsel gelişim aşamasında çocuğun cinsel merakının artması çocuğu cinsel istismara açık hale getirebilmektedir. Zayıf iletişim becerisine sahip, çabuk sinirlenen, hırçın, davranış ve duygusal problemleri olan çocuklar da istismar ve ihmal için risk grubundadır (Weldvijk, Proper, Hoeven-Mulder & Bemelsman,2012).

Aile düzeyindeki riskler: Çocuk istismar ve ihmal olgularının yaklaşık 3'te 1'inde parçalanmış aile, düşük sosyoekonomik düzey gözlenmektedir (Koç ve ark., 2012; Meraki & Çalık-Var, 2019). Fiziksel çocuk istismarı oranları, iki biyolojik ebeveyni olan ailelerde daha düşük, tek biyolojik ebeveyni olan ve partnerle birlikte yaşayan ailelerde en yüksek düzeydedir (Rodriguez & Pu, 2020).

Özellikle tek ebeveynlik ve düşük gelir düzeyinin stres seviyesini artırdığı ve bu durumun da annelerin çocuklarına yönelik istismarına dair güçlü bir risk faktörü oluşturduğu ifade edilmektedir (Tucker & Rodriguez, 2014).

Fiziksel istismarda aile içindeki şiddetin varlığı da risk faktörlerinden biri olarak tanımlanmaktadır (Annerbäck, Wingren, Svedin & Gustafsson, 2010; Ben-Natan ve ark., 2014; Çalışkan ve ark., 2019). Ayrıca aile içi şiddete çocuğun tanıklık etmesi duygusal istismara yol açmaktadır (Adigun ve ark., 2020).

Çevresel düzeydeki riskler: Ebeveynler arasındaki yoksulluk en fazla ihmalle ilişkilendirilen risk faktörüdür. İhmal, ebeveynin çocuğun temel ihtiyaçlarını karşılayamamasının bir sonucu olabilir. Aynı şekilde ebeveynlerin işsiz olması, istismar için bir öncül olabilmektedir (Adigun ve ark., 2020). Çocuklarını fiziksel olarak istismar edenler arasında işsizlik oranları daha yüksektir (Rodriguez & Pu, 2020). Sosyoekonomik düzeyin etkisinin, çocuklara istismar uygulama açısından ebeveynin yaşı ve çocuk sayısı değişkeninden daha kuvvetli bir değişken olabileceği düşünülmektedir. Düşük sosyoekonomik düzey ailenin kaynaklarını azaltmakta ve bununla bağlantılı olarak ebeveynin üzerindeki artan stres çocuklarına yönelik istismar potansiyelini artırabilmektedir (Can & Beyazıt, 2018).

Özellikle annelerde sosyal yalıtılmışlığın ve sosyal destek eksikliğinin istismarda risk faktörü olabileceği belirtilmektedir. Sosyal destek eksikliği yoksullukla birleştiğinde istismar için risk artmaktadır. Daha fazla sosyal destekle ebeveyni ve çocuğu besleyebilecek maddi, duygusal ve karar verme/problem çözme desteği artacak, stres azalacaktır. Ayrıca sosyal destek veren yetişkin çocuğu istismardan koruyucu faktör olabilmektedir (Pillado, Kim & Dierkhising, 2010).

Toplumsal düzeydeki riskler: Özellikle toplumumuzda çocuğun terbiye edilme amaçlı fiziksel şiddete uğraması oldukça yaygındır. Fiziksel şiddet uygulanarak çocuğu disiplin etme sıkça görülen bir davranış biçimi olup birçok ailede günlük hayatın bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır (Aktay, 2020). Dayakla disiplin sağlamaya yönelik tutumların sıklıkla kabul edildiği gelişmekte olan ülkelerde, bu tutum ebeveynlerin istismar davranışları için önemli risk faktörlerinden biri olarak bulunmuş, ekonomik yetersizlik durumunda bu riskin daha da arttığı ifade edilmiştir (Akmatov, 2011).

Çocuk istismarı ve ihmali için toplumsal düzeyde ciddi bir risk faktörü de cinsiyete dayalı ayrımcılıktır. Bazı toplumlarda kız çocuğu daha da fazla risk altındadır. Kız çocuklarının sünneti, erken yaşta evlilik ve eğitimden mahrum bırakma gibi ihmal ve istismar biçimleri (Adigun ve ark., 2020) cinsiyete dayalı ayrımcılığın yoğun olduğu ülkelerde sıklıkla görülmektedir. Kentleşmenin yaygınlaşmasına ve evlilik yaşının artmasına rağmen bazı bölgelerde ortalama evlilik yaşı hala düşüktür (Sattarzadeh, Farshbaf-Khalili & Hatamian-Maleki, 2019). Machel, Pires ve Carlsson'a (2013) göre dünya çapında kız çocuklarının % 34'ü 18 yaşından önce, % 11'i 15 yaşından önce evlenmektedir. Erken yaşta evlilik aile içinde meşru görülmekte ve nesilden nesile aktarılarak geleneksel bir uygulama olarak görülmektedir (Yiğit, 2016).

Bir diğer istismar biçimi olan kız çocuklarının sünneti, derin sosyolojik kökleri olan, kızların iffetini koruduğu, doğurganlığı koruduğu, hijyen sağladığı ve erkekler için cinsel hazzı arttırdığı yönünde görüşleri besleyen kültürel öneme sahiptir. Kadın sünneti, kadınlığa geçişin bir başlangıç ayini olarak kullanılır ve evlilik dışı cinsel ilişki arzusunu azaltarak evlilik öncesi bekareti korumayı ve sadakati sağlamayı amaçlar. Ailelerin toplum tarafından kabul görmesi için bir toplumsal norm olarak sunulur. Sosyal sözleşmeler, ebeveynlere kızlarını evliliğe ve yetişkinliğe hazırlamak için sünnet yaptırmaları konusunda baskı yapmaktadır. Ebeveynler ve dini liderler, gelecek nesillerin geleneği sürdürmelerini sağlamak için toplumlarında sünneti zorunlu kılar. Kadın sünneti, en çok Sahra altı Afrika, Orta Doğu ve Asya'da gelişmekte olan ülkelerde gerçekleştirilir. Bazı bölgelerde yaygınlık oranının %99 olduğu tahmin edilmektedir. Prosedür, rutin olarak altı ile sekiz yaşları arasında gerçekleştirilir. Vakaların çoğunluğunda sünnet tıbbi anestezikler kullanılmadan, steril olmayan bir ortamda gerçekleşir (Klein, Helzner, Shayowitz, Kohlhoff & Smith-Norowitz, 2018). Dünya çapında her gün yaklaşık 6.000 kız çocuğunun sünnet edildiği tahmin edilmektedir (Ofor & Ofole, 2015).

Çocuk istismarı ve ihmaline yönelik araştırmalar farklı risk faktörlerini ortaya koysa da son yıllardaki çocuğa yönelik kötü muameleyi açıklayan teoriler, genellikle çoklu risk ve koruyucu faktörler arasındaki etkileşimlere odaklanır ve bu faktörler arasındaki etkileşim biçiminin, çocuklara kötü muamelenin gerçekleşip gerçekleşmemesinde belirleyici olduğunu belirtir. Çocuk ihmali için çoklu risk faktörlerinin etkilerinin incelendiği bir meta-analiz çalışmasında, çocuk ihmalinin ortaya çıkmasında birden fazla risk faktörünün rol oynadığı bulunmuş ve bu bulgular, çocuk ihmalinin belirli bir risk faktöründen ziyade birden çok neden tarafından belirlendiğini ortaya koymuştur. Genel olarak bu çalışma, çocuk ihmalinin en güçlü yordayıcılarının, antisosyal kişilik özellikleri, suçluluk öyküsü, zihinsel/psikiyatrik sorunlar ve düşük eğitim düzeyi gibi ebeveyn özellikleri olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, bir çocuğun gelişiminin uzak sosyal sistemlerden ziyade yakın sosyal sistemlerden daha fazla etkilendiğini belirten ekolojik modellerle uyumludur (Mulder ve ark., 2018).

İstismar ve İhmalin Olumsuz Sonuçları

İstismar çocukların fiziksel ve psikolojik sağlıkları için ciddi bir tehdittir (Adams, Mrug & Knight, 2018). Çocuk istismarı ve ihmali bilişsel, duygusal, sosyal, dil, ve nörobiyolojik gelişimdeki sorunlara yol açar. Ruh sağlığı sorunları, çocuk istismarı ve ihmalinin en göze çarpan sekelleri arasındadır. 2-14 yaş arasındaki istismar mağduru çocukların yaklaşık yarısının (%48) klinik olarak önemli duygusal veya davranışsal belirtilere sahip olduğu bildirilmiştir (Zeanah & Humphreys, 2018). Fiziksel veya cinsel istismara uğrayan çocukların gelecekte depresyon, anksiyete, travma sonrası stres bozukluğu gibi psikopatolojiler geliştirmesi olasıdır (Adams ve ark., 2018).

İstismar ve ihmale maruz kalan çocuklarda ortak olarak sıklıkla görülen davranışsal belirtiler eve gitmek istememe, ani öfke patlamaları, dokunulmaya karşı irkilme, önceden zevk aldıkları etkinlikleri yapmak istememe ve sosyal iletişimden çekilme, düşük özgüven, intihar düşünceleri ya da yıkıcı davranışlar sergileme, acı veren müdahalelere tepki vermeme, dikkat çekmek için alışılmadık davranışlar sergileme olarak belirtilmektedir (Odhayani, Watson & Watson, 2013).

Çocuk istismarı ve ihmali karşıt gelme bozukluğu, antisosyal kişilik bozukluğu, anksiyete ve depresyon ve sosyal problemler gibi ilerleyen dönem psikopatolojilerle bağdaştırılmaktadır (McCory, A

De Brito & Viding, 2012). Yapılan akademik çalışmalarda intihar eğilimi (Allbaugh ve ark., 2017), depresif bozukluklar, anksiyete bozuklukları, travma sonrası stres bozukluğu (Kisely ve ark., 2021), içselleştirilmiş ve dışsallaştırılmış problemler, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB) (Jose & Cherayi, 2020), alkol ve madde kullanımı (Herrenkkohl, Hong, Klika, Herrenkohl & Russo, 2013) rapor edilmiştir. Birden fazla istismar ya da ihmale maruz kalma durumunda ise risk katsayısı artmaktadır (Mills ve ark., 2013). Bunun yanında duygu düzenleme sorunları, aleksitimi, dürtüsellik, romantik ilişkilerde şiddete maruz kalma ve uygulama (Berzenski & Yates, 2010), özellikle kadınlarda eğitim hayatını yarıda bırakma ve ekonomik alanda sorunlar (Currie & Widom, 2010) da çocukluk dönemi istismar ve ihmaline maruz kalanlar tarafından bildirilen olumsuz sonuçlar arasındadır.

Kanada'da 23.395 kişiyle yapılan bir çalışma, çocukluk dönemi istismarının ruhsal sorunlar haricinde bedensel sorunlara da yol açtığını tespit etmiştir (Afifi ve ark., 2016). Sırt ağrıları, migren atakları, arterit, kanser gibi birçok fiziksel rahatsızlığın çocuk istismarı ile bağlantısı tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak istismar deneyimlerinin beyindeki hipotalamus-adrenal bezlerde değişimlere neden olduğu bununla bağlantılı olarak da kortizol seviyesindeki artışın yüksek kan basıncı ve fiziksel rahatsızlıklarla bağlantılı olabileceği ifade edilmektedir. Ayrıca çocukluktaki istismara dair travmaların bağışıklık sistemini de olumsuz yönde etkilediği ve bedensel sorunlara yol açtığı ifade edilmektedir (Afifi ve ark., 2016).

Çocukluk dönemi fiziksel istismarının ilerleyen dönemlerde anksiyete, depresyon ve TSSB ile ilişkili olduğu, erken çocukluk ve ergenlik döneminde ise özellikle TSSB ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Adams ve ark., 2018). Ayrıca bir çalışma çocukluk dönemi fiziksel istismarının yetişkinlikte romantik ilişkilerde erkeklerde kaçıngan bağlanma stiline neden olabileceğini tespit etmiştir (Unger & De Luca, 2014). Depresyon, anksiyete, öfke problemleri, fiziksel sorunlar da bir başka çalışmada tespit edilmiştir (Springer, Sheridan, Kuo & Carnes, 2007). İsveç'te 3288 lise öğrencisiyle yapılan bir çalışmada fiziksel istismar geçmişi olan ergenlerin daha fazla depresyon, anksiyete, özgüven problemleri ve toplumsal uyum gösterdikleri ve kız çocuklarının ruhsal semptomları erkeklere kıyasla daha fazla gösterdikleri tespit edilmiştir (Nilsson, Nordas, Pribe & Svedin, 2017). Ruhsal semptomlarda istismarın anne ya da baba tarafından gerçekleştirilmiş olmasının etkisi bulunmamaktadır. Ayrıca istismara maruz kalan ergenler ebeveynlerini daha ilgisiz, şefkat göstermeyen ve kontrol edici olarak tanımlamakta, istismarcının anne olması durumunda annenin ilgisiz babanın ise kontrolcü olarak tanımlanma oranı daha yüksek olmaktadır (Nilsson ve ark., 2017).

Cinsel istismar, kısa ve uzun vadede çok çeşitli zihinsel, ruhsal ve somatik sorunların riskini artırmaktadır. Bildirilen sorunlar arasında, artan intihar ve intihar girişimi riski, travma sonrası stres bozukluğu, anksiyete, depresyon, uyku bozuklukları, yeme bozuklukları, madde kötüye kullanımı, cinsel sorunlar, sosyal bozulma, kişilerarası sorunlar, gastrointestinal bozukluklar, obezite, kronik ağrı gibi somatik sorunlar bulunmaktadır (Hailes, Yu, Danese & Fazel, 2019). Dönmez ve arkadaşlarının (2014) çalışmasında cinsel istismar mağduru çocuk ve ergenlerin %33'üne travma sonrası stres bozukluğu, %25,6'sına akut stres bozukluğu, %25,1'ine ise major depresif bozukluğu tanısı konmuştur. Birçok çalışmada çocuk istismarı ile borderline kişilik örgütlenmesi arasında başta cinsel istismar olmak üzere pozitif yönde anlamlı bir ilişki saptanmıştır (McFetridge ve ark., 2015; Frias ve ark., 2017; Bora, 2019). Sansone ve arkadaşlarının (2011) çalışmasında cinsel istismarın borderline kişilik bozukluğunun tek ve bağımsız yordayıcısı olduğu bulunmuştur. Erel ve Gölge (2015)'nin çalışmasında da çocuk cinsel istismarı ile dürtüsellik, riskli davranışlar ve kontrolsüz cinsel ilişki arasında ilişki bulunmuştur. Suç ve saldırganlık, alkol ve madde kullanımı, cinsellik işlev bozuklukları ve yeme bozuklukları da cinsel istismar ile ilişkisi bulunan diğer problemlerdir (Hall & Hall, 2011).

Diğer istismar türleri gibi duygusal istismarın da bireyin ruhsal gelişimi açısından olumsuz sonuçları bulunmaktadır. Duygusal istismar çocuğun kişilik ve gelişimine zarar vermekte (Aktay, 2020), sosyal iletişimi kısıtlamakta ve çocuğun benlik saygısını zedelemektedir (Odhayani ve ark., 2013). Ayrıca duygusal istismar çocuğun duygusal gelişimine zarar vererek sağlıklı baş etme mekanizmalarının gelişmesinin engellemektedir (Berzenski & Yates, 2010). 5172 katılımcıyla gerçekleştirilen boylamsal bir çalışma, ergenlerde duygusal istismar deneyiminin ruh sağlığına ilişkin problemler açısından cinsel ve fiziksel istismar kadar belirleyici olduğu tespit edilmiştir (Mills ve ark., 2013).

Klinik popülasyonda yapılan bir çalışmada, duygusal istismarın özellikle duygu durum bozukluklarıyla ilişkili olduğu, depresyon, umutsuzluk, intihar düşünceleri, anksiyete ve dürtüsellik semptomlarının ciddi düzeyde görüldüğü tespit edilmiştir (Martins, Baes, Tofoli & Juruena, 2014). Özellikle çocuğun kendine dair değerli olma algısının zedelendiği duygusal istismarın stres verici yaşam olayları karşısında duyarlılığa neden olarak depresyon riskini artırdığı tespit edilmiştir (Shapero ve ark., 2014). Duygusal istismara maruz kalan çocuklar olaylara olumsuz atıflarda bulunmakta ve depresif belirtiler göstermektedirler (Gibb & Abela, 2008). Ayrıca ergenlerde riskli davranışlarda bulunmaya yönelik bir risk faktörü olduğu, öz yeterlik ve psikolojik sağlamlık düzeyinde artışın ise koruyucu bir faktör olabileceği ifade edilmektedir (Arslan & Balkıs, 2016).

Özellikle duygusal istismarın yetişkinlikteki yakın ilişkilerde özellikle duygu düzenleme becerilerinin doğru kullanılamamasına bağlı olarak şiddete uğrama ve şiddet gösterme ile yüksek düzeyde ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Berzenski & Yates, 2010). Duygu düzenleme becerilerinde sorunlar bir başka çalışmada da bulunmuş, özellikle duygusal istismar ve ihmal geçmişinin yeme bozuklukları ile ilişkili olduğu ve duygu düzenleme becerilerindeki sorunların da bu riski artırdığı tespit edilmiştir (Vajda & Lang, 2014). Özellikle kadınlarda duygusal istismar ve yaşam doyumu ile algılanan sağlık arasında daha güçlü bir ilişki bulunmuştur (Gavin, 2011). Duygusal istismarın yaşam boyu yaşam doyumuna ve sağlığa yönelik algıları olumsuz etkilediği ifade edilmektedir (Gavin, 2011).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Adams, J., Mrug, S. & Knight, D.C. (2018). Characteristics of child physical and sexual abuse as predictors of psychopathology. *Child Abuse & Neglect, 86*, 167-177. [Crossref]

Adigun, O.O., Mikhail;, A.G., Krawiec, C., Hatcher, J.D. (2020). Abuse and Neglect, StatPearls [Internet], https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK436015/.

Afifi, T.O., MacMillan, H.L., Boyle, M., Cheung, K., Taillieu, T., Turner, S. & Sareen, J. (2016). Child abuse and physical health in adulthood, *Health Reports, 27*(3), 10-18.

Ağırtan, C., Akar, T. & Akbaş, S. ve ark. (2009). Establishment of interdisiplininary child protection teams in Turkey 2002-2006: Identifying the strongest link can make a difference! *Child Abuse&Neglect, 33*, 247-255.

Akmatov, M.K. (2011). Child abuse in 28 developing and transitional countries-results from the Multiple Indicator Cluster Surveys. *International Journal of Epidemiology, 40*(1): 219-227. [Crossref]

Aktay, M. (2020). İstismar ve ihmalin çocuk üzerindeki etkileri ve tedavisi. *Gelişim ve Psikoloji Dergisi, 1*(2), 169-184.

Allbaugh, L.J., Florez, I.A., Turmaud, D.R., Quyyum, N., Dunn, S.E., Kim, J. & Kaslow, N.J. (2017). Child abuse-suicide resilience link in African American women: Interpersonal psychological mediators. *Journal of Aggression, Maltreatment & Trauma, 26*(10), 1055-1071. [Crossref]

Altıparmak, S., Yıldırım, G., Yardımcı, F. & Ergin, D. (2013). Annelerden alınan bilgilerle çocuk istismarı ve etkileyen etkenler. *Anatolian Journal of Psychiatry, 14*, 354-361. [Crossref]

Amerikan Psikiyatri Birliği, (2014). DSM-5: *Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El Kitabı*. (Çev, E. Köroğlu). Hekimler Yayın Birliği.

Annerbäck, E.M., Wingren, G., Svedin, C.G. & Gustafsson, P.A. (2010). Prevalence and characteristics of child physical abuse in Sweden: Findings from a population-based youth survey. *Acta Paediatrica, 99*(8), 1229-36. [Crossref]

Arslan, G. & Balkıs, M. (2016). Ergenlerde duygusal istismar, problem davranışlar, öz- yeterlik ve psikolojik sağlamlık arasındaki ilişki. *Sakarya University Journal of Education, 6*(1), 8-22. [Crossref]

Ben-Natan, M., Sharon, I., Barbashov, P., MinasyanY., Hanukayev, I., Kajdan, D. & Klein-Kremer, A., (2014). Risk factors for child abuse: quantitative correlational design. *Journal of Pediatric Nursing, 29*(3):220-227. [Crossref]

Berzenski, S.R. & Yates, T.M. (2010). A developmental process analysis of the contribution of childhood emotional abuse to relationship violence. *Journal of Aggression, Maltreatment & Trauma, 19*(2), 180-203. [Crossref]

Beyazıt, U. & Ayhan, A.B. (2015). Türkiye'de yapılmış çocuğun mağdur olduğu cinsel istismar olgularını konu alan bilimsel çalışmaların incelenmesi. *Journal of Academic Social Science Studies, 31*, 443-53. [Crossref]

Bilgen, F.G. & Karasu, F. (2017). Anneleri tarafından çocuklara uygulanan duygusal ve fiziksel istismar/ihmal davranışları. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7*(13), 22-34.

Bilim, G. (2012). *Çocukluk çağı örselenme yaşantıları: Duygu düzenleme, kişilerarası tarz ve genel psikolojik sağlık açısından bir inceleme.* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi], Ankara Üniversitesi, Ankara.

Bora, A. (2019). *Çocukluk çağı örselenmelerindeki savunma mekanizmaları ve duygu düzenleme güçlüğünün borderline ve narsisistik kişiilik örgütlenmeleri üzerindeki etkisinin incelenmesi* Yayımlanmamış DoktoraTezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp Enstitüsü, İstanbul.

Can, G. & Beyazıt, U. (2018). Çocuk istismarı potansiyelini yordayan faktörlerin incelenmesi. *Mediterranean Journal of Humanities, 8*(1), 87-99. [Crossref]

Currie, J. & Widom, C.S. (2010). Long-term consequences of child abuse and neglect on adult economic well-being. *Child Maltreatment, 15*(2), 111-120. [Crossref]

Çalışkan, Z., Evgin, D., Musalli, E., Akşit, B., Durgun, Ö.N. & Türe, N. (2019). Annelerin çocuklarına yönelik istismar/ihmal davranışları ve etkileyen faktörler. *Güncel Pediatri, 17*(2), 425-441. [Crossref]

Çapık, A., Ejder-Apay, S. & Mermertaş, Ü. (2019). 4-6 yaş çocuğa sahip annelerin istismar potansiyelinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kadın Araştırmaları Dergisi, 1*(2), 57-63.

Dallar-Bilge, Y., Taşar, M.A., Kılınçoğlu, B., Özmen, S., Tıraş, Ü. (2013). Alt sosyoekonomik düzeye sahip anne-babaların çocuk istismarı ve ihmali hakkındaki bilgi düzeyleri, deneyimleri ve kullandıkları disiplin yöntemleri. *Anadolu Psikiyatri Dergisi, 14*(1), 27-35.

Department for Children, School and Families (2010). Working Together to Safeguard Children: Government response to public consultation, Chapter 8, Serious Case Reviews. London: DCSF. www.dcsf.gov.uk/consultations/downloadableDocs/Serious%20Case%20Reviews%20 consultation%20results.pdf

Devakumar, D. & Osrin, D. (2016). Child homicide: A global public health concern. *PLoS Med 13*(4): e1002004. [Crossref]

Dönmez, Y. E., Soylu, N., Özel Özcan, Ö., Yüksel, T. & Çalışkan Demir, A. (2014). Cinsel istismar mağduru çocuk ve ergen olgularımızın sosyodemografik ve klinik özellikleri. *Journal of Turgut Ozal Medicine Centre, 21*(1), 44-48.

Dünya Sağlık Örgütü, (2006). Preventing child maltreatment: a guide to taking action and generating evidence. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43499/9241594365_eng.pdf?sequence=1

Dünya Sağlık Örgütü, (2020). Violence against children. Erişim adresi: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/violence-against-children.

Erel, Ö. & Gölge, Z.B. (2015). Üniversite öğrencilerinde riskli davranışlar ile çocukluk çağı istismar, dürtüsellik ve riskli davranışlar arasındaki ilişki. *Anatolian Journal of Psychiatry, 16*, 189-197. [Crossref]

Faller, K.C. & Henry, J. (2000). Child sexual abuse: A case study in community collaboration. *Child Abuse and Neglect, 24* (9):1215-25. [Crossref]

Faller, K.C. (1981). Social work with abused and neglected children: A manual of interdisciplinary practice. Free Press.

Frias, A., Gonzalez, L., Palma, C. & Farriols, N. (2017). Is there a relationship between borderline personality disorder and sexual masochism in women. *Archives of Sexual Behavior, 46*(3), 747-754. [Crossref]

Gavin, H. (2011), Sticks and stones may break my bones: The effects of emotional abuse. *Journal of Aggression, Maltreatment & Trauma, 20*(5), 503-529. [Crossref]

Gibb, B.E. & Abela, J.R.Z. (2008). Emotional abuse, verbal victimization, and the development of children's negative inferential styles and depressive symptoms. *Cognitive Therapy and Research, 32*, 161-176. [Crossref]

Gonzalez, D., Mirabal, A.B, & McCall, J.D. (2020). Child Abuse and Neglect. StatPearls [Internet]. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459146/).

Hailes, H.P., Yu, R., Danese, A. & Fazel, S. (2019). Long-term outcomes of childhood sexual abuse: an umbrella review. *Lancet Psychiatry, 6*, 830-39. [Crossref]

Hall, M., & Hall, J. (2011). The long-term effects of childhood sexual abuse: Counseling implications. Retrieved from http://counselingoutfitters.com/vistas/vistas11/Article_19.pdf

Hatunoğlu B.Y. & Hatunoğlu, A. (2005). Öğretmenlerin fiziksel cezalandırmaya ilişkin görüşleri. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6,* 105- 115.

Herrenkkohl, T.I., Hong, S., Klika, J.B., Herrenkohl, R.C. & Russo, M.J. (2013). Developmental impacts of child abuse and neglect related to adult mental health, substance use, and physical health. *Journal of Family Violence, 28*(2), 191-199. [Crossref]

Hibbard, R., Barlow, J. & MacMillan, H. (2012). *Psychological maltreatment. Pediatrics, 130*(2), 372-378. [Crossref]

Hill, C. & Kearl, H. (2011). Crossing the Line: Sexual harassment at school. AAUW.

İbiloğlu, A.O., Atlı, A., Oto, R. & Özkan, M. (2018). Çocukluk çağı cinsel istismar ve ensest olgularına çok yönlü bakış. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 10*(1), 84-98. [Crossref]

Jose, J.P. & Cherayi, S.J. (2020). Effect of parental alcohol abuse severity and child abuse and neglect on child behavioural disorders in Kerala. *Child Abuse & Neglect, 107*, 1-8. [Crossref]

Juma, J.A., Kimwetich, D.K., Musango, P.C.& Mutisya, D.N. (2019). Analysis of the prevalence & implications of sexual abuse among children: a study among healthcare givers at gvrc nairobi women's hospital, Nairobi county, Kenya. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering, 5* (7), 59-64. [Crossref]

Kanak, M. & Pekdoğan, S. (2020). 3-6 yaş çocuğa sahip ebeveynlerin duygusal istismar potansiyellerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi, 9*(4), 1029-1046. [Crossref]

Kaytez, N. & Deleş, B. (2020). Okul öncesi dönemde çocuğu olan annelerin istismar farkındalık düzeylerinin örselenmiş çocukluk yaşantıları açısından incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi, 8*(2), 321-335. [Crossref]

Kempe, C., Denver, N., Silverman, F., Cincinati, B., Droegemuellerm, W., Silver, H. & Denver, K. (1985). The battered child syndrome. *Child Abuse & Neglect, 9*(2):143-154. [Crossref]

Kinnear, K.L. (2007). Childhood Sexual Abuse: *A Reference Handbook*. ABC- CLIO. [Crossref]

Kisely, S., Strathearn, L., Mills, R. & Najman, J.M. (2021). A comparison of the psychological outcomes of self-reported and agency-notified child abuse in a population-based birth cohort at 30-year-follow-up. *Journal of Affective Disorders, 280*, 167-172. [Crossref]

Klein, E., Helzner, E., Shayowitz, M., Kohlhoff, S. & Smith-Norowitz, T.A. (2018). Female genital mutilation: health consequences and complications-a short literature review. *Obstetrics and Gynecology International, 16*, 1-7. [Crossref]

Koç, F., Akşit, S., Tomba, A., Aydın, C., Koturoğlu, G., Korkmaz Çetin, S. ve arkadaşları (2012). Demographic and clinical features of child abuse and neglect cases: one-year experience of the Hospital-Based Child Protection Team of Ege University, Turkey. *Turkish,Acrhives of Pediatry, 47,* 121-125. [Crossref]

Koçak, C. & Büyükgönenç, L. (2011). Toplumdaki bireylerin çocuk istismarına yönelik bilgi ve görüşleri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4*(1), 89-104.

Machel, G., Pires, E., & Carlsson, G. (2013). The world we want: *An end to child marriage. Lancet, 382*(9897), 1005-1006. [Crossref]

Martins, C.M.S., Baes, C.V.W., Tofoli, S.M.C. & Juruena, M.F. (2014). Emotional abuse in childhood is a differential factor for the development of depression in adults. *Journal of Nervous & Mental Disease 202*(11), 774-782. [Crossref]

McCory, E., A De Brito, S. & Viding, E. (2012). The link between child abuse and psychopathology: A review of neurobiological and genetic research. *Journal of The Royal Society of Medicine, 105*:(4)151-156. [Crossref]

McFetridge, M.A., Milner, R., Gavin, V. & Levita, L. (2015). Borderline personality disorder: patterns of self-harm, reported childhood trauma and clinical outcome. *B PsychOpen, 1*, 18-20. [Crossref]

Meraki, S. & Çalık-Var, E. (2019). Alt-sosyo ekonomik düzeye sahip ailelerin çocuk istismarı ve ihmali konusunda farkındalık düzeylerinin incelenmesi. *Türkiye Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi, 2*(1), 1-12.

Mills, R., Scott, J., Allati, R., O'Callaghan, M., Najman, J. & Strathearn, L. (2013). Chil maltreatment and adolescent mental health problems in a large birth cohort. *Child Abuse & Neglect, 37*(5), 292-302. [Crossref]

Muela, A., Arana, E.L., Barandiaran, A., Larrea, I. & Vitoria, J.R. (2012). Definition, incidence and psychopathological consequences of child abuse and neglect. İçinde A. Muela (Ed.) *Child Abuse and Neglect: A Multidimensional Approach*, 1-18. Rijeka: InTec [Crossref]

Mulder, T.M., Kuiper, K.C., van der Put, C.E., Stams, G.-J.J.M. & Assink, M. (2018). Risk factors for child neglect: A meta-analytic review. *Child Abuse & Neglect, 77*, 198-210. [Crossref]

National Research Council (NRC) (2013). New directions in child abuse and neglect research. National Academies Press.

Nilsson, D., Nordas, E., Pribe, G. & Svedin, C.G. (2017). Child physical abuse-High school students' mental health and parental relations depending on who perpetrated the abuse. *Child Abuse & Neglect, 70*, 28-38. [Crossref]

Odhayani, A.L., Watson, W.J. & Watson, L. (2013). Behavioral consequences of child abuse. *Canadian Family Physican, 59*, 831-836.

Ofor, M.O. & Ofole, N.M. (2015). Female genital mutilation: The place of culture and the debilitating effects on the dignity of the female gender. *European Scientific Journal, 11*, 112-121.

Ogunjimi, A.I., de Oliveira, W.A., de Vasconcelos, E.M.R. & Silva M.A.I. (2017). Child sexual abuse prevention: Integrative review. *Journal of Nursing UFPE on Line, 11*(11), 4469-4482.

Oral, Ü.K., Engin, P.& Büyükyazıcı, Z. (2010). Türkiye'de Çocuk İstismarı ve Aile İçi Şiddet Araştırması. T.C. Başbakanlık Sosyal Hizmetler, Çocuk Esirgeme Kurumu ve UNICEF Özet Raporu. https://www.unicef.org/turkey/sites/unicef.org.turkey/files/2019-02/cocuk-istismari-raporu-tr_1.pdf.

Pekdoğan, S. (2016). Annelerin istismar potansiyellerinin belli değişkenler açısından incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi, 17*(2), 425-441. [Crossref]

Pillado, O., Kim, T. & Dierkhising, C.B. (2010). Fact sheet: child maltreatment. southern california academic center of excellence on youth violence prevention. University of California.

Rodriguez C M. & Pu F. (2020). Parents Who Physically Abuse: Current Status and Future Directions. İçinde R. Geffner et al. (eds.). *Handbook of Interpersonal Violence Across the Lifespan.* [Crossref]

Salvador, J.C., da SilvaJúnior, S.O., da Silva R, Lobato, M.V., de Sousa, T.S., Cardoso, A.L.B., de Souza, V.C.S. & de Castro K.S. (2016). The prevalence of sexual abuse of children and adolescents people in the municipality of Tucuruí-PA and region in the period from 2010 to 2016. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 7*(7), 300-303. [Crossref]

Sansone, R.A., Hahn, H.S., Dittoe, N. & Wiederman, M. W. (2011). The relationship between childhood trauma and borderline personality symptomatology in a consecutive sample of cardiac stress test patients. *International Journal of Psychiatry in Clinical Practice, 15*, 275- 279. doi: 10.3109/13651501.2011.593263. [Crossref]

Sattarzadeh, N., Farshbaf-Khalili, A. & Hatamian-Maleki, T. (2019). An evidence-based glance at domestic violence phenomenon in early marriages: A narrative review. *International Journal of Women's Health and Reproduction Sciences, 7*(3), 246-254. [Crossref]

Seth, R. & Srivastava, R.N. (2017). Child sexual abuse: Management and prevention, and protection of children from sexual offences (pocso) act. *Indian Pediatrics, 54*(15), 949-953. [Crossref]

Shapero, B.G., Black, S.K., Liu, R.T., Klugman, J., Bender, R.E., Abramson, L.Y., & Alloy, L.B. (2014). Stressful life events and depression symptoms: the effect of childhood emotional abuse on stress reactivity. *Journal of Clinical Psychology, 70*(3), 209-223. [Crossref]

Sofuoğlu, Z., Oral, R., Aydin, F., Cankardeş, S., Kandemirci, B., Koc, F., Halıcıoğlu, O. & Akşit, S. (2014). Türkiye'nin üç ilinde olumsuz çocukluk çağı deneyimleri epidemiyolojik çalışması. *Türk Pediatri Arşivi, 49*(1), 47-56. [Crossref]

Speizer, I.S., Goodwin, M., Whittle, L., Clyde, M. & Rogers, J. (2008). Dimensions of child sexualabuse before age 15 in three Central American countries: Honduras, El Salvador, and Guatemala. *Child Abuse&Neglect, 32*(4): 455-62. [Crossref]

Springer, K.W., Sheridan, J., Kuo, D. & Carnes, M. (2007). Long-term physical and mental health consequences of childhood physical abuse: Results from a large population-based sample of men and women. *Child Abuse & Neglect, 31*(5), 517-530. [Crossref]

Stoltenborg, M., Bakermans-Kranenburg, M.J. & van IJzendoorn, M.H. (2013).The neglect of child neglect: a meta-analytic review of the prevalence of neglect. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology, 48*, 345-355. [Crossref]

Tucker, M.C. & Rodriguez, C.M. (2014). Family dysfunction and social ısolation as moderators between stress and child physical abuse risk. *Journal of Family Violence, 29*, 175-186. [Crossref]

Turla, A., Dündar, C. & Özkanlı, Ç. (2010). Prevalence of childhood physical abuse in a representative sample of college students in Samsun, Turkey. *Journal of Interpersonal Violence, 25*(7) 1298-1308. [Crossref]

Ulukol, B., Kahiloğulları, A.K. & Sethi, D. (2014). Adverse childhood experiences survey among university students in Turkey. https://apps.who.int/iris/handle/10665/146919.

Unger, J.A.M. & De Luca, R.V. (2014). The relationship between child-

hood physical abuse and adult attachment styles. *Journal of Family Violence, 29*(3), 223-234. [Crossref]

Vajda, A.& Lang, A. (2014). Emotional abuse, neglect in eating disorders and their relationship with emotion regulation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 13*, 386-390. [Crossref]

Vrolijk-Bosschaart, T.F. (2018). Recognizing child sexual abuse: An unrelenting challenge. University of Amsterdam.

Weldwijk, J., Proper, K., Hoeven-Mulder, H. & Bemelsman, W. (2012). The prevalence of physical, sexual and mental abuse among adolescents and the association with BMI status. *BMC Public Health*, 12, 840. [Crossref]

Yiğit, T. (2016). Erken evlilikleri (çocuk evlilikler) yeniden düşünmek: erken evliliklerin kavramlaştırılmasına yönelik nitel bir araştırma. *Akademik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 36*, 386-412. [Crossref]

Yücel, D. (2014). *Çocukluk çağı istismar yaşantılarının genç yetişkinlik dönemindeki bağlanma süreçleri, psikopatolojik semptomlar, ilişki yeterlilikleri ve aşk tutumları ile ilişkilerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Zeanah, H.C. & Humphreys, K.L. (2018). Child abuse and neglect. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 57*(9), 637-644. [Crossref]

BÖLÜM 28
ADLİ BİLİMLERDE KALİTE VE AKREDİTASYON

Ferhat ÇİÇEK
Faruk AŞICIOĞLU

DOI: 10.5152/0628

Adli Bilimlerde Kalite ve Akreditasyon

Quality and Accreditation in Forensic Science

BÖLÜM HAKKINDA

Ülkemizde özel kuruluşlarca başlayan kalite ve akreditasyon kavramı kamu sektöründe de ihtiyaç duyularak eğitim, sağlık, güvenlik vb. yer almaya başlamıştır. Adli bilimler alanında olay yerinde başlayan delil zinciri laboratuvar ortamında incelenerek raporlandırılmakta ve adli makamlara sunulmaktadır. Bu süreçte delil zincirinin en iyi şekilde işletilmesi, çalışanların durumu, ve sunulan hizmetin en iyi şekilde işlemesi için kalite ve akreditasyon gerekliliği doğmuştur. Gönüllülük esasına dayalı olmasına rağmen adli bilimler alanında hizmet alan müşterilerin (adalet birimleri ve vatandaşlar) artan beklentileri, uluslararası gereklilikler nedeniyle akreditasyon zorunlu bir duruma gelmiştir. Akreditasyon kapsamında delillerin incelenmesi sonucunda hazırlanan raporlar uluslararası kabul edilmektedir. Akreditasyon ile diğer ülkelerdeki laboratuvarlarla karşılıklı anlaşma sağlanabilmekte ve bu karşılıklı tanıma düzenlemeleri birbirinin akreditasyonunu tanıyarak, mükerrer testlerin yapılmasını önlemekte ve maliyetlerin de azalmasını sağlamaktadır. Bu kapsamda oluşturulan prosedürler, talimatlar, formlar, iş akış şemaları vb. uygulamalar ile adli bilimler alanında kalite ve akreditasyon uygulanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kalite, akreditasyon, adli bilimler, standart, laboratuvar

ABOUT the CHAPTER

The concept of quality and accreditation, which started by private organizations in Türkiye, is also needed in the public sector and is used in education, health, security, etc. started to take place. In the field of forensic science, the chain of custody that begins at the crime scene is examined in a laboratory environment, reported and presented to the judicial authorities. In this process, the necessity of quality and accreditation has arisen for the best operation of the chain of custody, the condition of the examiners, and the best functioning of the service. Although it is based on a voluntary basis, accreditation has become mandatory due to the increasing expectations of customers (justice units and citizens) receiving services in the field of forensic science and international requirements. The reports prepared as a result of examining the evidence within the scope of accreditation are internationally accepted. With accreditation, mutual agreement can be achieved with laboratories in other countries, and these mutual recognition arrangements recognize each other's accreditation, prevent recurrent tests and reduce costs. Procedures, instructions, forms, workflow diagrams, etc. created in this context are the implementations of forensic science laboratory disciplines by means of quality and accreditation.

Keywords: Quality, accreditation, forensic science, standard, laboratory.

Giriş

Ülkemizde başlangıçta sanayi kuruluşlarınca benimsenen kalite zamanla eğitim, sağlık, güvenlik, kamu ve adli bilimler alanında da benimsenmiştir. Hukuk mekanizmasında iş yükünün artması, olayların çeşitliliği, müşteri odaklı yaklaşım, yükselen beklentiler, tüketici hakları, artan teknoloji ve bilimsel ilerlemeler kalite anlayışının önemini arttırmıştır (Aşıcıoğlu, 2000).

Bir laboratuvarda yapılan inceleme, analiz ve diğer konular hakkındaki veriler dünyanın herhangi bir yerinde yapılanlarla karşılaştırılabilir olmalıdır. Bu verilerin doğru ve güvenilir bir sistemle elde edilmesi ve arşivlenmesi amacıyla ulusal ve uluslararası laboratuvarlar giderek daha fazla kalite sistemine (akreditasyona) ihtiyaç duymaktadır. Akreditasyon gönüllülük esasıyla bu sisteme inanılması ve ikna olunması durumunda daha faydalı olmaktadır. Dolayısıyla, akreditasyondaki önemli en temel husus personelin ikna edilerek yüksek motivasyon ile akredite sistemin kurulması ve işlevsel hale getirilmesidir (Cammann & Kleiböhmer 1998).

Ülkemizde sürdürülen laboratuvar hizmetleri sürekli artan bir talep ile hız kazanmaktadır. Bu artan talebin Avrupa Birliğine katılım sürecindeki ülkemizde ve tüm dünya ülkelerinde belli bir standart dahilinde karşılaştırılması için kalite sistemine daha çok ihtiyaç

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Ferhat Çiçek[1]

Faruk Aşıcıoğlu[2]

[1] Jandarma Kriminal Laboratuvar Amirliği
[2] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimleri Ana Bilim Dalı İstanbul
E-posta: ferhatcicek@jandarma.gov.tr
faruk.asicioglu@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Çiçek, F, Aşıcıoğlu, F(2024). Adli bilimlerde kalite ve akreditasyon. F Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 313-320). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

duyulacaktır. Akreditasyon standartları çerçevesinde yapılan bu laboratuvar hizmetleri bir ürünün her hangi bir akredite laboratuvarda test edildiğinde diğer ülkelerde de kabul edilmesini sağlamayı amaçlar (Güzel, 2013).

Adli olayların çözümünde etkin rol oynayan Jandarma ve Polis Olay Yeri İnceleme Timleri, Jandarma ve Polis Kriminal Laboratuvarlar, Adli Tıp Kurumu, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüleri ile adli davaların çözümünde rol oynayan tüm birimlerde yapılan bütün işlerin güvenilirliği, adli bilimlerin ve hukuk sisteminin olmazsa olmazları durumundadır. Yapılan bu işlemler bir sistem dahilinde kontrolden geçmelidir. Delilin ilk tespitinden davanın sonlanmasına kadar devam eden, dava bittikten sonra da arşivden geriye dönük olarak kontrolü sağlanabilen sürdürülebilir sistemler her birimde kurulmalıdır (Aşıcıoğlu, 2000).

Uluslararası akreditasyon kuruluşları ve ulusal düzeyde ise Türk Akreditasyon Kurumu gibi organizasyonlar tarafından Adli Bilimler alanında kalite ve akreditasyon konusunda pek çok kılavuz ve standart yayınlanmıştır. Adli bilimler alanında yürütülen akreditasyon süreci kurumların kendi bünyesinde yapmış olduğu öz değerlendirme işlemleridir. Ulusal ve uluslararası kurumlarca yayınlanan kılavuz ve standartlardaki yönergelere göre kurumların kendilerini en iyi konuma getirebilmek için yapılması gerekenler, her hangi bir dayatma olmaksızın gönüllülük ilkesi ile yürütülür.

Kalite ve akreditasyon sistemi içerisinde yer almak isteyen inceleme laboratuvarlarının, organizasyonel bir plan belirleyerek bünyelerinde kalite ve akreditasyon yapısını kurmaları gerekmektedir. Kurulan bu organizasyon içerisinde laboratuvarın işleyişinin belirlenmesi için prosedürler, fiziki şartlar ve çevresel durumlar, personel ihtiyacına göre görev ve sorumluluklar, ihtiyaç duyulan cihazlar, kalite planları, risk faktörleri ve ihtiyaç duyulan diğer hususlar belirlenerek işlevsellik kazandırılmalıdır (Müderrisoğlu, 2021).

Kalite ve Akreditasyon

Kalite

Kökeni latinceden gelen, fransızcaya *" qualité "* olarak yerleşen ve kalite olarak okunan kelime nitelik anlamını taşımaktadır. Kalite kavramı her geçen gün yeni anlamlar kazanmakta, önemi arttıkça kapsamı genişlemektedir. Günümüzde kalitenin gelmiş olduğu en geniş kapsamlı tanımı; müşteri isteklerinin standartlar çerçevesinde gerçekleştirilmesidir.

Daha geniş anlamda tanımlarsak; her zaman müşteri gereksinim ve isteklerinin ön planda tutulduğu, müşteri memnuniyetine yönelik ile bir mal veya hizmetin sunulması yeteneğidir. Sosyal ve kültürel gelişimler doğrultusunda talep ve isteklerin sürekli değişebileceği de varsayılarak, en iyi hizmetin en iyi maliyet ile aynı işi yapan rakiplere oranla daha iyi yapabilmektir (Aşıcıoğlu, 2000).

Akredite olan kuruluşlarda yapılan işin verimliliği, çalışmanın hızı, müşteride oluşturulan güven ve uluslararası tanınırlığın yanı sıra sistem içerisinde kayıtların dokümantasyonu, izlenebilirliği, verilerin analizi, düzeltici faaliyetlerin sürekli değerlendirilerek iyileştirme çabaları, personelden gelen tavsiyeler ve risk-fırsat analizleri akreditasyonun olumlu yansımaları olarak görülen konularıdır (Berber ve Aşıcıoğlu 2004).

Akreditasyon

Akreditasyon, bir kurum veya kuruluşun ulusal ve uluslararası kabul görmüş ölçütler doğrultusunda uygunluğu değerlendirilerek, yeterli olup olmadığının onaylanması, ulusal ve uluslararası tanınırlık ile verilen raporların tekrar değerlendirilmeye alınmadan olduğu hali ile kabul görmesidir (Müderrisoğlu, 2021).

Akreditasyon, uluslararası belirlenmiş standartların uygunluk değerlendirme kuruluşları tarafından oluşturulacak kalite sistemine uyarlanarak, bu standartlar kapsamında oluşturulacak doküman ve kayıtların yapılan tüm test ve analizlerde uygulanmasının sağlanmasıdır. Adli bilim laboratuvarları belirlenen bu standartlar ile yapacağı test ve deneylerini daha güvenilir kılarak tarafsızlığını güvence altına almaktadır (Anılanmert ve ark., 2013).

Adli Bilim Laboratuvarları

Adli bilim laboratuvarları, özellikle hukuk ve diğer bilimlerin birleşimiyle multidisipliner araştırma ve çalışmaların yapıldığı bir ortamdır. Multidisipliner bir alan olması nedeniyle adli bilimler olarak isimlendirilir ve biyoloji, kimya, balistik, parmak izi, belge inceleme, eser iz analizi, bilişim, patoloji, toksikoloji, genetik, psikiyatri, diş, arkeoloji vb. birçok disiplini kapsar (Yükseloğlu ve ark., 2020).

Adli Bilimler alanında ana kuruluşlardan biri olan Adli Tıp Kurumu (ATK) Adalet Bakanlığı'na bağlı olarak yapılanmaktadır. Merkezi İstanbul'da olan Adli Tıp Kurumu tüm illere hizmet etmektedir. Kurumun dokuz adet grup başkanlığı bulunmakta olup bunların tümünde morg ve kimya daireleri vardır. Ankara, İzmir ve Trabzon'da bunlara ilaveten Biyoloji Dairesi ve Ankara da ise ayrıca trafik ve adli bilişim daireleri bulunmaktadır. Merkezde sekiz İhtisas Kurulu, yedi İhtisas Dairesi bulunmaktadır. İhtisas kurulları ağırlıklı olarak laboratuvar hizmeti vermekte, otopsi morg ihtisas dairesinde, genetik incelemeler biyoloji ihtisas dairesinde, kimyasal incelemeler kimya ihtisas dairesinde, balistik, adli belge, astronomi gibi incelemeler fizik ihtisas dairesinde, psikiyatrik değerlendirme vakaların yatırılarak müşahede altında tutulduğu gözlem ihtisas dairesinde, ses, görüntü, ve her tür dijital inceleme adli bilişim ihtisas dairesinde, trafik ile ilgili huşular ise trafik ihtisas dairesinde yapılmaktadır. Taşra teşkilatlarında ise her ilde bulunan Adli Tıp Şube Müdürlüğü ve Adli Tıp Uzmanları vasıtasıyla otopsi işlemleri ve klinik adli tıp muayeneleri sürdürülmektedir. Adli Tıp Kurumunun yanı sıra adli tıp dersleri tüm Tıp Fakültelerinin lisans eğitimlerinde verilmektedir (Aşıcıoğlu, 2019).

Jandarma Genel Komutanlığı bünyesindeki Jandarma Kriminal Daire Başkanlığı ve Emniyet Genel Müdürlüğü bünyesindeki Polis Kriminal Daire Başkanlığı ise İçişleri Bakanlığına bağlı olarak yapılandırılmıştır. Laboratuvar incelemeleriyle birlikte araştırma ve geliştirme faaliyetlerini misyon edinen İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü ile Ankara Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Adli Bilimler alanında hizmetlerini sürdürmekte ve lisansüstü eğitimleri ile bu alanda Adli Bilimler Uzmanı yetiştirmektedir. İhtiyaç halinde bu kurumlar yargı organlarına resmi, bireylere ise özel bilirkişilik hizmeti (taraf bilirkişiliği) vermektedirler. Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi ve Üsküdar Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakülteleri bünyesinde Adli Bilimler Bölümü lisans ve lisansüstü eğitimi ile Adli Bilimlere hizmet vermektedir (Aşıcıoğlu, 2019).

Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği (International Laboratory Accreditation Cooperation, ILAC)

ILAC Danimarka'da 1977 yılında, bir konferans ile başlamıştır. Amacı akredite testlerin ve kalibrasyon sonuçlarının uluslararası kabulünü sağlamak ve ticareti kolaylaştıracak işbirliklerini düzenlemektir. ILAC, 1996 yılında, akredite kurumların tanınması amacıyla bir tüzük ile resmi hale geldi. 2000 yılında, 28 ülkeden oluşan 36 ILAC akreditasyon kuruluşu tarafından, Washington'da ILAC, Karşılıklı Tanınma Anlaşması (Mutual Recognition Arrangement - MRA) imzalanarak 31 Ocak 2001 tarihinde yürürlüğe girdi. ILAC MRA'nın kapsamı 2012'de denetim kuruluşlarının, 2019'da yeterlilik testi sağlayıcılarının ve 2020'de referans malzeme üreticilerinin akreditasyonunu kapsayacak şekilde genişletildi (Nicolaidis & Shaffer 2004).

ILAC halen uluslararası akredite kuruluş olarak, ISO/IEC 17011 uyarınca faaliyet göstermekte ve kalibrasyon laboratuvarları, test laboratuvarları, yeterlilik testi sağlayıcıları, muayene kuruluşları, referans malzeme üreticileri ve tıbbi test laboratuvarlarının akreditasyonunu kapsamaktadır. Uygulanan standartlar ile akredite olan kuruluşlar ulusal ve uluslararası tüm benzer yapılar tarafından geçerlilik sağlamaktadır. Akredite olan kuruluşlar yeterliliklerinin ve yetkinliklerinin devamı açısından uluslararası düzenlemeleri kabul ederler. Söz konusu standartlara göre üst akredite kuruluşlar tarafından uygunluk değerlendirmeleri düzenli periyotlarla yapılmaktadır (International Accreditation Forum- IAF, n.d.).

ILAC tarafından yapılan düzenlemeler, gıda, enerji, güvenlik, sağlık, sosyal ve çevre gibi birçok alanı kapsar. Uluslararası Akreditasyon Forumu (International Accreditation Forum- IAF) tarafından yapılan düzenlemeler ise yönetim, personel, hizmet ve diğer benzer alanları kapsar. Her iki kuruluş akreditasyon için dünya çapında koordineli şekilde ve işbirliği içinde çalışır. Bölgesel olan akreditasyon kuruluşları ise ILAC ve IAF koordinatörlüğünde çalışır ve bu kuruluşlarda temsilci bulundururlar. Avrupa'da; Avrupa Akreditasyon İşbirliği (European co-operation for Accreditation - EA) , Asya-Pasifikte; Asya-Pasifik İşbirliği (Asia Pacific Accreditation Coorperation Incorporated - APAC), Amerika'da: Amerikalılar Arası İşbirliği (Inter American Accreditation Cooperation - IAAC), Güney Afrika'da; Güney Afrika Kalkınma Topluluğu (Southern African Development Community - SADCA), Afrika Akreditasyon İşbirliği (African Accreditation Cooperation - AFRAC) ve Arap Akreditasyon İşbirliği (Arab Accreditation Cooperation - ARAC), bu kuruluşun bölgesel yapılanmalarını oluşturur (IAF, n.d.).

Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK)

Türk Akreditasyon Kurumu, 4 Kasım 1999'da 4457 sayılı kanun ile kurulmuştur. Kurum en son halini 4 nolu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile almıştır. Türkiye'de yetki olarak uygunluk değerlendirme alanında tek yetkili akreditasyon kurumudur. 11 Kasım 2019 tarihinde ise Cumhurbaşkanlığı 50 nolu kararnamesi ile Dışişleri Bakanlığına bağlanarak tek yetkili kurum olarak tescil edilmiştir. Son yıllarda mevcut kadrosunu hızla genişleterek 200 personel, yaklaşık 2000 akredite kuruluş ve yine 2000 civarında denetçi ve teknik uzmana sahip bir kurum haline gelmiştir. TÜRKAK hizmetlerini sürdürürken uluslararası arenada işbirliği içinde yürüttüğü ve üye olduğu; EA, ILAC ve IAF gibi kuruluşlar ile son olarak Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (The Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD) bulunmaktadır (Müderrisoğlu, 2021).

TÜRKAK tarafından daha önceden takibi zor yapılan denetçi teknik uzmanlarına ilişkin Denetçi Teknik Uzman Havuzu bu isimle bir müdürlüğün kurulması ile daha organize bir şekle bürünmüştür. Bu sayede tartışma konusu olan görevlendirmeler, veriler doğrultusunda yapılarak daha dengeli bir sistem oluşturulması sağlanmaktadır (Müderrisoğlu, 2021).

Olay Yeri İnceleme Faaliyetlerinin Akreditasyonu

Adli bilimler alanında laboratuvar incelemeleri yapan tüm kurumlara gönderilen delillerin en büyük kaynağı Jandarma ve Polis Olay Yeri İnceleme Timleri (OYİ)'dir. Adli bilim laboratuvarlarının akredite yapısı ve uluslararası standartlara göre çalışması bu laboratuvarlara delil gönderen birimlerin de önemini arttırmıştır. OYİ, uluslararası standartlar kapsamında incelemelerini yapmalı ve aynı standartlar çerçevesinde elde edilen bulguları kriminal laboratuvarlara göndermelidir. Böylelikle akredite laboratuvarların incelemelerinin bir parçası olan delilin tespiti ve laboratuvarlara gönderilmesi aşaması da akredite sisteme dahil olmakta ve delil ilk aşamasından son aşamasına kadar akredite sistem içerisinde adli yargıya sunulmaktadır. Bu sayede mahkemelerde delile olan güven ortamının artması sağlanmaktadır. AB konseyince Olay Yeri İnceleme akreditasyonu benimsenmiş olup EA ve Avrupa Adli Bilim Enstitüleri Ağı (The European Network of Forensic Science Institutes - ENFSI) temsilcileri tarafından yapılan çalışmalarla OYİ timlerinin akreditasyonu konusunda fikir birliğine varılmıştır. Bu kapsamda uluslararası düzeyde çok az sayıda akredite olan OYİ timi bulunmakta olup, ulusal anlamda ilk olarak 2021 yılında Jandarma Genel Komutanlığı bünyesinde bulunan Antalya ve İstanbul Jandarma OYİ timleri akredite olmuştur (Müderrisoğlu, 2021).

Adli Bilim Laboratuvarlarının Akreditasyon Süreci

Akreditasyon Başvurusu

Adli Bilim Laboratuvarlarının verdiği hizmet gereğince sonuçlarının geçerliliği ve doğruluğu açısından akredite olması kaçınılmazdır. Bu süreçte akreditasyon koşullarının sağlanması için bir takım standartların yeterli seviyede tamamlanması gerekir.

Kuruluş hangi kapsamdan akredite olmak istiyorsa o kapsama yönelik hazırlıklarını tamamlayarak başvuru formu ve Akreditasyon Sözleşmesi ile birlikte Türk Akreditasyon Kurumuna başvurmalıdır. Başvuru yapılırken kuruluş akredite olunacak bölümleri kapsayacak şekilde standartlarını belirleyerek kalite el kitabı, prosedürler, talimatlar, formlar vb. dokümanlarını hazırlamak zorundadır ve bu belgeler hazırlanmadan akreditasyon süreci başlamaz (Anılanmert ve ark., 2013).

Standart Maddelerinin Değerlendirilmesi

Adli Bilim Laboratuvarları ilk akreditasyon başvurusunu gerçekleştirirken ya da gözetim, kapsam genişletme ve yenileme denetimleri başlamadan bir ay öncesinde F701-020 Laboratuvar Akreditasyonu için Öz Değerlendirme ve Denetim Raporu Formu (Assessment Report according to TS EN ISO/IEC 17025:2017) doldurarak e-türkak portalına yüklemesi gerekmektedir. Hazırlanan

bu formun yazımında mavi renkli italik yazı kullanılmasına dikkat edilmelidir. Hazırlanan Öz Değerlendirme ve Denetim Formunda laboratuvarda yapılan uygulamalar, tüm çalışmalar, prosedür, talimat, form, liste ve bunların numaraları ile revizyon tarih ve numarası yazılmalıdır. Mavi italik olarak yazılan bu bölümün olduğu alan sorumluluğu bulunan baş denetçi, denetçi ya da teknik uzmanlarca doldurulmalıdır (TÜRKAK, 2017)

Genel Gereklilikler

Genel gereklilikler bölümü Adli Bilim Laboratuvarlarının tarafsızlık ve gizliliği açısından önem arz etmektedir. Laboratuvarın tarafsızlık ve gizlilik ile ilgili ilkelerini ve risklerini her aşamada tanımlaması gerekmektedir. Adli işlem yapılan müşteri hakkındaki tüm gizlilik korunmalı, kamuya duyurmak istediği müşteri bilgisi olduğunda muhakkak ilgili müşteriden izin alındıktan sonra açıklama yapılmalıdır. TS EN ISO/IEC 17025:2017, laboratuvarların yeterliliği, bilgilerin gizliliği, personelin tarafsızlığı ve tutarlı çalışması için genel gereksinimleri belirten bir standarttır (Bozkurt, 2017).

Tarafsızlık

Adli Laboratuvarlar yönetim ve bütün çalışanları olarak tarafsızlığının farkında olmalıdır. Ayrıca ISO/IEC 17011 Akreditasyon Kuruluşları Denetçileri için Genel Yetkinlik standardının tarafsızlık maddelerinin tüm çalışanlarca benimsenerek uygulanması ilk sorumluluklarından olmalıdır. Akreditasyon faaliyetleri kapsamında tarafsızlığını korumak için tarafsızlık politika ve prensibini sürekli ön planda tutan bir yönetim sistemine sahip olmalı, müşterilerine hiçbir ayrıcalık tanımayacak şekilde uygulamalarını sürdürmelidir. Bu kapsamda öngörülen riskler her aşamada belirlenmeli, değerlendirilmeli ve bunların sürekli olarak takibi yapılmalıdır. Tarafsızlık ile ilgili bir risk tespit edilir ise bu riskin değerlendirilerek bu risklerin önlenmesine yönelik belirlenecek yöntemlerle beraber Risk Kayıt ve Takip Formu ile kayıt altına alınıp, takip edilmelidir. Belirlenen bu risklerin işe engel olmayacak ve kabul edilebilir seviyede olması gerekir. Aksi takdirde akredite hizmet verilemez. Adli laboratuvarlar birbirleri ile rekabete girmek yerine birbirleri arasında iş birliğini korumayı ilke edinmelidir (Jeli , 2019).

Gizlilik

Akredite laboratuvarlar akreditasyonun bütün aşamalarında gizliliğe önem vermelidir. İncelenen adli dosya hakkında sahip olunan bilgilerin gizliliği laboratuvarın öncelikli yükümlüğüdür ve açıklanması gereken her bilgide müşterinin iznini almak zorundadır. Eğer kanun veya sözleşmeler gereğince yetkili olduğu konuyla ilgili gizli bilginin açıklanması gerekiyorsa ilgili taraflara haber verilmelidir (Türk Akreditasyon Kurumu [TÜRKAK], 2017)

Kaynak Gereklilikleri

Sonuçların doğruluğu ve müşteri tarafından güvenilirliğin sağlanması, laboratuvarın etkinliğinin her yönüyle en iyi şartlarda iyileştirilmesi ve kaynakların sağlanması ile olur. Tüm deney metotlarının uygulanabilmesi için fiziki şartları yeterli bir laboratuvara, laboratuvarlarda kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan kalibre cihazlara ve doğruluğu sağlanmış bu cihazlarda en iyi sonucu alabilmek için yetkin personele ihtiyaç vardır. Yaratılan bu koşulların etkin bir kayıt sistemi ile en küçük ayrıntısına kadar kayıt altına alınarak yapılan tüm işlemlerin ve müşteriye verilen sonuçların güvenilirliği sağlanmalıdır. Oluşturulan bu kalite sisteminin devamlılığının sağlanması da etkili bir denetim mekanizması ile mümkün olmaktadır (Pádár et al., 2015).

Personel

Laboratuvar personeli öğrenim, teknik bilgi ve beceri açısından yeterli olmalı, baskılardan uzak tutularak tarafsızlığı sürekli korunmalı, tarafsızlığı ve gizliliği koruması anlamında tarafsızlık ve gizlilik taahhütleri yapılmalı, çalıştığı laboratuvarda laboratuvar işleri ile yetkin kılınmalı, bu yetkinliğinin izlenebilirliği ve laboratuvar personelinin kesintisiz bir şekilde çalışması için fiziksel koşullar sağlanmalıdır. Personel eğitimi için sorumlular belirlenerek yıllık eğitim planları oluşturulmalı, prosedürler ile eğitimin devamlılığı sağlanmalıdır (Halis, 2010).

Tesisler ve Çevresel Koşullar

Laboratuvarın her bölümünde farklı ihtiyaçlar gerektiğinden laboratuvar ortamı bu ihtiyaçlara elverişli olarak tasarlanmalıdır. Laboratuvar, deneylerin uygun şekilde yapılabileceği fiziki şartları taşımalıdır. Deney malzemelerinin taşınması ve muhafazası için farklı gereksinimler olabilmekte, numunelerin farklı sıcaklıklarda muhafaza edilmesi gerekebilmektedir. Personelin yetkisinin olmadığı laboratuvarlara girmesinin önlenmesi maksadıyla kilit, kartlı giriş sistemi, otomatik giriş sistemi vb. önlemler alınmalıdır. İncelemelerin yapıldığı cihazlar çok hassas olması nedeniyle bakımı ve temizliği için gerekli talimatlar hazırlanarak cihazlara kontrollü şekilde bakım ve temizlik uygulanması sağlanmalıdır (Anılanmert ve ark., 2013).

Donanım

Laboratuvarlarda, kuruluşun taahhüt ettiği deneyleri gerçekleştirmek için ihtiyaç duyduğu (cihazlar, yazılımlar, referans malzemeler, yardımcı malzemeler vb.) tüm malzemelerin bulunması gerekir. Laboratuvar içerisinde ihtiyaç olmayan donanımlar bulunmamalıdır. Kullanılan bu cihazlara ait bakım, muhafaza ve onarımlarının nasıl yapılacağı talimatlar ile belirlenmelidir. Kalibrasyonu yapılması gereken cihazlarla ilgili bir plan hazırlanmalı ve TÜRKAK rehberine uygun şartları taşıyan, söz konusu alanlarda akredite olmuş kalibrasyon laboratuvarlarında bu cihazlar kalibre ettirilmelidir. Tüm cihazlar numaralandırılarak kolaylıkla görünebilen bir yerlerine kalibrasyon tarihlerini içeren etiket yapıştırılmalıdır (Bayram, 2012).

Metrolojik İzlenebilirlik

TS EN ISO 17025 standardına göre akredite laboratuvarlarda yaptırılan kalibrasyon işlemlerinin izlenebilirliği Uluslararası Birimler Sistemi (Système International, SI) gerekliliklerini karşılayacak şekilde olmalıdır. Burada temel prensip kalibrasyonların TÜRKAK tarafından akredite edilmiş laboratuvarlara yaptırılmasıdır (Imai, 2013). Uluslararası Birimler Sisteminde tanımlanan gereklilikler ulusal ölçüm standartlarının uluslararası denkliği açısından önemlidir ve ülke içerisinde daha alt seviyede bulunan akredite laboratuvarlara uygulanmasından sorumludur (TÜRKAK 2018).

Proses Gereklilikleri

Taleplerin, Tekliflerin ve Sözleşmelerin Gözden Geçirilmesi

Laboratuvarlara gelen delillerin/bulguların talep eden makamdan gelişi ile birlikte tekrar talep eden makama ulaşıncaya kadar izlenebilirliği sağlanmalı, her delil/bulgunun numaralandırması yapılarak doğru bir takip sistemi ile delil zincirini bozmadan talep eden makama gönderilmelidir. Delilin akredite kuruluşa ulaşması ile birlikte talep yazısında uygunsuzluk ya da eksiklik saptanması durumunda talep eden makam aranarak inceleme başlamadan talebin netleştirilmesi, uygunsuz ya da eksik olan hususların giderilmesi sağlanmalı, tüm bu süreç "Telefon Görüşme Tutanağı" ile kayıt altına alındıktan sonra incelemeye başlanmalıdır (TÜRKAK, 2017).

Yöntemlerin Seçilmesi, Doğrulanması ve Geçerli Kılınması

Deney metotlarında standart yöntemler kullanılmakla birlikte Adli Bilimler alanında hizmet veren laboratuvarlarda genellikle işletme içi yöntemlerin kullanımı tercih edilir. Kalite sistemine ait tüm dokümanlar anlaşılabilir ve ulaşılabilir güncel bir dijital sistemde bulundurulmalı, kullanılmayan dokümanlara erişim engellenmelidir. Yapılan revizyon ve değişiklikler hızlı bir şekilde personele duyurulmalıdır (Watson & Jones, 2013).

Deney veya Kalibrasyon Ögelerinin Elleçlenmesi

Adli Bilim laboratuvarlarına gelen deliller ilgili mevzuat doğrultusunda gönderilir. İncelemeyi yapacak laboratuvarların delilin laboratuvar tarafından teslim alınıncaya kadar geçen sürede (nakil esnasında) herhangi bir sorumluluğu yoktur. Delil laboratuvarlara ulaşınca delil açma işlemi ile sorumluluk başlar. Delil açma işlemi gerçekleştirildikten sonra deney talimatları da dikkate alınarak kırılma, bozulma, yırtılma, yanma, ıslanma, kaybolma vb. durumlara karşı delilin herhangi bir zarar görmemesi için tedbirler alınır (TÜRKAK, 2017).

Teknik Kayıtlar

Yapılan deney faaliyetleri ile ilgili elde edilen tüm veriler ve kayıtlar muhafaza edilmelidir. Tanzim edilen raporların arşivde kaç yıl saklanacağı belirtilerek muhafaza altına alınmalıdır. Elektronik ortamda tutulan kayıtların uygun şartlarda nasıl muhafaza edileceği belirtilmelidir (Anılanmert ve ark., 2013).

Ölçüm Belirsizliği

Laboratuvarlarda karşılaştırmaya dayalı incelemeler yapıldığı için daha çok nicel analiz yapılan kimya laboratuvarlarında uyuşturucu analizlerinde ölçüm belirsizliği uygulanmaktadır. Kalibrasyon uygulanan laboratuvarlarda tüm kalibrasyon işlemlerinde ölçüm belirsizliğini hesaplanmalıdır. Ölçüm belirsizliği tüm parametreler kullanılmak suretiyle uygun analiz metotlarıyla belirlenmelidir. (Ellison, S. L., & Williams, A. 2012).

Ölçüm belirsizliği; deney numunesinin durumunu, referans malzemeleri, deney metotlarını, deneyin gerçekleşmesine katkı yapan cihazları ve personeli vb. durumları kapsar. Kesin değerlendirme yapılamıyorsa pratik deneyimlerle ve teorik olarak değerlendirilerek bir tahminde bulunulabilir (Magnusson, 2014).

Sonuçların Geçerliliğinin Güvence Altına Alınması

Yapılan tüm deneylere ait sonuçların güvence altına alınması gerekir. Bu güvence, yapılacak olan iç kalite sistemi kontrolleri ve dış kalite sistemi kontrolleri ile gerçekleştirilir. Bu denetimlerde personelin performansı, kalite işleyişi ve raporların kontrolü yapılarak deneylerin sonuçları güvence altına alınır. Yeterlilik testleri ve laboratuvarlar arası karşılaştırmalarda sonuçların geçerliliğinin güvence altına alınması sağlanır. Bunların yanı sıra ölçümlerin yapılması, donanımların düzenli kontrolleri, kalibrasyonların yapılması ve ara kontrolleri, raporların sonuçlarının tekrar kontrolü vb. belirlenen yöntemlerle de sonuçların geçerliliğinin güvence altına alınması sağlanmalıdır. (Bayram, 2012).

Sonuçların Raporlanması

Talep eden makam tarafından gönderilen deliller inceleme ve deneylere tabi tutulduktan sonra elde edilen sonuçlar TS EN ISO/IEC 17025 standardı kapsamında belirlenen kriterler doğrultusunda anlaşılır, sade bir dille rapor haline getirilerek talep eden makama gönderilmelidir. Gönderilen raporun bir örneği arşivlenerek belirlenen sürelerde saklanır. Rapor düzenleyicileri hazırlanan raporların içeriğinin tamamından sorumludur. Deney sonuçları rapora aktarılırken yapılan yorumların dayanakları belirtilmelidir. Deneylerin sonuçları raporlanarak yayımlandıktan sonra rapor içeriğinde tadil edilmesi gereksinimi olduğunda talep makamına resmi yazışmayla gerekçe belirtilerek başvurulmalı rapor asıl suretleri, varsa kopya suretleri ve ihtiyaç duyulması halinde tüm numuneler istenmelidir. Yapılan tadilin sebebi düzenlenecek raporda belirtilmeli, ilk rapor ise imha edilmeyerek arşivde saklanmalıdır (Buchard et al., 2016).

Yönetim Sistemi Gereklilikleri

Laboratuvar tarafından yapılan işlerin kalitesinin güvence altında yürütüldüğünü, verilen sonuçların tarafsız objektif bir şekilde dokümante edildiğini, uygulandığını ve devamlılığının sağlandığını, gizlilik prensibine uyulduğunu kurum, politikası gereği kayıt altına almalıdır. Yönetim olarak kayıtların tutulmasını ve kontrolünü yapmalı, meydana gelebilecek risklerin tespiti yapılarak bu riski yok etmek veya minimize etmek için önlemler alınmalı, risklerden çıkarılabilecek olası fırsatlar değerlendirilmeli, personelden gelen tavsiyeler doğrultusunda sürekli iyileştirmeler yapılmalı ve yapılan işlerin kontrolü için belirli aralıklarla iç tetkik faaliyetleri gerçekleştirilmelidir. Yıl içerisinde meydana gelen tüm faaliyetlerin değerlendirilmesi açısından yönetimin gözden geçirilmesi yapılarak bu hususlarla birlikte ele alınmalıdır.

Yapılan yönetimin gözden geçirilmesinde laboratuvarın iç ve dış meseleleri, tespit edilen hedeflerin durumu, politika ve prosedürler, bir önceki yapılan yönetimin gözden geçirilmesi faaliyetinin durumu, iç ve dış tetkik faaliyetleri ile düzeltici faaliyetler, laboratuvar faaliyetlerindeki değişiklikler, müşteri ve personel geri bildirimleri, şikayetler, iyileştirmeler, kaynakların durumu, riskler, fırsatlar, eğitim faaliyetleri vb. diğer hususlar ele alınmalıdır (Yeşilöz, 2014).

Risk ve Fırsatların Ele Alınması

Sonuçların güvencesi, amaç ve hedeflere ulaşılması, fırsatları arttırmak, istenmeyen etkileri ve başarısızlıkları önlemek ya da azaltmak ve iyileştirme sağlamak için tüm riskleri tespit ederek değerlendirdikten sonra gerçekleştirilen tüm faaliyetler ile ilgili bir planlama yapılmalıdır. Tespit edilen bu risklerin laboratuvar işleyişi ile nasıl entegre edilerek yürütüleceği belirlenmelidir.

Risklerin işleyişe entegre edilmesiyle laboratuvar sonuçlarının doğru bir sonuç vermesi üzerindeki olumsuz etkisi önlenmiş olmaktadır. Bu riskler laboratuvarlar için bazen fırsatlara dönüşebilmektedir. Fırsata dönüşmesi muhtemel riskler tespit edilerek kayıt altına alınmalıdır (KaSing, 2020).

Riskler ve fırsatlar iç tetkik ve dış tetkik esnasında, düzeltici faaliyetler, yönetimin gözden geçirilmesi, personelden gelen öneriler, yeterlilik testleri ve laboratuvarlar arası karşılaştırmalar, müşterilere yapılan anket formları ve diğer faaliyetler ile tespit edilebilir. Adli makamlardan gelen geri beslemeler yapılan hizmetin iyileştirilmesi için doğru analiz edilmelidir (Alper M.P. ve İnce A.T. 2019).

Akredite Olmanın Avantajları

Test Yetkinliğinin Tanınması

Laboratuvarlarda yapılan testler, ölçümler ve cihazların kalibrasyon yeterliliğinin bağımsız bir kuruluş tarafından sağlanması, laboratuvarın yetkin ve daha güvenilir olmasını sağlar. Ayrıca akreditasyonu sağlayan üst kuruluşça bu yetkinlik belirli aralıklarla tekrar değerlendirilir (International Laboratory Accreditation Cooperation [ILAC], 2015).

Pazarlama Avantajı

Akreditasyon sahibi kuruluşlar ulusal ve uluslararası alanda teknik olarak yeterliliğe sahip olarak kabul edilmektedir. Bu yetkinlik uluslararası pazarlarda kabul görmekte, ayrıca yapılan bir testin tekrar edilmesine gerek kalmaksızın maliyetleri minimize etmeye katkı sağlamaktadır. Uluslararası pazarlarda tanınma, başka bir ülkede yeniden test etme ihtiyacını azaltarak veya ortadan kaldırarak, ürünlerini veya malzemelerini akredite laboratuvarlarda test ettiren üreticiler ve ihracatçılar için maliyetleri düşürmeye yardımcı olur.

Laboratuvar akreditasyonu kuruluşun teknik yeterliliği açısından geliştirilen kriter ve prosedürleri içermektedir. Müşterilerine tüm verilerinin doğruluğu ve güvenilirliği açısından güvence vermektedir (Westgard & Westgard, 2016).

Performans İçin Bir Kıyaslama

Akreditasyonunu alarak yetkin hale gelen kuruluş, düzenli olarak yapılan değerlendirmeler sonucu eksik olan konularda uygunsuzlukları ve gözlenmesi gereken konuları belirler, doğru uygulanan konularda tespitlerini yapar ve performanslarının ne düzeyde olduğu hakkında benzer kurumlarla bir kıyaslama yapabilir (ILAC, 2015).

Laboratuvar Akreditasyonu ve ISO 9001 Sertifikası Arasında Seçim

Yapılan değerlendirmeler ile akredite kuruluşta çalışan personellerin ürün ve cihazları kullanmada belirlenen standartları uygunluğu, belirlenen prosedür talimat ve yöntemlerin uygunluğu, kalibre edilmesi gereken cihazların belirlenen standart verilere uygunluğu, yapılan uygulamaların doğru ortamda yapıldığı, gelen delillerin ve karşılaştırılacak mukayeselerin uygun şartlarda muhafazası ve sevkinin sağlanması, yapılan tüm testlere ait sonuçlarının güvenliği konularında uluslararası düzeyde belirlenen ISO/IEC 17025 veya ISO 15189 standartları kapsamında bulunan kriterler kullanılır. Yapılan bu uygunluk değerlendirmesi ile amaçlanan; standartların doğru uygulanması hakkında hem laboratuvara hem de müşterilere yapılan laboratuvar işlerinin güvenilirliği hakkında ve doğruluğu hakkında güvence vermeyi sağlamaktır (Bakır & Laleli, 2006).

Laboratuvarınız İçin Uluslararası Tanınırlık

Kalibrasyon laboratuvarları için ISO/IEC 17025 ve tıbbi laboratuvarlar için ISO 15189 standartları uluslararası tüm laboratuvarların akreditasyon işlemlerinde kullanılmakta ve akredite kuruluşun uluslararası kabul edilmesini sağlamaktadır. Bu uluslararası kabul edilebilirlik diğer ülkelerdeki laboratuvarlarla karşılıklı anlaşma sağlayabilmekte ve bu karşılıklı tanıma düzenlemeleri birbirinin akreditasyonunu tanıyarak, tekrar testlerinin yapılmasını önlemekte ve maliyetlerin de azalmasını sağlamaktadır (Grochau & ten Caten, 2012).

Yeterlilik Test Programlarına Katılmanın Faydaları

Laboratuvarlar Arası Karşılaştırmalar (LAK) en az iki veya daha fazla sayıda laboratuvar arasında hazırlanan numunelerinin test edilmesi, ölçümlerinin yapılması sonrasında performansının değerlendirilmesidir. Yeterlilik Testi (YT) ise en geniş tanımıyla önceden hazırlanan kriterler doğrultusunda katılımcılara uygulanan test ve bu test sonucunda performanslarının değerlendirilmesidir (Honsa & McIntyre, 2003).

Akredite olmak isteyen ve akreditasyonunun devamlılığını sürdürmek isteyen laboratuvarların yeterlilik deneylerine katılmaları ve en az bir başarılı sonuç alması gereklidir. Yeterlilik deneyleri; Yeterlilik testi ve Laboratuvarlar Arası Karşılaştırma testlerini kapsamaktadır. LAK ve YT testleri bağımsız kuruluşlar olan EA/APLAC/ILAC tarafından ya da laboratuvarların kendi aralarında yapacakları plan doğrultusunda yürütülmektedir. TÜRKAK yapılan bu organizasyonlarda aracılık işlemlerini yürütür. Yeterlilik deneyleri; laboratuvarın imkan ve şartları ve personelin yeterliliği açısından bir çok fayda sağlamaktadır. YT ve LAK programları ile personelin performans durumunun, eksikliklerinin, doğrularının görülmesi ve performansını arttırıcı etki sağlaması açısından faydalar sağlamaktadır. Yapılan testlerde uygulanan test, yöntem, prosedür ve talimatların uygunluğu, eksiklikleri tespit edilebilmekte, personele yapmış olduğu çalışmalarda güven kazanmasını sağlamaktadır (Zhai et al., 2019).

Yetkili Performansın Onaylanması

Laboratuvarlar aynı işi yapan diğer laboratuvarlardan işleyiş ve yapısal olarak farklı çalışır. Diğer laboratuvarların işleyişi genel anlamda bilinmez. Adli vakalarda müşteriden gönderilen dosya incelenirken, dosya içerisinde diğer laboratuvara ait rapor sonuçları görülerek bir fikir yürütülebilse de tam anlamı ile incelemelerin nasıl yapıldığı konusunda bilgi sahibi olunamayabilir, fakat yapılan LAK testleri ile eşdeğer laboratuvarların aynı incelemeleri hangi cihazlar ile hangi talimatlar doğrultusunda hangi kriterlere göre incelediği hakkında bilgi sahibi olabilirler. Yapılan bu testler ile personel, benzer uygulamaların nasıl yapıldığı ya da nasıl yapılması gerektiği konusunda yapacağı kıyaslar ile kendisine güven aşılayarak daha doğru değerlendirmeler yapabilme fırsatı elde eder. Test sonucunda alınan neticeye göre personele kendini teyit etme, bir aksaklık olması durumunda bu problemleri araştırarak

bu durumu fırsata dönüştürme imkanı sağlamaktadır. Laboratuvar YT ve LAK testlerine katılmadan adli olaylara bakmayı sürdürebilir. Ama bu işleyişte yapılan yanlış olgular tespit edilemeyebilir ve müşteriye yanlış sonuçlar gönderilebilir. Bu durum ilgili laboratuvarın bir takım adli soruşturmalar geçirmesine, bununla birlikte itibar kaybına ve müşterileri ile oluşturulan güvenin azalmasına neden olabilir (ILAC, 2015).

Ülkemizdeki Akreditasyon Faaliyetleri

Ülkemizde Türk Akreditasyon Kurumuna bağlı olarak akreditasyon faaliyetleri yürütülmektedir. Adli Bilimler alanında deney ve kalibrasyon laboratuvarları TS EN ISO/IEC 17025 standardı kapsamında ilk olarak Jandarma Kriminal Daire Başkanlığı akreditasyon faaliyetini 21.11.2007 tarihinde bağlı kuruluşları olan Aydın, Van ve Bursa Bölge Laboratuvarları ile birlikte gerçekleştirmiş ve Jandarma Kriminal Daire Başkanlığı ve bağlı laboratuvarlarında Parmak izi, Balistik, İz, Belge, Kimyasal, Narkotik, Biyolojik, Ses, Görüntü ve Veri inceleme alanlarında akridite olarak incelemelerine devam etmektedir. Emniyet Genel Müdürlüğü Kriminal Daire Başkanlığı ise Adana, Ankara, Antalya, Bursa, Diyarbakır, Erzurum, İstanbul, İzmir, Kayseri ve Samsun Kriminal Polis Laboratuvarları ile 03.03.2009 tarihinde akreditasyon faaliyetlerini tamamlayarak Parmak izi, Balistik, İz, Belge, Kimyasal, Narkotik, Biyolojik, Ses, Görüntü ve Veri inceleme alanlarında akredite olarak hizmet vermektedir. Adli Tıp Kurumu Başkanlığı (Merkez) 21.10.2009 tarihinde, İzmir Adli Tıp Grup Başkanlığı ise 07.08.2018 tarihinde akreditasyon faaliyetine başlayarak Adli Belge, Dijital Delil, Konuşmacı Tanıma, Kimyasal, Narkotik, Biyolojik alanlarda akredite olarak inceleme faaliyetlerini sürdürmektedir. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü 19.07.2012 tarihinde akreditasyon faaliyetini gerçekleştirerek halen Genetik İnceleme alanında akredite olarak faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Ülkemiz dışında Türk Akreditasyon Kurumuna bağlı olarak akreditasyon faaliyetlerini yürüten Azerbaycan Cumhuriyeti Adli İncelemeler Merkezi de 14.05.2013 tarihinde akreditasyon faaliyetlerini tamamlamıştır.

Gerçekleştirilen bu akreditasyon işlemleriyle söz konusu kurumlar işletme içi deney metotları oluşturarak incelemelerini sürdürmektedir. Akredite deney metotlarının yanı sıra bir çok inceleme alanı bulunan bu kuruluşların Türk Akreditasyon Kurumu tarafından yapılan dış tetkikler ile akreditasyon sürecinden geçerek onaylanan ve halen güncel olan deney metotlarına TÜRKAK online sayfasından erişim sağlanabilmektedir (TÜRKAK, 2017).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Alper M.P. ve İnce A.T. (2019, Kasım, 20-22). *Deney ve kalibrasyonları için ISO 17025:2017 standardı ve risk temelli düşünce.* Ölçümbilim Sempozyumu ve Sergisi, 224-229.

Anılanmert, B., Çavuş, F., Cengiz, S., (2013, Kasım). 17025 Laboratuvar akreditasyonunda Adli Tıp Enstitüsü adli bilimler laboratuvar örneği. *Türk Standartları Enstitüsü, Standard Ekonomik ve Teknik Dergi, 52*(618), 36-45.

Aşıcıoğlu, (2019). Forensic sciences and legal medicine in Turkey. *Forensic Medicine Journal, 5*(S1). Retrived October 22, 2020, from https://cyberleninka.ru/article/n/forensic-sciences-and-legal-medicine-in-turkey

Aşıcıoğlu, F. (2000). Adli tıp ve adli bilimler alanında toplam kalite yönetimi üzerine denemeler. *Adli Tıp Bülteni, 5*(1), 18-24. [Crossref]

Bakır, F., ve Laleli, Y. (2006). TS EN ISO/IEC 17025 kapsamında akreditasyona teknik hazırlık. *Türk Biyokimya Dergisi , 31* (2), 96-101.

Bayram, L. (2012). Adli bilim laboratuvarlarında TS EN ISO/IEC 17025 standardı teknik gereklilikleri. *Polis Bilimleri Dergisi, 81.*

Berber, G., Aşıcıoğlu, F., (2004). Adli Genetik laboratuvarlarında standardizasyon ve standart çalışma prosedürlerinin verimliliğe etkisi. Adli Tıp Kurumu Başkanlığı, *Adli Bilimler Dergisi, 3*(2), 7-13.

Bozkurt, E.N, Bayram, G., Gültop, F., Topçu, U., ve Gevrek, N. (2017). TS EN ISO/IEC 17025 standardında standartlarda denetimlerde yapılan değerlendirmeler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi , 74* (1), 83-94. [Crossref]

Buchard, A., Kampmann, M. L., Poulsen, L., Børsting, C., & Morling, N. (2016). ISO 17025 validation of a next generation sequencing assay for relationship testing. *Electrophoresis, 37*(21), 2822-2831. [Crossref]

Cammann, K., & Kleiböhmer, W. (1998). Need for quality management in research and development. *Accreditation and quality assurance, 3*(10), 403-405. [Crossref]

Ellison, S.L., & Williams, A. (2012). *Quantifying uncertainty in analytical measurement.* Eurachem/CITAC Guide.

European Network of Forensic Science Institutes, (2005), Guidance on the conduct of proficiency tests and collaborative exercises within ENFSI. Ref. Code: QCC-PT-001, Issue No: 003, [access date 22.07.2020]

Grochau, I. H., & ten Caten, C. S. (2012). A process approach to ISO/IEC 17025 in the implementation of a quality management system in testing laboratories. *Accreditation and Quality Assurance, 17*(5), 519-527. [Crossref]

Güzel, Ö. (2013). Uygunluk değerlendirme ve akredite laboratuvarların önemi. Kalibrasyon Ve Deney Laboratuvarları Derneği. TURKLAB. http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/6e578a08313b72f_ek.pdf

Halis M., (2010). *Meslek yüksekokulları için toplam kalite yönetimi ve ISO 9000 kalite yönetim sistemleri,* Ankara: Seçkin Yayıncılık,.

Honsa, J. D., & McIntyre, D. A. (2003). ISO 17025: Practical benefits of implementing a quality system. *Journal of AOAC International, 86*(5), 1038-1044. [Crossref]

Imai, H. (2013). Metrolojik izlenebilirlik ve ölçüm belirsizliği için artan ihtiyaçlar. *Ölçüm , 46* (8), 2942-2945.

International Accreditation Forum, (n.d.). Bölgesel akreditasyon grupları. Retrieved September 30, 2021 from https://iaf.nu/en/regional-accreditation-group/

International Laboratory Accreditation Cooperation, (2015). The advantages of being Accredited. Retrieved September 11, 2021 from https://ilac.org/publications-and-resources/ilac-promotional-brochures/

International Laboratory Accreditation Cooperation, Benefits for laboratories participating in proficiency testing programs. (2015). Retrieved September 11, 2021 from https://ilac.org/publications-and-resources/ilac-promotional-brochures/

Jelić, M. (2019). Impartiality challenges and risk assessment in the accreditation process. Proceedings / 20. international symposium on quality. Quality yesterday, today, tomorrow. Pula, Croatia, 20-22 March, 503-513.

KaSing, L. (2020). Addressing the new requirements under ISO/IEC 17025: 2017 by testing laboratories-experience sharing. *Journal of Food Safety and Quality, 11*(23), 8989-8993.

Magnusson, B. (2014). The fitness for purpose of analytical methods: *A laboratory guide to method validation and related topics.* Retrieved September 30, 2021 from https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A948751&dswid=8916

Müderrisoğlu, B. (2021). Türk Akreditasyon Kurumu, Akreditasyon Bülteni (Yayın no.1). https://www.turkak.org.tr/e-bulten/turkak-akreditasyon-bulteni-sayi-1.html

Müderrisoğlu, B. (2021). Türk Akreditasyon Kurumu, Akreditasyon Bülteni (Yayın no.2). https://www.turkak.org.tr/e-bulten/turkak-akreditasyon-bulteni-sayi-2.html

Nicolaidis, K., & Shaffer, G. (2004). Transnational mutual recognition regimes: governance without global government. Law & Contemp. *Probs., 68*, 263. [Crossref]

Pádár, Z., Nogel, M., & Kovács, G. (2015). Accreditation of forensic laboratories as a part of the "European Forensic Science 2020" concept in countries of the Visegrad Group. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series, 5*, e412-e413. [Crossref]

Türk Akreditasyon Kurumu. *Metrolojik İzlenebilirlik Rehberi.* https://secure.turkak.org.tr/docs/GuiedeLines/R10-12_04_0.pdf Yürürlük Tarihi: 25.09.2018. Revizyon No:04.

Türk Akreditasyon Kurumu. *Kalite El Kitabı.* https://secure.turkak.org.tr/docs/QualityHandBook/KEK_07_0.pdf Yürürlük Tarihi: 17.04.2020. Revizyon No:07.

Westgard, J. O., & Westgard, S. A. (2016). Quality control review: implementing a scientifically based quality control system. *Annals of clinical biochemistry, 53*(1), 32-50. [Crossref]

Yeşilöz R. TS EN ISO/IEC 17025 4. madde (yönetim şartları) kapsamında TÜRKAK akreditasyon denetimlerinde sık rastlanılan uygunsuzluklar ve TÜRKAK politikaları, II. ULAG. 2. Ulusal Laboratuvar Akreditasyonu ve Güvenliği Sempozyumu ve Sergisi. İstanbul 30 Ekim - 1 Kasım, , 2014.

Yükseloğlu, E.H., Yonar, F.C., Karataş, O., İslek, D.S., Erkan, I. (2020). *Awarness of standardization in expertise services presented at forensic laboratories in Turkey* S. Kalfaoglu (Ed,), The import of Expert witnessing, The Balkan Experience. (p.169-182) İstanbul Yeni Yüzyıl University, İstanbul.

Zhai, P., Wang, R., Zhou, Y., Hu, D., & Zhou, Y. (2019). Yerleşik akreditasyon sistemi aracılığıyla biyogüvenlik laboratuvarlarının yeteneklerinin arttırılması: Çin'de biyogüvenlik laboratuvarı akreditasyon sisteminin geliştirilmesi. *Biyogüvenlik ve Biyogüvenlik Dergisi , 1* (2), 86-89.

BÖLÜM 29
TÜRKİYE'DE BİLİRKİŞİLİK VE MEVZUATI

Özge GENÇ SÜTLÜ
Faruk AŞICIOĞLU

DOI: 10.5152/0629

Türkiye'de Bilirkişilik ve Mevzuatı

Expertise and Legislation

BÖLÜM HAKKINDA

Bu bölümde çözümü için özel ve teknik bir bilgi sahibi olunması gereken durumlarda kendisine başvurulan bilirkişiler ve bilirkişilik mekanizmasının Türkiye'deki gelişimi ve mevcut durumuna değinilecektir. Bilirkişiliğin tarihi, bilirkişilikte temel kavramlar, bilirkişi olmak için aranan şartlar, bilirkişilik eğitimi, teşkilat yapısı, bilirkişi raporlarının genel nitelikleri ve Türkiye'de hizmet veren kurumlar üzerinde durulacaktır.

Anahtar kelimeler: Bilirkişi, Türkiye'de bilirkişilik, bilirkişilik mevzuatı.

ABOUT the CHAPTER

In this section, the experts who are consulted in cases where special and technical knowledge is required for the solution and the development and current situation of the expert witness mechanism in Turkey will be discussed. The history of expertise, basic concepts in expertise, the requirements to become an expert, expert training, organizational structure, general characteristics of expert reports and institutions providing services in Turkey will be discussed.

Keywords: Expert witness, expertise in Turkey, expert legislation.

Bilirkişilik

Çözümü için özel ve teknik bir bilgi sahibi olunması gereken durumlarda hukuk mekanizması içerisinde kendisinden yararlanılan kişilere "bilirkişi" denmektedir. Kanuna göre ise herhangi bir konuda teknik ve özel bilgisine başvurulan, ehlivukuf, ehlihibre veya eksper şeklinde de ifade edilen bilirkişiler gerçek veya özel hukuk tüzel kişisi olarak tanımlanmaktadır (Bilirkişilik Kanunu; Dokgöz, 2019).

Hukuk ve Ceza yargılamalarında sırasıyla uyuşmazlıkların giderilmesi ve gerçeğin aydınlatılması amacıyla bilirkişilik müessesine başvurulmaktadır. Hukuk ve yargılama sistemleri alanında dünya üzerinde bir çeşitlilik mevcut olmakla birlikte Türkiye'nin Kıta Avrupası hukuk sistemine (Continental Law) tabii olduğu ve "işbirliği" sistemine göre sürecin yürütüldüğü bilinmektedir. Yargılamanın hâkim kanadının yanı sıra savcılık makamının da varlığı ile soruşturma safhası savcılık makamına tahsis edilmiştir. Bu sebeple hâkim tek başına yargılamayı başlatan ve yürüten olmamakla birlikte taraf delilleriyle de bağlı değildir. Ancak buna rağmen Kıta Avrupası Hukuk sisteminin geçerli olduğu diğer ülkelere göre hâkimin çok daha yönlendirici ve aktif bir konumda olduğu söylenebilir (Kocaoğlu, 2010; Dokgöz, 2019). Bu noktada ülkemizde bilirkişilerin hâkime yardımcı olma vasfı ile konumlandırıldığı görülmektedir. Bilirkişilik yapmakla mükellef olan veya bilirkişi listelerine kaydedilmeye hak kazanmış bilirkişiler arasından atanan görevli, davanın teknik bilgi isteyen konularında hâkime yardımcı olma görevini üstlenmiş olmaktadır.

Türkiye'de Bilirkişilik

Gündelik hayatta toplumu oluşturan bireylerin yaşadıkları uyuşmazlıkların, mevcut hukuki düzen içerisinde bir hâkimin sorumluluğunda çözüldüğü bilinmektedir. Ancak hâkimlerin genel bilgi ve uzmanlık alanının yetersiz kaldığı özel ve teknik bilgi gerektiren durumlar ile karşılaşıldığında uyuşmazlıkların giderilmesi bilirkişilik müessesesi ile mümkün olmaktadır. Bazen adli makamların rutin iş yükü dolayısıyla bir dosyaya ayırabilecekleri vaktin kısıtlı olması savı ile dosyayı toparlaması için hukukçu bilirkişiye gidebildiği (Akcan, 2015) söyleniyor olsa da sürecin böyle işlemesi kanaatimizce doğru değildir. Gerek bu husus gerekse hukuki konularda dahi bilirkişiye başvurulduğu hususu uzun süredir eleştirilmekte olduğundan hem Bilirkişilik Kanunu'nda (2016) hem de Bilirkişilik Yönetmeliği'nde hukuki konularda bilirkişiye gidilmesi bizzat vurgulanmak sureti

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Özge Genç Sütlü[1]

Faruk Aşıcıoğlu[2]

[1] İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
[2] İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Tıp Bilimleri Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

E-posta: ozge.genc@iuc.edu.tr
faruk.asicioglu@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Genç Sütlü, Ö., Aşıcıoğlu, F. (2024). Türkiye'de bilirkişilik ve mevzuatı. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 322-329). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

ile yasaklanmıştır. Bu yasak sonrasında hukukçu bilirkişilerin sadece hukukçu kimliklerinin ötesinde bir uzmanlık ve teknik bilgi birikimleri var ise bilirkişilik yapmaları olanak dâhilindedir.

Tarihimizde ilk olarak 18.06.1927 tarihli 1086 sayılı Hukuk Usulü Muhakemeleri Kanununda (HUMK) "Ehlivukuf" şeklinde tanımlanmış olan "bilirkişi" (Md. 275), 12.01.2011 tarihli Hukuk Muhakemeleri Kanununda (HMK) da bilirkişi olarak yer almıştır (Md. 266). Ceza yargılaması konusunda ise 04.04.1929 tarihli 1412 sayılı Ceza Muhakemeleri Usulü Kanunu (CMUK) Madde 66'da ve 04.12.2004 tarihli 5271 sayılı Ceza Muhakemesi Kanununda (CMK) Madde 63'te bilirkişi tanımı yer almaktadır (Kök, 2017). Türkiye Cumhuriyetinin ilk yıllarından itibaren tanımlanma gayreti içerisinde olunan "bilirkişilik" ve "bilirkişi" üzerine Kamay, 1949 yılında, bir bilirkişinin "gerçekçi, objektif, muhakeme gücü kuvvetli, sağduyulu, hüküm verme kabiliyetine sahip, ahlak ve etik ilkelere paralel bir şekilde hareket etmesi beklenen kişi" olduğunu aktarmıştır (Kamay, 1949).

24.11.2016 tarihli 6754 sayılı Bilirkişilik Kanunu (B.K.) ile daha önce mevzuatta farklı yasalar içerisinde değinilen bilirkişilik hususunda ayrı bir kanun oluşturulması amacıyla Yüksek yargı hâkimleri, Adalet Bakanlığı bürokratları, akademisyenler ve Türkiye Barolar Birliği mensuplarından oluşan bir Komisyon, Adalet Bakanı başkanlığında 4 Şubat 2015 tarihinde "Bilirkişilik Kanunu Tasarısını" hazırlamıştır. Tasarının kanunlaşması 24.11.2016 tarihli 29898 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak gerçekleşmiştir. Bilirkişilik Yönetmeliği (B.Y.) ise Kanunun 18. maddesine dayanılarak 03.08.2017 tarihinde 30143 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmak suretiyle yürürlüğe girmiştir. Böylece kanunun uygulanması konusunda ek bir mevzuat yayınlanmıştır (Kök, 2017; İnce ve Aşıcıoğlu, 2020). Bu bölümün yazarlarından olan Aşıcıoğlu gerek kanun gerekse yönetmeliğin hazırlanması sırasında oluşturulan komisyon içerisinde bulunan az sayıdaki bilirkişi arasında yer almıştır. Ayrıca bu tasarıların hazırlanması sırasında, incelemeler yapmak üzere Adalet Bakanlığı tarafından Fransa'nın Bordeaux kentine gönderilen heyet içerisinde yer alan ve hukukçu olmayan tek heyet üyesidir. İşleyiş olarak hukukumuza yakın olması nedeni ile tercih edilen Fransa adalet sistemini bilirkişilik müessesesi açısından analiz eden bu heyet çalışması sırasında Fransa ilk kademe mahkemeleri yanında üst mahkemelerin de bilirkişilik yapısı incelenerek raporlanmıştır.

Bilirkişilik hususuna Ceza Muhakemesi Kanunu, Hukuk Muhakemeleri Kanunu, Amme Alacaklarının Tahsili Usulü Hakkında Kanun, Bankacılık Kanunu, Kadastro Kanunu ve Karayolları Trafik Kanunu gibi birçok kanun içerisinde değinilmesinin yanı sıra; Bilirkişiliğe dair çeşitli yönetmelikler de mevcuttur. Bunlar; "Sayıştayca Bilirkişi ve Uzman Görevlendirilmesine İlişkin Yönetmelik", "Oda ve Borsalarda Hakem, Bilirkişi ve Eksper Listelerini Düzenleme Usul Ve Esasları Hakkında Yönetmelik", "Türk Mühendis Ve Mimar Odaları Birliği Bilirkişi Yönetmeliği", "Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği İçmimarlar Odası Bilirkişilik Yönetmeliği", "Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Kimya Mühendisleri Odası Bilirkişilik Yönetmeliği", "Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Makina Mühendisleri Odası Bilirkişilik Yönetmeliği", "Türk Mühendis Ve Mimar Odaları Birliği Tekstil Mühendisleri Odası Bilirkişilik Yönetmeliği" ve "Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Ziraat Mühendisleri Odası Bilirkişilik Yönetmeliği"dir (Akcan, 2015).

Bilirkişilik Kanunu henüz taslak aşamasındayken yalnızca belli yargı çeşitlerine yönelik olarak hazırlanmıştır. Buna göre; adli, idari ve askeri yargıya yönelik bilirkişilik hizmeti faaliyetlerinden bahsedilmekte olup kanunda hizmet verebilecek kurum ve kuruluşlara dair bilgiler yer almamıştır (Akcan, 2015).

Kanun ile Adalet Bakanlığı Hukuk İşleri Genel Müdürlüğü bünyesinde Kanunun 4. Maddesi ise Danışma Kurulu; 6. Maddesi ile Bilirkişilik Dairesi; Madde 7 ve 8'e göre ise Bilirkişilik Bölge Kurulları kurulmuştur (Atalı, 2016). Bu bölümün yazarlarından olan Aşıcıoğlu kurulan ilk Danışma Kurulu'nda Yüksek Öğrenim Kurulu temsilcisi sıfatı ile üç yıl görev ifa etmiştir.

Söz konusu Kanun çeşitli güncellemeler getirmiştir: Bilirkişiler, önceden bir yıllık geçerliliği olan bir yetki belgesine sahip olurken artık bilirkişiliğe kabul edildikleri takdirde üç yıl geçerliliği olan bir yetki belgesine sahip olmaktadırlar. Böylece bilirkişilik mekanizmasının daha etkin ve verimli olması sağlanmıştır. Bu kanun ile mesleğinde beş yıllık tecrübe edinmiş olan kişilerin bilirkişiliğe başvurması durumunda "Bilirkişilik Temel Eğitimi" alması koşulu getirilmiştir. Bilirkişilik Kanununun esasları ve ilkeleri kapsamında bilirkişiliğe dair teorik ve pratik bilgilerin yanı sıra temel faaliyetleri içeren bu eğitim, bilirkişilik mekanizmasının standardizasyonu ve kalifiye bilirkişi yetiştirilmesi hususunda oldukça önemlidir (Kök, 2017).

Bilirkişilikte Temel İlkeler

Bilirkişilik Kanunu 3. Maddesi ve Bilirkişilik Yönetmeliğinin 5. Maddesinde belirtildiği üzere; bilirkişi, görevini dürüstlük kuralları çerçevesinde bağımsız, tarafsız ve objektif olarak yerine getirir ve hazırlamış olduğu raporunda çözümü uzmanlığı, özel veya teknik bilgiyi gerektiren hususlar dışında açıklama yapamaz; hukuki nitelendirme ve değerlendirmelerde bulunamaz. Yine temel ilkeler kapsamında, "genel bilgi veya tecrübeyle ya da hâkimlik mesleğinin gerektirdiği hukuki bilgiyle çözümlenmesi mümkün olan konularda bilirkişiye başvurulamayacağı"; seçilen bilirkişinin, "kendisine tevdi olunan görevi bizzat yerine getirmekle yükümlü olup, görevinin icrasını kısmen yahut tamamen başka bir kimseye devredemeyeceği" ve "bilirkişinin görevi sebebiyle kendisine tevdi edilen bilgi ve belgelerin veya öğrendiği sırların gizliliğini sağlamakla yükümlü olup bu yükümlülüğünün, bilirkişilik görevi sona erdikten sonra da devam ettiği" belirtilmektedir.

Mevzuata göre; çözümü uzmanlığı, özel veya teknik bilgiyi gerektiren sorun açıkça belirtilmeden ve inceleme yaptırılacak konunun kapsamı ile sınırları açıkça gösterilmeden bilirkişi görevlendirilememektedir. Aynı konuda bir kez rapor alınmasının esas olduğu ancak rapordaki eksiklik veya belirsizliğin giderilmesi için ek rapor istenebileceği de kanunda açıkça belirtilmiştir. Son olarak Ulusal Yargı Ağı Bilişim Sistemi (UYAP) ile bu Sisteme entegre bilişim sistemleri veya yazılımlar vasıtasıyla ulaşılabilen bilgiler veya çözülebilen sorunlar için bilirkişiye başvurulamayacağı da ilkeler arasında yer almaktadır (B. K., md.3; B.Y., md.5.).

Bilirkişilerin yönetmelikte yer alan ve 7. ve 14. maddelerde sıralanan etik ilkelere uyması gerekliliğinin yanı sıra 13.04.2005 tarihli ve 25785 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Kamu Görevlileri Etik Davranış İlkeleri ile Başvuru Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelikte düzenlenen etik ilkelere uymaları da gerekmektedir (B.Y.; Kamu Görevlileri Etik Davranış İlkeleri ile Başvuru Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik).

Bilirkişide Aranan Şartlar

Bilirkişilik Kanunu'nun 10. Maddesi ve Bilirkişilik Yönetmeliği'nin 38. Maddesine göre:

"(1) Bilirkişilik faaliyetinde bulunacak gerçek kişilerde aşağıdaki şartlar aranmaktadır:

a) 26.9.2004 tarihli ve 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu'nun 53 üncü maddesinde belirtilen süreler geçmiş olsa bile; kasten işlenen bir suçtan dolayı bir yıldan fazla süreyle hapis cezasına ya da affa uğramış olsa bile Devletin güvenliğine karşı suçlar, Anayasal düzene ve bu düzenin işleyişine karşı suçlar, zimmet, irtikâp, rüşvet, hırsızlık, dolandırıcılık, sahtecilik, güveni kötüye kullanma, hileli iflas, ihaleye fesat karıştırma, edimin ifasına fesat karıştırma, suçtan kaynaklanan malvarlığı değerlerini aklama veya kaçakçılık, gerçeğe aykırı bilirkişilik veya tercümanlık yapma, yalan tanıklık ve yalan yere yemin suçlarından mahkûm olmamak.
b) Terör örgütleriyle iltisaklı veya irtibatlı olmamak.
c) Daha önce kendi isteği dışında bilirkişilik sicilinden çıkarılmamış olmak.
ç) Disiplin yönünden meslekten veya memuriyetten çıkarılmamış ya da sanat icrasından veya mesleki faaliyetten geçici ya da sürekli olarak yasaklanmamış olmak.
d) Başka bir bölge kurulunun listesine kayıtlı olmamak.
e) Bilirkişilik temel eğitimini tamamlamak.
f) Bilirkişilik yapacağı uzmanlık alanında en az beş yıl fiilen çalışmış olmak ya da daha fazla çalışma süresi belirlenmiş ise bu süre kadar fiilen çalışmış olmak.
g) Meslek mensubu olarak görev yapabilmek için mevzuat tarafından aranan şartları haiz olmak ve mesleğini yapabilmek için gerekli olan uzmanlık alanını gösteren diploma, mesleki yeterlilik belgesi, uzmanlık belgesi veya benzeri belgeye sahip olmak.
ğ) Bilirkişilik temel ve alt uzmanlık alanlarına göre belirlenen yeterlilik koşullarını taşımak."

Özel hukuk tüzel kişilerinin bünyesinde hizmet verecek kişiler için de yukarıda sayılan şartlar aranmakta olup düzenlenen raporlarda bu kişilerin isim ve imzasının yer alacağı belirtilmiştir. Mesleki yeterliliğe sahip olmaması sebebiyle başvurusu reddedilenler bir yıl süreyle yeni bir başvuruda bulunamamaktadır. Hukuk fakülteleri dışında ayrıca bir uzmanlık sahibi olduğunu ve yukarıda sayılan şartları karşıladığını belgelendiremediği sürece, bu kişiler bilirkişilik siciline ve listesine kaydedilememektedir (B.K., md.10; B.Y., md.38).

Bilirkişilik yapılacak uzmanlık alanında *"en az 3 yıl tecrübe sahibi olma şartı"* Bilirkişilik Kanunu Madde 10-(1)-f; Bilirkişilik Yönetmeliği Madde 38-(1)-f ve Madde 40-(1)-d hükmünde *"Bilirkişilik yapacağı uzmanlık alanında en az beş yıl fiilen çalışmış olmak ya da daha fazla çalışma süresi belirlenmiş ise bu süre kadar fiilen çalışmış olmak"* şeklinde değiştirilmiştir (B.K., B.Y.). Fiiliyatta bilirkişinin mezun olduğu okuldan sonra geçen süre beş yıl ise bu yeterli bulunmakta, mesleki faaliyete ilişkin ilave belge ve bilgi istenmemektedir. Oysa bir okuldan mezun olduktan sonra diploma aldığı alanda faaliyet göstermeyen birisinin dahi bilirkişiliğine imkân tanıyan bu durum sakınca yaratmakta olup düzeltilmesi gereken huşulardandır. Nasıl bir bilirkişi adayı bir zanaat sahibi ise bu zanaatı aktif olarak son beş yıldır yapmakta olduğunun verilerini başvurusuna ekliyor ise bir mimar, bir mühendis, bir bankacı aktif olarak bu meslekleri icra ettiğini belgelemelidir.

Bilirkişilik Eğitimi

Bilirkişiler, 11.08.2017 tarih ve 87844950010.06.02/29-E.126 sayılı Bilirkişilik Temel Eğitiminin Usul ve Esaslarına İlişkin Genelge gereğince eğitime tabii tutulmaktadırlar. Bu eğitim, farklı mesleki uzmanlıklar ve disiplinlerden gelen bilirkişilerin gerçekleştireceği faaliyetlerle ilgili olmayıp; temel hukuki normlar, kanuni yükümlülükler, adliyede dosya alıp verirken uyulması gereken usul ve kurallar, etik ilkeler, bilirkişilik kanunu ve yönetmeliğinin içeriği ve ulusal yargı ağına bağlı bilirkişi portalının kullanımından oluşan temel formasyon eğitimidir. Söz konusu eğitimi verecek olan kurum ve kuruluşlar, eğitmen kadrosu, eğitim olanakları ve diğer unsurlar dikkate alınarak Adalet Bakanlığı Bilirkişi Daire Başkanlığı tarafından yetkilendirilmektedirler. Son olarak, eğitim denetiminden bilirkişi bölge kurulları sorumludur (İnce ve Aşıcıoğlu, 2020). Ülkemizde Bilirkişi Daire Başkanlığı tarafından yetkilendirilen ilk kuruluş İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü (bugünkü adı ile İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü) olup ilk dönem İstanbul ilinde eğitim alan kursiyerlerin büyük kısmı bu birim tarafından eğitilmiştir. Ancak hâlihazırda bu eğitimleri vermemektedir.

Bilirkişilik Yönetmeliğine göre;

"Alanlarındaki uzmanlıkları ve bilimsel yeterlilikleri dikkate alınarak, bilirkişilik temel eğitiminden ve listeye kaydolmaktan muaf tutulacaklara ilişkin usul ve esasların belirlenmesine dair genelgeye göre oluşturulan listede yer alan kişiler temel eğitimden muaftır. 6/12/2012 tarihli ve 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanununa göre yetkilendirilen gayrimenkul değerleme uzmanları için, 4/11/1983 tarihli ve 2942 sayılı Kamulaştırma Kanununun 15 inci maddesi gereğince sadece kamulaştırma alt uzmanlık alanında görev yapmak kaydıyla, bilirkişiliğe kabul şartları bakımından temel eğitim alma şartı aranmaz."

Bilirkişilik Daire Başkanlığının 1 Haziran 2021 tarihli "Bilirkişilik Temel Eğitiminden Muaf Tutulacaklara Dair Usul Ve Esaslar Hakkında Duyuru" metninde güncellenen muafiyet şartları arasına "Belirlenen usul ve esaslar halihazırda bilirkişilik listelerinde kayıtlı profesör ve doçent unvanlı bilirkişiler için de geçerli olup bilirkişilik başvurularında, bilirkişilik temel eğitimi veya yenileme eğitimi şartı aranmaz." Maddesi eklenerek Doçent ve Profesör unvanlı bilirkişi adayları da eğitimden muaf konuma gelmiştir (B.Y., md. 31; Bilirkişilik Temel Eğitiminden Muaf Tutulacaklara Dair Usul Ve Esaslar Hakkında Duyuru, 2021).

Bilirkişinin Yetkileri

Bilirkişilik Yönetmeliğine (md. 54) göre;

"Bilirkişi, yapacağı ön incelemede, incelemeyi gerçekleştirebilmesi için bazı hususların önceden araştırılması ve tespiti ile kendisine teslim edilen dosya ve belgelere ilave olarak başka kayıt ve belgelere ihtiyaç duyması halinde bir hafta içinde görevlendirmeyi yapan merciden talepte bulunur. Görev alanı veya sınırları hakkında tereddüte düşmesi halinde ise bunun giderilmesini, görevlendirmeyi yapan merciden her zaman talep edebilir."

Bilirkişilik Mekanizmasının Teşkilat Yapısı

Bilirkişilik Kanunu ile Adalet Bakanlığı Hukuk İşleri Genel Müdürlüğü bünyesinde kurulan Danışma Kurulu, Bilirkişilik Dairesi ve Bilirkişilik Bölge Kurullarının çeşitli işlevleri ve görevleri bulunmaktadır (Atalı, 2016). Sırasıyla kanunda ve yönetmelikte bu hususlara değinilmiş olup aşağıda her bir yapı Kanun ve Yönetmelik çerçevesinde ele alınmıştır.

Bilirkişilik Danışma Kurulu

"Danışma Kurulu: Adalet Bakanlığı Müsteşarı; Hâkimler ve Savcılar Yüksek Kurulu Genel Sekreteri; Adalet Bakanlığı Hukuk İşleri Genel Müdürü, Adalet Bakanlığı Ceza İşleri Genel Müdürü; Yargıtay Birinci Başkanlık Kurulu tarafından Yargıtay ceza ve hukuk dairelerinden seçilen birer üye olmak üzere toplam iki kişi; Danıştay Başkanlık Kurulu tarafından Danıştay idari dava daireleri ve vergi dava dairelerinden seçilen birer üye olmak üzere toplam iki kişi; Yükseköğretim Kurulu tarafından üniversitelerin öğretim üyeleri arasından seçilen toplam üç kişi; Hâkimler ve Savcılar Yüksek Kurulu Birinci Dairesi tarafından, istekleri bulunan, bölge adliye ve bölge idare mahkemelerinde görev yapan birer hâkim olmak üzere seçilen toplam iki kişi; Hâkimler ve Savcılar Yüksek Kurulu Birinci Dairesi tarafından, istekleri bulunan ve birinci sınıf olan; adli yargı ilk derece hukuk ve ceza mahkemelerinde görev yapan birer hâkim; bir Cumhuriyet savcısı ve idari yargı ilk derece idare ve vergi mahkemelerinde görev yapan birer hâkim olmak üzere seçilen toplam beş kişi; Adalet Bakanlığı tarafından Adlî Tıp Kurumunda görev yapanlar arasından seçilen bir kişi; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumunda görev yapanlar arasından seçilen bir kişi; İçişleri Bakanlığı tarafından Jandarma Genel Komutanlığı Jandarma Kriminal Daire Başkanlığında ve Emniyet Genel Müdürlüğü Kriminal Daire Başkanlığında görev yapanlar arasından birer olmak üzere seçilen toplam iki kişi; Türkiye Barolar Birliği Yönetim Kurulu tarafından avukatlar arasından seçilen bir kişi; Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Yönetim Kurulu tarafından mühendis veya mimarlar arasından seçilen bir kişi; Türkiye Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler ve Yeminli Mali Müşavirler Odaları Birliği Yönetim Kurulu tarafından serbest muhasebeci mali müşavir veya yeminli mali müşavirler arasından seçilen bir kişi, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Yönetim Kurulu tarafından seçilen bir kişi; Türkiye Esnaf ve Sanatkârları Konfederasyonu Yönetim Kurulu tarafından seçilen bir kişi; Türk Tabipleri Birliği Yönetim Kurulu tarafından seçilen bir kişiden oluşmaktadır. Danışma Kuruluna Adalet Bakanlığı Müsteşarı başkanlık eder ve kurul toplantılarının gündemini belirler." (B.K., md.4; B.Y., md.15).

Danışma Kurulu, Bilirkişilik hizmetlerinin yürütülmesinde yaşanan sorunlar hakkında çözüm önerilerinde bulunmak; Daire Başkanlığının görev alanına giren konular hakkında önerilerde bulunmak; Daire Başkanlığının ve bölge kurullarının yıllık faaliyetleri hakkında önerilerde bulunma ve kanunlarla verilen diğer görevleri yapmak gibi görevlere sahiptir (B.K., md.5; B.Y., md.16).

Bilirkişilik Daire Başkanlığı

Bilirkişilik hizmetlerinin etkin, düzenli ve verimli bir şekilde yürütülmesini sağlamak amacıyla, Adalet Bakanlığı Hukuk İşleri Genel Müdürlüğü bünyesinde Bilirkişilik Daire Başkanlığı kurulur. Daire Başkanlığı, bir daire başkanı ile yeteri kadar tetkik hâkimi ve diğer personelden oluşur.

"Daire Başkanlığının: Bilirkişilik hizmetlerine ilişkin temel ve alt uzmanlık alanlarını tespit etmek; Temel ve alt uzmanlık alanlarına göre bilirkişilerin sahip olması gereken nitelikleri belirlemek; Bilirkişilerin, görevlerini yürütürken uymaları gereken etik ilkeleri belirlemek; Temel ve alt uzmanlık alanlarına göre bilirkişilerin uyacağı rehber ilkeleri ve hazırlayacağı raporların standardını belirlemek; Bilirkişilik temel eğitimine ilişkin usul ve esasları belirlemek, eğitim verecek eğitim ve öğretim kurumları ile diğer kurumların niteliklerini belirlemek ve bunlara izin vermek, bu kurum ve kuruluşları listelemek ve elektronik ortamda yayımlamak; Alanlarındaki uzmanlıkları ve bilimsel yeterliliklerini dikkate alarak bilirkişilik temel eğitiminden veya listeye kaydolmaktan muaf tutulacaklara ilişkin usul ve esasları belirlemek, bu kişilerin listesini oluşturmak ve yayımlamak; Bilirkişilerin denetimine ve performansına ilişkin usul ve esasları belirlemek; Bilirkişiliğe kabule ilişkin usul ve esasları belirlemek; Bilirkişilik Asgari Ücret Tarifesini belirlemek ve her yıl güncellemek; Temel ve alt uzmanlık alanlarına göre bilirkişilerin aylık olarak bakacağı iş sayısını belirlemek; Bilirkişi olarak hizmet verecek özel hukuk tüzel kişilerinin ve bu tüzel kişilik bünyesinde bilirkişi olarak çalışacak kişilerin taşıması gereken nitelikleri belirlemek; Bilirkişi olarak hizmet verecek özel hukuk tüzel kişilerinin temel ve alt uzmanlık alanları ile yetki çevrelerini belirlemek; Bilirkişiliğe kabul şartları bakımından 10. maddenin birinci fıkrasının (f) bendinde aranan asgari çalışma süresini, temel ve alt uzmanlık alanlarına göre artırmak; Yıllık faaliyet raporunu ve izleyen yıl faaliyet planını hazırlamak; Görev alanına giren konularda bilim komisyonları veya çalışma grupları oluşturmak; Danışma Kurulunun sekretarya hizmetini yürütmek; Bilirkişilikle ilgili uygulamaları izlemek, sorunları tespit etmek ve bu sorunlara çözüm önerileri geliştirmek; Bilirkişilik alanında her türlü istatistiki veriyi toplamak ve bu alana ilişkin planlamaları yapmak; Bilirkişilik sicilini ve listesini tutmak; Bilirkişilikle ilgili yayınlar ile bilimsel çalışmaları teşvik etmek ve desteklemek; Bilirkişiliğe ilişkin ulusal ve uluslararası kongre, sempozyum ve panel gibi bilimsel organizasyonları düzenlemek veya desteklemek; Görev alanıyla ilgili kamu ya da özel kurum veya kuruluşlarla işbirliği yapmak; Bilirkişilik listelerinden çıkarılanlar ile bilirkişilik yapmaktan yasaklananların listesini tutmak ve yayımlamak ve kanunlarla verilen diğer görevleri yapmak gibi görevleri mevcuttur." (B.K., md.6; B.Y., md.19).

Bilirkişilik Bölge Kurulları

Her bölge adliye mahkemesinin kurulu bulunduğu yerde bir bilirkişilik bölge kurulu kurulmaktadır. Bölge kurulunda; Hâkimler ve Savcılar Yüksek Kurulu Birinci Dairesi tarafından istekleri bulunan ve bölge kurulunun bulunduğu yer bölge adliye mahkemesi üyeleri arasından seçilen bir kişi; Hâkimler ve Savcılar Yüksek Kurulu Birinci Dairesi tarafından bölge kurulunun bulunduğu il merkezi adli yargı ilk derece hukuk ve ceza mahkemelerinde görev yapan birer hâkim ve bir Cumhuriyet savcısı ile idari yargı ilk derece idare ve vergi mahkemelerinde görev yapan birer hâkim olmak üzere seçilen toplam beş kişi bulunamaktadır (B.K., md.7; B.Y., md.20).

"Bölge kurulları; Bilirkişilik hizmetlerinin ilgili mevzuata uygun olarak yerine getirilmesini sağlamak; Bilirkişiliğe kabule ve

bilirkişilerin sicile ve listeye kaydedilmesine karar vermek; Sicile kayıtlı bilirkişilerin temel ve alt uzmanlık alanlarına göre bilirkişilik listelerini oluşturmak; Bilirkişilerin sicil ve listeden çıkarılmasına karar vermek; İlgili mevzuat çerçevesinde bilirkişilerin denetimini yapmak ve performansını ölçmek; Özel hukuk tüzel kişilerinin bilirkişilik faaliyetinde bulunmalarına izin vermek, izinlerini iptal etmek, bilirkişiliğe ilişkin faaliyet ve raporlarını denetlemek ve kanunlarla verilen diğer görevleri yapmakla görevlendirilmiştir." (B.K., md.8; B.Y., md.21).

Bilirkişi Raporunun Niteliği

Bilirkişi olarak görevlendirilen kişi veya kişiler raporlarında veya sözlü şekilde açıklamış oldukları görüşlerinde kendi uzmanlığı ve teknik bilgisinin gerektiği hususlar dışında değerlendirme, açıklama ve yorum yapamazlar. Bu noktada bilirkişinin, raporunun sınırlarını çizmiş olması gerekmektedir (Hukuk Muhakemeleri Kanunu (HMK), md. 279).

Mevzuata göre bilirkişi raporu içerisinde (B.Y., md. 55): "görevlendirmeyi yapan merci; dosya numarası; yargılamanın taraflarına ait bilgiler; görevlendirme tarihi ve süresi; incelemenin konusu; kendisinden gözlemlenmesi ve incelenmesi istenen maddi unsurlar; inceleme yöntemi; bilimsel ve teknik dayanaklar, gerekçeli sonuç; raporun düzenlenme tarihi, bilirkişi gerçek kişi ise adı ve soyadı, unvanı, sicil numarası ve imzası; bilirkişi tüzel kişi ise ticaret unvanı, kanuni temsilcisinin adı ve soyadı, tüzel kişi adına raporu tanzim eden gerçek kişi bilirkişinin adı ve soyadı ile sicil numarası ve imzası ve birden fazla bilirkişi görevlendirilen durumlarda görüş farklılığı mevcutsa bunlar gerekçeli olarak (CMK, md. 67)" bulunmalıdır. Farklı görüşler ayrı bir rapor halinde de mahkemeye sunulabilir. Bilirkişi raporuna, incelemeye esas maddi unsurları belgeleyen ve sonuçların açıklanmasına yardımcı olan şema, harita, kroki, fotoğraf, tablo ile diğer kayıt ve belgeler de eklenebilir.

Bilirkişi raporunda kullanılan bilgi kaynakları, veriler ve diğer materyallerin detaylı bir şekilde belirtilmesi gerekmektedir. Bilirkişi, görüşünü oluştururken kullandığı tüm kaynaklara atıfta bulunmalıdır. Bu atıflar, incelenen taşınır veya taşınmaz mülklerden veya temin edilen belgelerden oluşabilir. Bu kaynakların ayrıntılı bir şekilde belirtilmemesi, raporun doğruluğunu etkileyebilir. Bilirkişi raporunda, kullanılan bilimsel veya teknik kaynakların ve görüşlerin neden ve nasıl kullanıldığını açıkça belirtmelidir. İnceleme yöntemleri ve usulleri de ayrıntılı olarak açıklanmalıdır. Örneğin, bir yazı veya imzanın incelendiği durumlarda hangi yöntemlerin kullanıldığı ve bu yöntemlerin teknik detaylarına da yer verilmelidir. Bu bilgilerin anlaşılır bir şekilde aktarılması önemlidir ve gerektiğinde ilgili kişiler için açıklamalar yapılmalıdır. Tıbbi veya mesleki terminoloji raporda gereksizse kullanılmamalıdır. Ancak zaruri durumlarda bu terimlerin Türkçe karşılıkları parantez içinde belirtilmelidir. Uzun açıklamalar gerekiyorsa, terimlerin yanına yıldız işareti konularak sayfanın sonunda detaylı açıklamalar yapılabilir. (Toraman, 2017).

Bilirkişi raporlarından farklı olarak gerek hukuk gerek ceza yargılamasının taraflarının, yargılama konusu ile ilgili olarak uzmanından bir bilimsel görüş alması şeklinde gerçekleşen uzman mütalaası bir tür bilirkişilik faaliyeti olup bu faaliyeti, mahkeme tarafından tayin edilen bilirkişinin yapacağı incelemeden ayırmak için uzman görüşü veya bilirkişi mütalaası terimleri kullanılmaktadır (bkz. HMK md. 293, CMK md. 67, f. 6). Uygulamada mahkemelerce uzman görüşü almak belirli bir konuya veya mevcut bilirkişi raporundaki eksikliklere dikkat çekmek için kullanılmaktadır. Hukuk alanında uzmanlar tarafından hazırlanan raporlar, Türk hukuku ve yabancı ülkelerde hukuki mütalaa olarak bilinmekte olup mahkemelerin dikkatini çekmek amacıyla sunulur. Dolayısıyla bir hukukçu tarafından hazırlanan raporlar, mahkemenin bilirkişi incelemesine başvurmasından farklı olup bilirkişi incelemesi yasağını ihlal etmemektedir; çünkü hukuk alanındaki bu uzmanların temel görevi, tarafların iddialarını güçlendirmeye yardımcı olmaktır. Yani mahkeme, ispat gücü olan bilirkişi raporunun aksine uzman görüşlerini taraf beyanı gibi değerlendirecektir (Bilirkişilik Temel Eğitimi Katılımcı El Kitabı, 2018; Toraman, 2018).

Bölüm yazarları olarak biz bu görüşe katılmamaktayız. Her ne kadar uzman mütalaası tarafların talebi üzerine hazırlanmış olması nedeni ile adli makamlar tarafından maalesef tereddüt ile karşılanmakta ise de bu raporlarda yer alan ve mahkeme tarafından görevlendirilen bilirkişi raporları ile çelişen görüşler mahkeme hakim ya da hakimler heyetinin objektif değerlendirmesine imkan tanıyacak ölçüde detaylı ve literatür destekli olarak hazırlanmış ise vicdani kanaatini hükme esas alacak hakim ya da hakimler heyeti tarafından itibar görmelidir. Yukarıda belirtilen tereddüt etme haline sebep olan hususları ortadan kaldırmanın bir diğer yöntemi bilirkişi raporunu hazırlayan uzman/lar ile uzman görüşünü hazırlayan kişilerin duruşmaya davet edilerek hukukumuzda yeri olan çapraz sorguya tabii tutulmasıdır. Eğer bu yapılsa ve mahkeme heyeti aynen anglo-sakson mahkemelerindeki hâkimler gibi geriye çekilerek bilirkişi ve uzmanlara kendileri aracılığı ile yöneltilen taraf avukatlarının, savcının veya bizzat kendileri tarafından yöneltilen sorulara verilen cevapları değerlendirebilseler mutlaka daha doğru sonuçlara ulaşılabilecektir. Bölüm yazarlarının uzman görüşü alınmasında eksiklik olarak düşündükleri en büyük problem her zaman davanın her iki tarafının uzman görüşü alabilecek imkânlara sahip olamaması, bu nedenle uzman görüşü alabilen tarafın avantajlı duruma geçebilmesidir.

Bilirkişilik Yapan Resmi Kurumlar

Ülkemizde bilirkişilik hizmeti veren çeşitli mekanizmalar mevcut olup bunların resmi kurum statüsüne sahip olanlar Adli Tıp Kurumu, Polis ve Jandarma Kriminal Laboratuvarları ve üniversiteler şeklinde sıralanabilir.

Adli Tıp Kurumu

Mahkemeler, hâkimlikler ve savcılıklar ile Kurumun uygun gördüğü alanlarda kamu kurum ve kuruluşları tarafından gönderilen adlî tıpla ilgili konularda bilimsel ve teknik görüş bildirmek, Adlî tıp uzmanlığı ve yan dal uzmanlığı eğitimini tıpta uzmanlık mevzuatına uygun olarak vermek, Adlî tıp ve adlî bilimler alanlarında çalışmaları yürütmek üzere seminer, sempozyum, konferans ve benzeri etkinlikler düzenlemek, bunlara ilişkin eğitim programları uygulamak ve ilgili kurum, kuruluş ve kurulların hazırlayacakları adlî tıpla ilgili eğitim programlarının yapılmasına ve yürütülmesine yardımcı olmak ve Adlî tıp hizmetlerinin görülmesi sırasında yapılması zorunlu sağlık hizmetlerini verme görevlerini üstlenmiş olan Adli Tıp Kurumu (ATK), ülkemizde bilirkişilik hizmeti veren en kapsamlı ve geniş yapılı kurum olarak kabul edilmektedir (ATK Kanunu, 1982; Dokgöz, 2019).

Adli Tıp Kurumu bünyesinde Adli Tıp Kurumu Başkanlığı; Adli Tıp Başkanlar Kurulu; Adlî Tıp Üst Kurulları; Adli Tıp İhtisas Kurulları; Adli Tıp İhtisas Daireleri; Adlî Tıp Kurumu Grup Başkanlıkları ve Adli Tıp Şube Müdürlükleri mevcuttur.

Adlî Tıp Üst Kurulları, adlî tıp ihtisas kurulları ve dairelerinin verdiği ancak mahkemeler, hâkimlikler ve savcılıklarca kanaat verici bulunmayan raporları, belirtilen sebeplerle birlikte inceler ve karara bağlar. Ayrıca, adlî tıp ihtisas kurullarının oybirliğiyle karar alamadığı ve bu kurulların verdiği raporlar arasındaki çelişkileri de değerlendirir. Ancak, Fizik İhtisas Dairesi ve Trafik İhtisas Dairesi raporları, Adlî Tıp Üst Kurulları tarafından incelenemez.

Adli Tıp İhtisas Kurulları genel olarak, adlî tabip veya adlî tıp uzmanları tarafından verilen ancak mahkemelerce yeterince güvenilir bulunmayan ve çelişkiler içeren raporları incelemek ve bilimsel-teknik görüşlerini sunmakla görevlidir. ATK Kanunu'na göre, sekiz ihtisas kurulu belirli görevlerle yetkilendirilmiştir (ATK Kanunu, 1982):

Adlî Tıp Birinci İhtisas Kurulu: 26/9/2004 tarihli ve 5237 sayılı Türk Ceza Kanununda belirtilen hayata karşı suçlar ile diğer ihtisas kurullarının görevine girmeyen işler hakkında bilimsel ve teknik görüşlerini bildirmek amacıyla; Tıbbî Patoloji, İç Hastalıkları, Kardiyoloji, Genel Cerrahi, Beyin ve Sinir Cerrahisi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Kadın Hastalıkları ve Doğum ve Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları uzmanlarından meydana gelmektedir.

Adlî Tıp İkinci İhtisas Kurulu: Vücut dokunulmazlığına karşı suçlar ile işkence ve eziyet suçlarına ilişkin fiiller hakkında bilimsel ve teknik görüşlerini bildirmek amacıyla; Radyoloji, Göz Hastalıkları, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları, Genel Cerrahi, Göğüs Cerrahisi, Kalp ve Damar Cerrahisi, Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi, Nöroloji, Ortopedi ve Travmatoloji, Kadın Hastalıkları ve Doğum ve Ruh Sağlığı ve Hastalıkları uzmanlarından meydana gelmektedir.

Adlî Tıp Üçüncü İhtisas Kurulu: Malûliyetler, meslekte kazanma gücü kaybı, beden çalışma gücü kaybı, meslek hastalıkları, hapis cezalarının infazının ertelenmesi, sürekli hastalık, engellilik ve kocama sebepleri ile belirli kişilerin cezalarının hafifletilmesi veya kaldırılmasına ilişkin işlemler hakkinda bilimsel ve teknik görüşlerini bildirmek amaciyla; Ortopedi ve Travmatoloji, Genel Cerrahi, Nöroloji, İç Hastalıkları, Göğüs Hastalıkları, Kardiyoloji, Üroloji, Tıbbî Onkoloji, Ruh Sağlığı ve Hastalıkları ve Beyin ve Sinir Cerrahisi uzmanından meydana gelmektedir.

Adlî Tıp Dördüncü İhtisas Kurulu: 5237 sayılı Kanunun 31 inci ve 33 üncü maddeleri hariç olmak üzere, ceza sorumluluğunu kaldıran veya azaltan nedenler ile akıl hastalarına özgü güvenlik tedbirlerine ilişkin işler, uyuşturucu ve uyarıcı maddeleri kullanan kimselerin alışkanlığı ile ilgili bağımlılık derecesinin belirlenmesine ilişkin işlemler, uyuşturucu madde suçları ile ilgili olarak tedavi ve denetimli serbestlik tedbirlerine ilişkin işler, fiil ehliyetinin tespiti, vesayeti gerektiren hâller, koruma amacıyla özgürlüğün kısıtlanması, tasarruf ehliyetine ilişkin işler, akıl hastalığı nedeniyle evliliğin iptali veya boşanmaya ilişkin işler hakkında bilimsel ve teknik görüşlerini bildirmek amacıyla; Ruh Sağlığı ve Hastalıkları için üç ve Nöroloji için bir uzmandan meydana gelmektedir.

Adlî Tıp Beşinci İhtisas Kurulu: Zehirlenmeler ile alerji ve immünolojiye, ilaç kimyasına, alışkanlık yapan diğer maddelere ilişkin işler, nesebin belirlenmesine ilişkin işler, çevreye karşı suçlar ile kamunun sağlığına karşı suçlar, yenilecek ve içilecek şeylere ilişkin işler, uyuşturucu ve uyarıcı maddeler ile adlî biyoloji ve adlî genetiği ilgilendiren işler hakkında bilimsel ve teknik görüşlerini bildirmek amacıyla; Tıbbî Mikrobiyoloji, Tıbbî Farmakoloji, Tıbbî Biyokimya, Analitik Kimya, İmmünoloji ve Alerji Hastalıkları, Tıbbî Genetik, Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji ve Halk Sağlığı uzmanlarından meydana gelmektedir. Bölüm yazarlarından Aşıcıoğlu 2003 yılından beri bu kurulun başkanlığını yapmaktadır.

Adlî Tıp Altıncı İhtisas Kurulu: Yaş küçüklüğü, sağır ve dilsizlik ile çocuk düşürtme, düşürme veya kısırlaştırma, cinsel dokunulmazlığa karşı suçlar, genel ahlaka ve aile düzenine karşı suçlar, cinsel iktidar tespiti, fiile karşı kendisini savunup savunamayacağı hususları ile yaş belirlemesi ve cinsiyete ilişkin işler hakkında bilimsel ve teknik görüşlerini bildirmek amacıyla; Kadın Hastalıkları ve Doğum için bir, Üroloji için bir, Ruh Sağlığı ve Hastalıkları için iki, Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları için iki, Çocuk Cerrahisi için bir ve Radyoloji için bir uzmandan meydana gelmektedir.

Adlî Tıp Yedinci İhtisas Kurulu: Ölümle sonuçlanmayan tıbbî uygulama hatalarına ilişkin işler hakkında bilimsel ve teknik görüşlerini bildirmek amaciyla; Genel Cerrahi, İç Hastalıkları, Kadın Hastalıkları ve Doğum, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Beyin ve Sinir Cerrahisi, Ortopedi ve Travmatoloji, Göz Hastalıkları, Kardiyoloji, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları, Tıbbî Onkoloji, Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi, Üroloji, Kalp ve Damar Cerrahisi, Diş Hekimliği ve Deri ve Zührevi Hastalıkları uzmanlarından meydana gelmektedir.

Adlî Tıp Sekizinci İhtisas Kurulu: Ölümle sonuçlanan tıbbî uygulama hatalarına ilişkin işler hakkında bilimsel ve teknik görüşlerini bildirmek amacıyla; Genel Cerrahi, İç Hastalıkları, Kadın Hastalıkları ve Doğum, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Kardiyoloji, Beyin ve Sinir Cerrahisi, Acil Tıp, Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji uzmanlarindan meydana gelmektedir.

Adli Tip Kurumu içerisinde yapılanmış olan Morg, Gozlem, Kimya, Biyoloji, Fizik, Trafik ve Adli Bilişim İhtisas Dairelerinin görevleri ise aşağıda sıralandığı şekildedir (ATK Kanunu, 1982):

Morg İhtisas Dairesi; mahkemeler ile hâkimlikler ve savcılıklar tarafından gönderilen cesetler ve ceset kısımları ile canlılara ait doku ve biyolojik materyal üzerinde her türlü incelemeleri yapar ve sonucunu bir rapor ile tespit eder. Morg dairesine getirilen ve otopsinin sonuçlanması ile hüviyetinin tespitinden sonra morg dairesiyle ilgisi kalmayan ve yakınlarınca alınmayan veya araştırmalar sonucu kimsesiz olduğu anlaşılan ceset veya kısımları, adlî tahkikatla ilgisi kalmamış olması ve aksine vasiyet bulunmaması şartıyla, en az altı ay süreyle muhafaza edilmek ve bilimsel araştırma için kullanılmak üzere ilgili yükseköğretim kurumlarına verilebilir. Ceset veya kısımlarının, bilimsel araştırma amacıyla yükseköğretim kurumlarına verilmesiyle ilgili işlemler yönetmelikle düzenlenir.

Gözlem İhtisas Dairesi; Mahkemeler ve hâkimlerce gözleme tabi tutulmasına karar verilenleri gözleme tabi tutmak ve gözlem sonucunu bir raporla tespit etmek ile görevlendirilmiştir.

Kimya İhtisas Dairesi; Mahkemeler ile hâkimlikler ve savcılıklar tarafından gönderilen toksikolojik, gıdai, sınai, narkotik, ilaç ve diğer çeşitli maddeler ile alkolometrik analizler yapmak ve sonucunu bir raporla tespit etmek ile görevlendirilmiştir.

Biyoloji İhtisas Dairesi; mahkemeler ile hâkimlikler ve savcılıklar tarafından gönderilen her türlü biyolojik örnek ve biyolojik örnek taşıması muhtemel materyalin mikrobiyolojik, hematolojik, serolojik ve genetik yönden incelemelerini yapar ve sonucunu bir raporla tespit eder.

Fizik İhtisas Dairesi; Mahkemeler ile hâkimlikler ve savcılıklar tarafından gönderilen silah, mermi, yazı (Grafolojik – daktiloskopik), imza, imza niteliğini taşıyan parmak izleri ile radyolojik, radyoizotop, klimatolojik, diğer fiziksel materyal ve olaylarla ilgili olarak incelemeler yaparak sonucunu bir raporla tespit etmek ile görevlendirilmiştir.

Trafik İhtisas Dairesi; Mahkemeler ile hâkimlikler ve savcılıklarca gönderilen trafik olayları ile ilgili konularda gerekli muayene ve incelemeler yapmak ve sonucunu bir raporla tespit etmek ile görevlendirilmiştir.

Adlî Bilişim İhtisas Dairesi; Mahkemeler ile hâkimlikler ve savcılıklar tarafından talep edilen bilişim ile ilgili konularda gerekli incelemeleri yapmak; veri toplama, işleme, depolama veya aktarma işlevi gören bilişim sistemleri ile her türlü sayısal ve elektronik materyal üzerinde inceleme, araştırma ve analizleri yapmak, sonuçlarını bir raporla tespit etmek ile gorevlendirilmistir.

Son olarak; Adlî Tıp Üst Kurulları ve adlî tıp ihtisas kurulları ile adlî tıp ihtisas daireleri, inceledikleri konularla ilgili olarak Adlî Tıp Kurumunda bulunmayan tıp ve diğer uzmanlık dallarında Adlî Tıp Kurumu dışından uzmanların bilirkişi olarak davet edilmesine karar verebilirler. Uzman kişiler oy hakları olmamakla beraber görüşlerini bir raporla Adlî Tıp Üst Kurulları, adlî tıp ihtisas kurulu veya adlî tıp ihtisas dairesi başkanlığına bildirirler. Adlî Tıp Üst Kurulları, adlî tıp ihtisas kurulları ile adlî tıp ihtisas daireleri, inceledikleri konularla ilgili olarak kendi kurul veya dairelerinde bulunmayan, Adlî Tıp Kurumundaki diğer kurul veya dairelerde bulunan uzmanların davet edilmesine karar verebilirler. Uzman kişiler, o olayla ilgili toplantıya katılır ve oy kullanırlar.

Yüksek Öğretim Kurumları

Adli Tıp Kurumu Kanununun 31. maddesi uyarınca "Madde 31– Yükseköğretim Kurumları veya birimleri, adli tıp mevzuatı çerçevesinde adli tıp olaylarında ve diğer adli konularda Ceza Muhakemeleri Usulü Kanununa göre resmi bilirkişi sayılır. Bu birim ve kliniklerde tetkik edilecek adli tıp ile ilgili işler yönetmelikte belirlenir." (Adli Tıp Kurumu Kanunu, 1982).

Üniversitelerin bilirkişi statüsünde görev yapması konusunda 2547 sayılı Yükseköğretim Kanununun 37. maddesinde açıklandığı üzere "Yükseköğretim kurumları dışındaki kuruluş veya kişilerce, üniversite içinde veya hizmetin gerektirdiği yerde, üniversiteler ve bağlı birimlerden istenecek, bilimsel görüş proje, araştırma ve benzeri hizmetler ile üniversitede ve üniversiteye bağlı kurumlarda, hasta muayene ve tedavisi ve bunlarla ilgili tahliller ve araştırmalar üniversite yönetim kurulunca kabul edilecek esaslara bağlı olmak üzere yapılabilir." (Yükseköğretim Kanunu, 1981). İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Ankara Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü, Polis Akademisi Adli Bilimler Enstitüsü, Medipol Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü, Üsküdar Üniversitesi Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü, Medeniyet Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü ve Yakın Doğu Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü gibi lisansüstü eğitim enstitülerinin bir bölümünde (*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, Ankara Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü*) eğitim öğretim faaliyetleri yanı sıra aynı zamanda bilirkişilik ve danışmanlık hizmetleri de verilmektedir.

Jandarma Kriminal Laboratuvarı

01.08.2006 tarihli 26246 sayılı Jandarma Kriminâl Daire Başkanlığı ve Jandarma Bölge Kriminâl Laboratuvar Amirlikleri Kuruluş, Görev ve Yetkileri Yönetmeliği'nce belirtildigi üzere; Kriminâl laboratuvarları, uzmanlık alanlarına giren idarî soruşturma veya adlî soruşturma ve kovuşturmalarda; savcılık ve mahkemeler, Jandarma Genel Komutanlığı ve bağlı birimleri, Sahil Güvenlik Komutanlığı ve bağlı birimleri, askerî birimler ile adlî görevlerle ilgili olarak Emniyet Genel Müdürlüğü merkez ve taşra teşkilatı birimleri tarafından elde edilen ve ilgili muhakkik, savcı veya hâkimin yazılı oluru alınarak gönderilen bulguları, yapılan inceleme talepleri doğrultusunda değerlendirir ve sonucu rapor halinde doğrudan talepte bulunan birime gönderir. Ayrıca, mevzuatla verilen görevler kapsamında konusuyla ilgili rapor düzenler (Md. 8, 2006).

Jandarma Kriminal Laboratuvarı "Balistik, Parmak İzi, İz İnceleme, El Yazısı ve Doküman İnceleme, Biyoloji, Kimya, Yanıcı ve Patlayıcı Madde, Narkotik Madde Analizi İnceleme ve Bilişim Teknolojileri İncelemeleri" gibi spesifik alanlarda adli makamlarca ve kamu kurum ve kuruluşlarınca sorulan hususlara yönelik olarak bilimsel inceleme yapmak; bilirkişi raporu düzenlemek ve mevzuata uygun olarak arşiv kaydı tutma görevlerini üstlenmektedir (Jandarma Genel Komutanlığı Kriminal Daire Başkanlığı, 2021).

Polis Kriminal Laboratuvarı

3201 sayılı Emniyet Teşkilatı Kanunu'nun 21.01.1991 tarih ve 3518 sayılı kanunla değişik 16. maddesine istinaden alınan 29.11.1993 tarihli Bakan olurları ile yürürlüğe giren "Emniyet Genel Müdürlüğü Kriminal Daire Başkanlığı ve Kriminal Polis Laboratuvarı Müdürlükleri Kuruluş, Görev ve Çalışma Yönetmeliği" ile kuruluş, görev ve çalışma esasları düzenlenmiştir. Ayrıca, 9 Ocak 1998 tarih ve 23225 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 97-10460 sayılı Bakanlar Kurulu kararıyla 7 kriminal polis laboratuvarının ve uhdelerindeki 7'şer şube müdürlüğünün kuruluşu yapılmış, 20.05.1998 tarihli Bakan onayı ile Kriminal Daire Başkanlığı ve bağlı Kriminal Polis Laboratuvarı Müdürlüklerinin kuruluşu tamamlanmıştır. Laboratuvarın bünyesinde biyoloji, balistik, kimya, belge, iz, ses, görüntü, veri ve antropoloji konularında hizmet veren uzmanlık alanları bulunmaktadır. Kriminal Polis Laboratuvarı Müdürlükleri sırasıyla; 1962 yılında İstanbul (ilk kuruluş) 1972 yılında İzmir, 1979 yılında Adana, 1981 yılında Samsun, 1983 yılında Diyarbakır, 1985 yılında Erzurum, 1997 yılında Bursa, 2001 yılında Antalya, 2003 yılında Kayseri ve 2004 yılında Ankara olmak üzere toplam 10

ilimizde bağlı bölgelerine hizmet vermektedirler (EGM Kriminal Daire Başkanlığı, 2021).

Laboratuvarlar uzmanlıklara gore; "Balistik, El Yazısı, İmza ve Sahtecilik İncelemeleri, Patlayıcı Maddeler, Kimyasal İnceleme, Biyolojik İnceleme, Toksikoloji, Fiziki İnceleme, Teknik Fotoğraf" gibi alanlarda faaliyet göstermektedir (Emniyet Genel Müdürlüğü Merkez ve Bölge Kriminal Polis Laboratuvarları Teknik Hizmet Yönetmeliği, 1984; Emniyet Genel Müdürlüğü Kriminal Daire Başkanlığı ve Kriminal Polis Laboratuvarı Müdürlükleri Kuruluş, Görev ve Çalışma Yönetmeliği, 1993).

Sonuç olarak ülkemizde sistematik yapılanma içerisinde bilimsel temelli incelemeler yürüten ve objektif raporlama esaslarına uygun şekilde faaliyet gösteren kurum ve kuruluşlar mevcut olup bu kuruluşlar Bilirkişilik müessesine bütün olarak hizmet etmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Adli Tıp Kurumu Kanunu (1982). T.C. Resmi Gazete, 17670, 14 Nisan 1982. https://www.atk.gov.tr/mevzuat-veri-tabani.html

Akcan, R. (2015). Bilirkişilik kanunu tasarısı taslağı hakkında bazı tespitler. *İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 6*(4), 653-664.

Atalı, M. (2016). 6754 sayılı bilirkişilik kanunu ve hukuki konularda bilirkişilik. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 65*(4), 3271-3282.

Bilirkişilik Kanunu. (2016). T.C. Resmi Gazete, 29898, 24 Kasım 2016. https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6754.pdf

Bilirkişilik Temel Eğitimi Katılımcı El Kitabı (2018). Adalet Bakanlığı Bilirkişilik Daire Başkanlığı, Ankara: https://bilirkisilik.adalet.gov.tr/Resimler/SayfaDokuman/372020143342temelegitimkatilimci.pdf

Bilirkişilik Temel Eğitiminden Muaf Tutulacaklara Dair Usul Ve Esaslar Hakkında Duyuru (2021). https://bilirkisilik.adalet.gov.tr/Home/SayfaDetay/muaf-tutulacaklar31052021045413 01.06.2021 tarihinde erişildi

Bilirkişilik Yönetmeliği. (2017). T.C. Resmi Gazete, 30143, 03 Ağustos 2017. https://bilirkisilik.adalet.gov.tr/Resimler/SayfaDokuman/272020153902Bilirki%C5%9Filik%20Y%C3%B6netmeli%C4%9Fi.pdf

Ceza Muhakemesi Kanunu (2004). T.C. Resmi Gazete, 25673, 17 Aralık 2004. https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5271.pdf

Dokgöz, H. (2019). Bilirkişilik. Akademisyen Yayınevi. H. Dokgöz (Yay. haz.). *Adli Tıp ve Adli Bilimler* içinde (s. 31-50). Ankara: Akademisyen Kitabevi. [Crossref]

Emniyet Genel Müdürlüğü Kriminal Daire Başkanlığı "Hakkimizda" (2021). https://www.egm.gov.tr/kriminal/hakkimizda-28-11-2012 10.10.2021 tarihinde erişildi.

Emniyet Genel Müdürlüğü Merkez ve Bölge Kriminal Polis Laboratuarlari Teknik Hizmet Yönetmeliği (1984): http://www.civilianoversight.org.tr/Source/Legistlations/E/Polis_Laboratuarlari_Teknik_Hizmet_Yonetmeligi.pdf 11 Ekim 1984, 18542.

Hukuk Muhakemeleri Kanunu (2011). T.C. Resmi Gazete, 27836, 12 Ocak 2011. https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6100.pdf

İnce, A. ve Aşıcıoğlu, F. (2020). Yangın olaylarında bilirkişilik. F. Aşıcıoğlu ve S. Mercan (Yay. haz.). *Yangın ve patlamanın adli bilimler yönünden değerlendirilmesi* içinde (s. 225-233). İstanbul: Nobel Tıp.

Jandarma Genel Komutanlığı Kriminal Daire Başkanlığı Hakkimizda (2021). https://www.jandarma.gov.tr/kriminal/hakkimizda, 10.10.2021 tarihinde erisildi.

Jandarma Kriminâl Daire Başkanlığı ve Jandarma Bölge Kriminâl Laboratuvar Amirlikleri Kuruluş, Görev Ve Yetkileri Yönetmeliği (2006). 1 Agustos 2006, 26246, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/08/20060801-4.htm

Kamay, B. T. (1949). *Adli Tıp*. 1. Cilt, Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınları.

Kamu Görevlileri Etik Davranış İlkeleri ile Başvuru Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik (2005): http://www.etik.gov.tr/wp-content/uploads/2019/09/kamugorevlilerietikdavranisilkeleriilebasvuru.pdf. 13 Nisan 2005.

Kocaoğlu, D. İ. S. S. (2010). Tarihsel Perspektifi ile Batı Hukukunda Savunma Hakkı ve Müdafi . *Ankara Barosu Dergisi* , (3) , 117-133 .

Kök, A. N. (2017). 6754 sayılı bilirkişilik kanunu neler getirdi?. *Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi*, (10), 445-454.

Toraman, B. (2015). *Medenî usûl hukukunda bilirkişi incelemesi* (Doctoral dissertation, Anadolu University (Turkey)).

Toraman, B. (2018). *Bilirkişilik Temel Eğitimi Kaynak Kitabı*. Talat Canbolat (Ed.) Adalet Bakanlığı Bilirkişilik Daire Başkanlığı, Ankara: https://bilirkisilik.adalet.gov.tr/Resimler/SayfaDokuman/372020142300temelegitimkaynak.pdf

Yükseköğretim Kanunu (1981). T.C. Resmi Gazete, 17506, 6 Kasım 1981: https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2547.pdf

BÖLÜM 30
CEZA HUKUKU BAĞLAMINDA ADLİ BİLİMLER

Baki Yiğit ÇAKMAKKAYA

DOI: 10.5152/0630

Ceza Hukuku Bağlamında Adli Bilimler

Forensic Sciences in the Context of Criminal Law

BÖLÜM HAKKINDA

İnsanlar avcı toplayıcılıktan tarım, sanayi, bilgi toplumlarına geçmişlerdir. Süreç içerisinde toplumsal yaşamın düzenlenmesi, kurallar aracılığı ile sağlanmıştır. Toplumsal yaşam içerisinde bulunan insanların birbirlerine karşı, topluma karşı davranışları görgü, örf adet, ahlak, din, hukuk kuralları ile düzenlenmektedir. Hukuk kurallarını diğer kurallardan ayıran unsur devlet tarafından uygulanan yaptırımlarının olmasıdır. Hukuk, kamu, özel, hukuk gibi alt dallara ayrılır. Ceza hukuku, kamu hukuku içerisinde yer almaktadır. Kamu hukukunun kaynakları, Anayasa, yasalar, uluslararası antlaşmalar, kanun hükmünde kararnameler, tüzükler, yönetmelikler, içtihat hukuku olarak özetlenebilir. Ceza hukukunun anlaşılabilmesi, yasal düzenlemelerin astlık üstlük ilişkisini ifade eden kanunlar hiyerarşisini ve ceza yasalarının düzenlendiği yere göre ayrımını içeren genel özel yasa ayrımını, ceza hukukunun temel prensiplerini ve hukuka uygun delil kavramlarına temel düzeyde hakimiyet ile doğru orantılıdır. Ceza hukuku kurallarının uygulanması bağımsız yargı organları aracılığı ile yerine getirilmektedir. Yasalarda suç olarak tanımlanan eylemlerin yapılması halinde bağımsız yargı organlarının görevlerini yapabilmeleri, suç işleyen kişilerin tespiti ve suça ilişkin maddi delillerin ortaya konulmasına bağlıdır. Adli bilimler hukuk ile tıp, fizik, kimya, biyoloji, gibi bilimleri kapsayan multidisipliner bir alandır. Adli bilimlerin amacı sadece suçlunun tespiti ile sınırlı olmayıp, suç itham edilen kişilerden suçsuz olan varsa onun da tespiti, suça etki eden faktörlerin, suçun mağdur üzerindeki etkisinin tespiti, maddi delillerin toplanması, delillerin bilimsel yöntemlerle analizi gibi konuları da içermektedir. Bu bölümde ceza hukuku çerçevesinde adli bilimler konusu, farklı branşlardan gelen okuyucuların da anlayacağı bir dil ile ifade edilmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Hukuk, ceza hukuku, adli bilimler.

ABOUT the CHAPTER

Humans have moved from hunter-gatherer to agricultural, industrial, and information societies. In the process, the regulation of social life was ensured through rules. The behavior of people in social life towards each other and towards society is regulated by the rules of manners, customs, morality, religion and law. What distinguishes legal rules from other rules is that they have sanctions imposed by the state. Law is divided into sub-branches such as public, private, and law. Criminal law is included in public law. The sources of public law can be summarized as the Constitution, laws, international treaties, decrees, statutes, regulations, case law. The ability to understand criminal law is directly proportional to the hierarchy of laws expressing the subordinate-superior relationship of legal regulations and the general distinction of special laws, which includes the distinction of criminal laws according to the place where they are regulated, the basic principles of criminal law and the basic mastery of the concepts of evidence in accordance with the law.The implementation of the rules of criminal law is carried out through independent judicial bodies. In the event that acts defined as crimes in the laws are committed, the ability of independent judicial organs to perform their duties depends on the identification of the persons who committed the crime and the presentation of material evidence related to the crime. Forensic science is a multidisciplinary field that includes law and sciences such as medicine, physics, chemistry, biology. The purpose of forensic sciences is not only limited to the detection of the criminal, but also includes issues such as the detection of the innocent of the accused persons, the determination of the factors affecting the crime, the effect of the crime on the victim, the collection of material evidence, and the analysis of evidence with scientific methods. In this section, the subject of forensic sciences within the framework of criminal law is tried to be expressed in a language that readers from different branches can understand.

Keywords: Law, criminal law, forensic sciences.

Giriş

İnsanlar avcı toplayıcılıktan tarım, sanayi, bilgi toplumlarına geçmişlerdir. Süreç içerisinde toplumsal yaşamın düzenlenmesi, kurallar aracılığı ile sağlanmıştır. İnsanların toplumsal yaşama kararı altında birbirlerine ve topluma karşı davranışları görgü, örf adet, ahlak, din, hukuk kuralları ile düzenlenmektedir. Hukuk kurallarını diğer kurallardan ayıran unsur devlet tarafından uygulanan yaptırımlarının olmasıdır. Hukuk; kamu hukuku, özel hukuk gibi alt dallara ayrılır. Ceza hukuku, kamu hukuku içerisinde yer almaktadır. Kamu hukukunun en önemli kaynakları, Anayasa, yasalar, uluslararası antlaşmalar,

CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Baki Yiğit Çakmakkaya

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
E-posta: yigitcakmakkaya@gmail.com

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as: Çakmakkaya, B. Y. (2024). Ceza hukuku bağlamında adli bilimler. F. Aşıcıoğlu (Ed). *Adli bilimler* içinde (s. 331-344). İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi.

içtihat hukuku olarak özetlenebilir. Ceza hukukunun anlaşılabilmesi, yasal düzenlemelerin astlık üstlük ilişkisini ifade eden kanunlar hiyerarşisini ve ceza kanunlarının düzenlendiği yere göre ayrımını içeren genel özel yasa ayrımını anlamak yanında ceza hukukunun temel prensiplerine, hukuka uygun delil kavramlarına temel düzeyde hakimiyet ile doğru orantılıdır. Ceza hukuku kurallarının uygulanması bağımsız yargı organları aracılığı ile yerine getirilmektedir. Yasalarda suç olarak tanımlanan eylemlerin vuku bulması halinde bağımsız yargı organlarının görevlerini yapabilmeleri, suç işleyen kişilerin tespiti ve suça ilişkin maddi delillerin ortaya konulmasına ve kanıtların bilimsel yöntemlerle doğru olarak değerlendirilmesine bağlıdır. Adli bilimler hukuk ile tıp, fizik, kimya, biyoloji, gibi bilimleri kapsayan multidisipliner bir alandır. Adli bilimlerin amacı sadece suçlunun tespiti ile sınırlı değildir. Suç itham edilen kişilerden suçsuz olan varsa masumiyetinin saptanması, suça etki eden faktörler ile suçun mağdur üzerindeki etkisinin tespiti gibi konuları da kapsamaktadır. Bu bölümde, adli bilimlerin ceza hukuku ile ilişkisi, farklı branşlardan gelen okuyucuların da anlayacağı bir dil ile ifade edilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda öncelikle hukukun tanımını yapmak gerekecektir. Hukuk, kelime anlamı olarak haklar anlamına gelmekte, kişilerin kendi aralarındaki veya devletle olan ilişkilerini düzenleyen, yürürlükteki kurallara uyulmasını yaptırımlarla sağlayan devlet gücü olarak tanımlanmaktadır (Yılmaz, 2005). İnsanlar toplumsal yaşam sürecinde, belirli bir toprak bütünlüğü içerisinde kurallar çerçevesinde devlet adı verilen örgütler bünyesinde yaşamaya başlamışlardır. Devlet anlayışı yüzyıllar boyunca farklı anlam ve nitelik kazanmıştır. Günümüzde modern devletler, insan haklarını gözeten, hak ve özgürlük kavramlarına önem veren, uygulamalarında anayasa, yasalar ve diğer hukuk kurallarına uyan, yargı denetimine bağlı, hukuk devletleri olarak varlıklarını sürdürmektedirler (Taylan, 1974). *"Anayasa Mahkemesinin 29/11/1966 tarihli kararında; Hukuk devleti, insan haklarına saygı gösteren ve bu hakları koruyucu, adil bir hukuk düzeni kuran ve bunu devam ettirmeye kendini yükümlü sayan, bütün davranışlarında hukuk ve anayasaya uyan, bütün işlem ve eylemleri yargı denetimine bağlı bulunan bir devlet olarak tanımlanmıştır."* (Anayasa Mahkemesi Kararı: E. 1966/11, K. 1966/44, T. 29.11.1966). Hukuk devletinin en temel ilkelerini; hukuka saygılı olma, erkler ayrılığı (yasama, yürütme, yargı), normlar hiyerarşisi, demokratik yönetim, idarenin eylem ve işlemlerinin yargı denetimine açık olması, idarenin hukuka aykırı eylem ve işlemlerinden tazmin yükümlülüğü ile sorumlu olması gerektiği, kanunsuz suç ve ceza olmayacağı, aynı fiil nedeni ile aynı kişi hakkında iki kez hüküm verilemeyeceği prensipleri olarak sayabiliriz (Somuncu, 2019). Hukukun, toplum düzenini, toplumsal barışı, güvenliği, yasalar karşısında eşitliği, özgürlüğü, toplumsal ihtiyaçları sağlamak fonksiyonları bulunmaktadır. Günümüzde ceza hukukunun görevi, "hukuki değerlerin korunması" olarak özetlenebilir. Bu kapsamda kişinin hak ve özgürlüklerinin teminat altına alınması yoluyla vatandaşların özgürlük ve barış içerisinde yaşamaları ceza hukukunun temel amacıdır. Türk Ceza Kanunu'nun birinci maddesinde ceza kanunun temel amacı *"kişi hak ve özgürlüklerini, kamu düzen ve güvenliğini, hukuk devletini, kamu sağlığını ve çevreyi, toplum barışını korumak, suç işlenmesini önlemektir. Kanunda, bu amacın gerçekleştirilmesi için, ceza sorumluluğunun temel esasları ile suçlar, ceza ve güvenlik tedbirlerinin türleri düzenlenmiştir."* şeklinde ifade edilmiştir. Sosyal düzenin, toplumsal barışın sağlanması ceza hukuku yanında diğer hukuk dallarının da görevi olmakla birlikte, ceza hukuku yaptırımları, medeni hukuk, idare hukuku vs. gibi kişinin hak ve özgürlüklerine diğer hukuki dallarının yaptırımlarına göre daha nitelikli müdahalelerde bulunmaktadır. Ceza yargılamalarında kusur, hukuk devleti ilkesi, savunma hakkının kutsallığı, adil yargılanma hakkı, hümanizm, gibi temel ilkeler vardır. Ceza yargılamalarında herkesin kendi işlediği suç ile sorumlu olmasına şahsilik ilkesi denilir ki anılan ilke ceza hukukunun temel prensiplerindendir.

Kusurluluk ilkesine göre Ceza yargılamasına konu fiili işleyen kişinin kusurlu olması, kusurluluğunu ortadan kaldıran akıl hastalığı gibi etkenlerin bulunmaması gerekir. Hümanizm ilkesine göre Ceza yargılamasının amacı kişinin topluma kazandırılmasıdır. Hukuk devleti ilkesine göre hukuk güvenliğinin sağlanması ve kişilere insan onuruna aykırı ceza ve güvenlik tedbiri uygulanamaması temel prensiptir. Anayasa'nın 38. Maddesinde, "Ceza Hukuku" nun en temel prensiplerinden olan suçta ve cezada kanunilik ilkesi düzenlenmiştir. Bu maddeye göre; *"Kimseye işlendiği zaman yürürlükte bulunan kanunun suç saymadığı bir fiilden dolayı ceza verilemeyeceği; kimse hakkında suçu işlediği zaman kanunda o suç için konulmuş olan cezadan daha ağır bir cezaya hükmedilemeyeceği"* hususu anayasal prensip olarak yer almaktadır. Anılan ilke TCK'nun ikinci maddesinde*; "Kanunun açıkça suç saymadığı bir fiil için kimseye ceza verilemeyeceği ve güvenlik tedbiri uygulanamayacağı, kanunda yazılı cezalardan ve güvenlik tedbirlerinden başka bir ceza ve güvenlik tedbirine hükmolunamayacağı"* şeklinde Ceza hukukuna yansımıştır. TCK'nun ikinci Maddesinde; *"Suçların ve cezaların "açıkça" düzenlenmesi gerektiği ifade edilmiştir."* Kanun koyucu suç ve cezaları belirli olarak düzenlemek zorundadır. Belirsiz nitelikte suç ve ceza ihdası mümkün değildir. İdarenin düzenleyici işlemleri ile ceza konulamayacağı gibi, örf ve adet hukukuna dayalı ceza olamayacağı, kıyasa dayalı ceza uygulanamayacağı, kanunların geçmişe yürüyemeyeceği ilkeleri de temel prensipler arasındadır.

Kanunlar hiyerarşisinde en üst sırada yer alan 1982 Anayasasının 38. Maddesinde, *"Ceza hukukunun temel ilkelerinden; suçta ve cezada kanunilik ilkesi, ceza sorumluluğunun şahsiliği ilkesi, suçsuzluk karinesi, kendisi ve yakınları aleyhine beyanda bulunmama hakkı, hukuka aykırı delil yasağı, ölüm cezası ve genel müsadere yasağı, idarenin hürriyeti kısıtlayıcı ceza uygulama yasağı, vatandaşın iade edilmemesine yer verilmiştir."* Anayasadan sonra Ceza Hukukunun en önemli kaynakları ceza hükmü içeren yasalardır. Bunlardan en önemlileri ve temel olanları *"5237 sayılı Türk Ceza Kanunu"*, *"5271 sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu"*, *"5275 sayılı Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin infazı Hakkında Kanun"* lardır. Ceza hukuku özgürlüklerin sınırlandığı bir alan olduğundan çalışmamıza adli bilimler ile bağlantısına da değinmek sureti ile ceza hukuku ile devam ediyoruz.

Temel Kavramları ile Ceza Hukuku

Hukuk, özel hukuk-kamu hukuku olarak tasnife tabi tutulmaktadır. Ceza hukuku, suç olarak nitelendirilen, yaptırımı da devlet tarafından düzenlenerek uygulanan müeyyideleri kapsadığından kamu hukuku içerisinde yer almaktadır. Toplumsal yaşama geçiş süreci ile kişiler, cezalandırma hak ve yetkilerinden feragat ederek kamusal anlamda yaptırım yetkisini devlete bırakmışlardır.

Ceza hukuku, suç oluşturan eylem ve davranışları, bu eylem ve

davranışlarda uygulanacak yaptırımları ve infaz şeklini açık olarak gösteren hukuk kurallarını kapsamaktadır (Özer, 2021).

Suç; toplumsal düzenin sürekliliğini sağlamak açısından korunması gereken hukuki değerlerin ihlâli niteliğini taşıyan kanunda açık şekilde yer alan eylemlerdir. Suç bünyesinde haksızlık unsuru taşıyan insan davranışlarını barındırmaktadır. Haksızlık oluşturan davranışların tamamı suç olarak ceza yasalarında yer almamaktadır. Örneğin borcun ödenmemesi taraflar arasında hukuki nitelikte bir uyuşmazlıktır. Borcun ödenmemesinin suç olarak nitelendirilmesi hile ve yanıltıcı hareketlerle bir kişinin parasının alınarak dolandırıcılık suçu kapsamında nitelendirilmesi ile mümkündür. Bunun gibi haksızlık oluşturan bazı fiiller, haksızlık oluştursa da; bu haksızlıklar karşılığında örneğin özel hukuk yaptırımları ya da idari yaptırımların uygulanması gerekmektedir. Ceza hukuku müeyyideleri, bireylerin hak ve özgürlüğünü kısıtlama sonucu doğurduğundan her davranış kanunda suç olarak düzenlenmemiş, bazı hareketler disiplin suçu ve kabahat kapsamında yasalarda yer almıştır. Ceza hukuku dışında başka bir yaptırım türü uygulandığında, bozulan toplumsal düzen yeniden sağlanabiliyorsa artık ceza hukuku yaptırımlarına başvurulmaması temel prensiptir. Ceza hukuku toplumsal yaşam kurallarının ihlâl edildiği her durumda devreye girmez; sadece toplumsal yaşam bakımından önem taşıyan ve yasada yer alan menfaatlerin ihlâli suç olarak tanımlanır (Göktürk et al., 2012). İnsanları, normun içerdiği emir ya da yasağa uygun davranmaya zorlayan şey ise, gerçekleştirdikleri davranışlarla söz konusu emir ya da yasağı ihlâl etmeleri halinde cezalandırılacakları düşüncesidir. Bu nedenle, her suç tanımı norm dışında bir de yaptırım içerir. Suç karşılığı olarak öngörülen yaptırımlar ceza olabileceği gibi güvenlik tedbiri de olabilir (Göktürk et al., 2012).

Hangi eylem ve davranışların suç oluşturacağını ve bunlara ne gibi cezaların verileceğinin önceden bir kanunla belirtilmesi gerekir ki, buna Kanunsuz suç ve ceza olmaz ilkesi denir. O halde, kanunla suç sayılmamış bir eylem ve davranışı suç olarak nitelendirmek mümkün olmadığı gibi, hiç kimse kanunda belirtilmiş olan cezalardan başka bir ceza ile de cezalandırılamaz (Özer, 2021).

Tarihi bir geçmişi de olan; kanunların açık, belirli olmasını ve geriye yürümemesini ifade eden kanunilik ilkesi, Latince "Nullum Crimen Nulla Poena Sine Lege" (Kanunsuz Suç Ve Ceza Olmaz) cümlesiyle ifade edilebilir. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 38. Maddesinde de kimsenin, işlendiği zaman yürürlükte bulunan kanunun suç saymadığı bir fiilden dolayı cezalandırılamayacağı; kimseye suçu işlediği zaman kanunda o suç için konulmuş olan cezadan daha ağır bir ceza verilemeyeceği konusunda düzenleme bulunmaktadır (Eşitli, 2013).

Kanunun suç işleyen kimseye uygulanmasını öngördüğü yaptırım olarak tanımlanan cezanın amacı, suçtan zarar görmüş olan kimsenin intikamını almak değil, suçlunun ıslahı ve suç işleme eğiliminde olanları caydırarak suç işlenmesini önlemektir.

Suçu kanunlar kapsamında ceza yaptırımı ile tanımlanmış fiiller olarak tanımlayabiliriz. Bu fiillerin kasıt veya taksirle gerçekleştirilmesi mümkündür. Bir eylemin suç sayılabilmesi için unsurlarının tam olması gerekmektedir. Suçun unsurları, bir fiilin suç sayılabilmesi için bulunması gerekli olan unsurlar olarak tanımlanabilir. **Suçu, unsurları çerçevesinde; yasada yazılı tipe uygun, hukuka aykırı, kusurlu hareket olarak tanımlayabiliriz.** Suçun bütün unsurları bir arada bulunmadıkça bir fiili suç olarak nitelendirmek mümkün değildir. Tanım çerçevesinde suçun kanuni, hukuki, maddi ve manevi unsurları olduğunu söyleyebiliriz

Suçun kanunilik unsuru; gereği yasada tanımının yapılmış olması gerekmektedir. Bu unsur, "Kanunsuz suç olmaz" ilkesinin sonucudur (Özer, 2021).

Suçun hukuka aykırılık unsuru; Suçun diğer unsurları tamam olduğu halde, yapılan eylemin yasalar tarafından korunması halinde suçun hukuka uygun olduğuna karar verilir. Örneğin bir kimsenin vücuduna kasıtlı olarak acı vermek suç iken bunun tıbbi bir zorunluluk çerçevesinde yapılması halinde hukuka uygunluğu söz konusu olacaktır.

Suçun maddi unsuru; Suçun maddi unsurundan ise yasada tanımlanmış bir davranış anlaşılmaktadır. Örneğin TCK 86. Maddesinde tanımlanan kasten yaralama suçunda başkasının vücuduna acı vermek veya sağlığının ya da algılamasının bozulmasına neden olmaktan bahsedilirken bu amaçla kişiyi darp etmek v.s gibi eylemlerin suçun maddi unsurunu oluşturduğunu söyleyebiliriz.

Suçun manevi unsuru ise; Fiilin kusurlu bir irade tarafından yaratılmış olmasıdır ki, buna da kısaca kusurluluk denilmektedir. O halde, suçun meydana gelebilmesi için, failin kanundaki tanıma uygun ve hukuka aykırı olan fiile kusurlu iradesinin katılmış olması da gerekecektir. Kusurluluk kast veya taksir biçiminde ortaya çıkar. Kusurluluğun tipik biçimi olan kast, ''kanunun suç saydığı bir eylemin ve onu meydana getirecek hareketin sonuçlarının bilerek ve istenerek yapılmasıdır'' (Özer, 2021). Kusurluluğun ikinci türü olan taksir ise " kanunun suç saydığı bir eylemin ve onu meydana getirecek hareketin sonuçlarının istenmeyerek yapılmasıdır. "Taksir kasttan sonucun istenmemiş olması ile ayrılır; yani fail, kastta kanunun cezalandırdığı sonuçların meydana gelmesini istediği halde, taksirde bunları istememiştir." (Özer, 2021). Örneğin, bir kimsenin bir kimseyi bilerek ve isteyerek yaralaması eyleminde kast bulunduğu halde, trafik kazası yaparak tedbirsizlik ve dikkatsizlik sonucu bir yayanın yaralanmasına sebebiyet verilmesi halinde taksir vardır. Ceza hukukumuzda kusurluluğu ortadan kaldıran veya azaltan sebepler düzenlenmiştir. Bunlardan yaş küçüklüğünde: On iki yaşını doldurmuş ancak 16 yaşına girmemiş çocukların cezai ehliyeti (TCK 31), *"Fiilin hukukî anlam ve sonuçlarını algılayabilme veya davranışlarını yönlendirebilme yeteneğinin yeterince gelişmiş olması"* şartına bağlanmıştır. TCK 32. maddede akıl hastalığının kusur yeteneğine etkisi ceza sorumluluğunu kaldıran ya da azaltan bir durum olarak düzenlenirken TCK 57. Maddede, akıl hastalarına uygulanacak güvenlik tedbirleri düzenlenmiştir. Sağır ve dilsizlik, Ceza sorumluluğunu kaldıran ya da azaltan sebepler arasında yine TCK 33. Maddede yer almaktadır.

TCK 34. madde, *"Geçici Nedenler, Alkol veya Uyuşturucu Madde Etkisinde Olma"* durumunu düzenlemektedir. Ceza hukukumuzda yer alan kusurluluğa etki eden hallerin bulunması durumunda suçun kusurluluk unsuru tamamen veya kısmen etkisiz hale geleceğinden kişiye ceza verilmeyecek, cezası azaltılacak ya da hakkında güvenlik tedbirine hükmedilecektir. Kusurluluğun yaş küçüklüğü halinde gerçek yaşın tespitinin gerektiği hallerde film, grafi çekilerek, kemik yaşı v.b. ile tıbbi yöntemlerle tespiti, küçüğün 12-15 yaş arasında işlediği suç için o tarihte davranışlarını

yönlendirme yeteneğinin gelişip gelişmediğinin tespiti, akıl hastalığı halinde akıl hastalığının kişinin suç işlediği andaki davranışlarına etkisi, gibi konular adli bilimler içerisinde yer alan tıp bilimi ile bilirkişi raporları ile aydınlatılacak konulardandır. Ceza hukuku konusunda temel bilgilere yer verdikten sonra çalışmamıza ceza muhakemesinin kavramları ile devam ediyoruz.

Temel ve Bağlı Kavramları ile Ceza Muhakemesi

"Bireylerin toplumsal düzeni bozan ve kanuna göre suç teşkil eden eylemleri yine kanunlarla cezai yaptırımlara tabi tutulmuştur. Bireylerin fiil ve davranışlarının suç oluşturup oluşturmadığı ise yapılan soruşturmalar sonucunda değerlendirilmekte ve yargı kararları ile ortaya konulmaktadır. Amacı maddi gerçeğe ulaşmak olan ceza muhakemesi hukuku suç işlendiği şüphesi üzerine; suç teşkil eden bir fiil bulunup bulunmadığı, eylemin kim veya kimler tarafından gerçekleştirildiğinin aydınlatılmasına yönelik soruşturma ve kovuşturma safhalarından oluşan süreci ve bu süreçte yer alan süjelerin hak ve yetkilerini düzenleyen kurallardan oluşur. Ceza yargılaması, bireylerin en temel haklarından biri olan hürriyetlerinin kısıtlanmasına neden olabilecek sonuçlar doğurmaya yönelik özellikleri nedeniyle adli hizmetlerin en önemli kısmını oluşturmaktadır." (Çakmakkaya et al., 2019).

Suç olarak tanımlanan eylemin ortaya çıkması ile suçu işlediği maddi delillerle iddia olunan kişi arasında cezalandırma ilişkisi kurulur. *"Suç şüphesinin öğrenilmesi ile başlayan ceza muhakemesi süreci, toplum adına devlet tarafından soruşturma ve kovuşturma makamları vasıtasıyla yerine getirilmekte; ceza muhakemesi sonunda kesinleşen hüküm yine devlet tarafından infaz edilmektedir"* (Göktürk et al., 2012).

Ceza Muhakemesi soruşturma ve kovuşturma olmak üzere iki aşamadan oluşur. Ceza muhakemesinin ilk basamağı soruşturma aşamasıdır. 5237 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu'nun, ikinci kitabı "Soruşturma", ikinci kitabın **birinci kısmı** "Suçlara İlişkin İhbarlar ve Soruşturma", birinci bölümü "Suçların İhbarı Soruşturmanın Gizliliği", ikinci bölümü "Soruşturma İşlemleri" Başlıklarını taşımaktadırlar. Yine ikinci kitabın **ikinci kısmı** "Kamu Davasının Açılması" ve "Kovuşturmaya Yer Olmadığına Dair Karar, İtiraz ve İddianamenin İadesi" başlıklı iki bölümden oluşmaktadır. Soruşturma evresini; Ceza Muhakemesinde, suçun oluşup oluşmadığı ve kamu davası açılarak kovuşturma evresine geçilip geçilmeyeceğine karar verildiği aşama olarak tarif edebiliriz. Soruşturma evresi suç şüphesinin öğrenilmesinden, iddia edilen suç hakkında kamu adına kovuşturmaya yer olmadığına ya da iddianamenin kabulü kararı verilmesine kadar geçen evredir. Soruşturma aşamasında; Cumhuriyet savcıları, sulh ceza hakimleri, avukatlar, kolluk görevlileri, adli tıp uzmanları ve personeli, bilirkişiler, adli laboratuvar çalışanları, sosyolog, psikolog, yeminli zabıt kâtipleri görev yapmaktadırlar. Soruşturma aşamasında müşteki, mağdur, şüpheli ve tanık, izleyici gibi soruşturma konusu dosya ile ilgili kişiler de ceza muhakemesinin süjesi olarak yer almaktadırlar. Soruşturma aşamasında görev yapanlara kısaca değinecek olursak; Soruşturma aşamasında, Soruşturmayı koordine eden, yürüten kişi Cumhuriyet Savcısıdır. CMK'nun 160. Maddesinde; Cumhuriyet savcısının, ihbar veya başka bir suretle bir suçun işlendiği izlenimini veren bir hâli öğrenir öğrenmez kamu davasını açmaya yer olup olmadığına karar vermek üzere hemen işin gerçeğini araştırmaya başlayacağı, maddî gerçeğin araştırılması ve adil bir yargılamanın yapılabilmesi için, emrindeki adlî kolluk görevlileri marifetiyle, şüphelinin lehine ve aleyhine olan delilleri toplayarak muhafaza altına almakla ve şüphelinin haklarını korumakla yükümlü olduğu hususu yer almaktadır. Savcılar adli görevleri yönü ile bağımsız olup, 5237 sayılı CMK'nun savcı odaklı olduğunu söyleyebiliriz. Soruşturma aşaması sonucunda, suç işlendiği iddiasının soruşturmaya veya kovuşturmaya yer olmadığına ya da iddia hakkında kamu davasının açılmasına karar verilir. Soruşturma aşamasında kamu davasının açılmasına karar verilir ise artık kovuşturma aşamasına geçilecektir. Bu aşamayı uyuşmazlığın ceza mahkemesi nezdinde çözüldüğü aşama olarak ifade edebiliriz. Kovuşturma evresine; hakim, savcı, sanık, müdafi, katılan ve vekil katılır. Bu aşamada da adli tıp uzmanları ve personeli, bilirkişiler, adli laboratuvar çalışanları, sosyolog, psikolog, yeminli zabıt kâtipleri de görev yapmaktadırlar. CMK'nun üçüncü kitabı "Kovuşturma Evresi" başlığını taşımaktadır. Bu başlık altında "Kamu Davasının Yürütülmesi", "Duruşma Hazırlığı", "Duruşma", "Duruşma Düzeni", "Delillerin Ortaya Konması ve Tartışılması", "Duruşma Tutanağı", "Kamu Davasının Sona Ermesi ve Hüküm" konuları ile "Mağdur, Şikâyetçi, Malen Sorumlu, Katılan" ve hakları gibi konulara ait kanuni düzenlemeler yer almaktadır. Kovuşturma aşamasında Duruşma yapılarak karar verilir. Hakimler yargılama esnasında uyuşmazlık ile ilgili karar veren yargı bağımsızlığına sahip kişilerdir. Asliye Ceza Mahkemelerinde tek hakim ve savcı duruşmaya katılırken ağır ceza mahkemelerinde üç hakimden oluşan heyet ve savcı görevlidir. Duruşmada savcıların görevi; maddi hakikatin ortaya çıkarılması amacı ile tahkikatın genişletilmesi ve hakimlerin beraat ya da mahkumiyet yönünde karar vermeleri için mütalaa vermeleri ve mütalaaya aykırı karar çıkması halinde kararın denetimi için uyuşmazlığı istinaf ve temyiz mahkemelerine taşımaktır.

Ceza muhakemesinde temel kavramlardan;

Mağdur: Suçla korunan hak ve menfaati ihlal edilen kişiyi ifade eder. Doğrudan doğruya zarar gören de denir. Mağdurun tanık olarak dinlenmesi halinde, yemin hariç, tanıklığa ilişkin hükümler uygulanır.

Müşteki, suçtan zarar gören ve adli makamlara bu suçu ihbar eden kişiye denir. Bazı durumlarda, sanık sıfatıyla, şikayetçi, müdahil sıfatları birleşebilmektedir. Savcılıkça yürütülen soruşturmada kendisine suç isnat edilen kişi aynı zamanda şikayetçi ise bu kişi yargılama aşamasında "müşteki şüpheli" olarak isimlendirilir. İşte bu kişi yani kendisine suç isnat edilen kişi, mahkemeye yargılama aşamasında dahil olmadığı taktirde "müşteki sanık" olarak adlandırılır. Aynı kişi yargılamaya müdahil olduğu taktirde "müdahil sanık" sıfatını alır. Aynı olaya ilişkin olarak suçun hem şüphelisi veya sanığı hem de mağduru olan kişi, şikayetçi olmazsa soruşturma aşamasında "mağdur şüpheli", yargılama aşamasında (kovuşturma) ise "mağdur sanık" sıfatını alacaktır.

Şüpheli ve sanık**;** Soruşturma aşaması suç işlendiğine dair şüphenin ortaya çıkmasından iddianame adını verdiğimiz Cumhuriyet Savcısı kararının mahkeme tarafından kabul edildiği aşamayı ifade etmektedir. Bu aşamada suç işlediği konusunda itham altında bulunan kişi **şüpheli** olarak adlandırılır. Yetkili ve görevli mahkemenin iddianameyi kabul ettiği aşamadan karar verilerek hükmün kesinleşmesine kadar geçen süreç ise kovuşturma olarak adlandırılır. Kovuşturma aşamasında suçlanan kişi ise sanık olarak isimlendirilmektedir. Şüpheli veya sanık sıfatının bir kişiye

yüklenebilmesi için suç şüphesi altında bulunan sağ ve gerçek kişinin varlığı gerekmektedir. Kişinin soruşturma veya kovuşturma aşamalarından birinde hayatını kaybetmesi halinde soruşturma aşamasında KYOK yargılama aşamasında ise düşme kararı verilmesi gerekmektedir. 5271 sayılı CMK'nın 170. maddesi gereğince iddianamede bulunması gereken zorunlu unsurlar arasında kişilerin kimliği de sayılmıştır. Buradan anlaşılacağı üzere şüphelinin kimliğinin doğru tespit edilmesi şüpheli ve sanık hakları açısından son derece önemlidir. dava açılabilmesi için iddianamede şüphelinin kimliğinin de yazılması zorunludur. (Toksarı, 2010).

Katılan: Mağdur, suçtan zarar gören gerçek ve tüzel kişiler ile malen sorumlu olanlar, ilk derece mahkemesinde kovuşturma evresinin yani iddianamenin kabul edilmesinden sonra hüküm verilinceye kadar şikayetçi olduklarını bildirerek kamu davasına katılması halinde alınan sıfattır. Kanun yolu muhakemesinde davaya katılma isteğinde bulunulamaz.

Müdafi; ceza hukukunda sanığı savunan; şüpheli ve sanığın ceza muhakemesinde savunmasını yapan avukatı; ifade eder müdafi, savunduğu kişinin talimatlarına uymak durumunda değildir, bu açıdan vekilden ayrılır.

Delil: Maddi olayı anlamamıza sağlayan bulgulara verilen isimdir. CMK m. 217/1'de, hâkimin kararını ancak delile dayandırabileceği ifade edilmiş ve hükme esas delilin özellikleri tanımlanmıştır (Değirmenci, 2020). Ceza muhakemesinin amacı maddi gerçeğe ulaşmaktır. Bu amaca ulaşılmasını mümkün kılmak için ceza muhakemesinde delil serbestisi esası benimsenmiştir. Bu esasa göre; yüklenen suç hukuka uygun bir şekilde elde edilmiş her türlü delille ispat edilebilir. (CMK'nun 217.maddesi) Bu nedenle, ceza yargılaması hukukunda, medeni yargılama hukukundan farklı olarak, her şey delil olarak kabul edilebilmektedir. Öte yandan, 5271 sayılı CMK'nın 217. maddesinin birinci fıkrasında; "Hakim, kararını ancak duruşmaya getirilmiş ve huzurunda tartışılmış delillere dayandırabilir. Bu deliller hakimin vicdani kanaatiyle serbestçe takdir edilir" denilmekle, yargılama sürecinde sunulan ve toplanan delillerden sonuca varılması hakimlerin takdirine bırakılmıştır. Ancak hem "delil serbestisi", hem de "delillerin hakimlerin kanaatine göre takdir edilmesi" ilkelerinin belli sınırları bulunmaktadır. Bunlardan biri de, mahkemenin, ancak hukukun izin verdiği yöntemlerle elde edilen delilleri dikkate alabilecek olmasıdır. Başka bir deyişle, hukuk düzeninin yasakladığı yöntemlerle toplanan deliller mahkemece dikkate alınamazlar. Temel hak ve özgürlüklere yasadışı müdahale suretiyle elde edilen delillerin davalarda hükme esas alınmasının hukuka aykırı sayılması ise, çağdaş hukuk sistemlerinin bazılarında yargısal ilkeler, kimilerinde de pozitif hukuk normları sayesinde mümkün olabilmektedir (Yargıtay 2.CD'nin 2014/18497 E.- 2013/136489 K. Sayılı, 08.12.2015 tarihli kararından).

Bilirkişi; Ceza yargılamasında delil toplanması ve delillerin değerlendirilmesi aşamasında, konunun özel uzmanlık veya teknik bilgi gerektirmesi halinde bilirkişinin görüşü alınması ile konunun aydınlatılması önemli bir yere sahiptir. Örneğin ölüm sebebinin tespiti için doktor bilirkişi ile yapılan bir otopsi işlemi ile kesin ölüm sebebinin tespiti soruşturma ve kovuşturma işlemleri için delil niteliği taşımaktadır. Aşağıda adli bilimler konusuna kısaca değindikten sonra örnek suç tipleri ile ceza hukuku ve adli bilimlerin anlatılmasına çalışılmıştır.

Adli Bilimler Bağlamında Ceza Soruşturma ve Kovuşturmaları

Toplumsal düzenin korunması suç teşkil eden davranışların yasalar çerçevesinde cezalandırılması ile mümkündür. Bu bağlamda suç ve suçlunun, suç delillerinin, tespiti, önem taşımaktadır. Hukukun başta adli patoloji, adli toksikoloji, adli genetik, adli hemşirelik ve adli psikiyatri gibi adli tıp bilimleri mevcuttur. Ayrıca Hukukun; adli mühendislik, adli arkeoloji, adli diş hekimliği, kriminalistik, adli fizik, adli trafik ve adli belge incelemeleri gibi diğer birçok disiplinle de birlikte çalışması gerekmektedir. Adli bilimler denilince akla adli tıp gelmesinin en önemli sebebi Hukuk ve adli tıpın köklü geçmişinden kaynaklanmaktadır. Tarihte bilinen ilk adli tıp uzmanı M.Ö. 3000'li yıllarda yaşayan Pharaoh Zoser isimli başyargıcın özel hekimi İmhotep'tir. Adli tıp biliminin günümüze ulaşan ilk tarihi belgesi Babil'in Hammurabi Kanunları (M.Ö. 1400) olmakla birlikte ayrıca Eski Mısır, Hindistan, Çin, İran, Yunanistan ve Roma'dan günümüze ulaşabilen belgelerde tarihe ışık tutmaktadır. Hammurabi Kanunları'nda "tıbbi uygulamalar ile ilgili hükümler; hekimlerin hakları, yükümlülükleri ve hekim hatalarına bağlı hukuki ve cezai sorumlulukları" yer bulmuştur. Bu kanunlarda suçlar ve hekimlere uygulanacak cezaları hastanın sosyal konumunu etkilemiştir. Bizans döneminin Justinian Kanunu'nda (M.S. 483-565) adli tıpla alakalı birçok hüküm bulunmaktadır. Orta çağda özellikle Avrupa'da adli tıpla ilgili önemli hukuksal düzenlemeler görmekteyiz. Mesela Almanya'da aslen bir rahip olan Bamberg'in ortaya koyduğu Bamberg Kanunu ile adli tıbbın hukuki esasları ortaya konulmuştur. Adli tıp 19. Yüzyılda asıl gelişmesini yaşamış, bilimin ve teknolojinin gelişmesiyle Adli tıpta ayrı bir bilim haline gelmiştir. "Bilinen ilk otopsinin 1374 yılında yapılması, parmak izlerinin birbirine benzemediğinin Hindistan'da memur olduğu bilinen William J. Herschel, Henry Faulds tarafından bulunarak, Nature dergisinde yayımlaması (1880) , parmak izi konusunda çalışmalara öncülük eden Francis Galton'ın, mumyalar üzerinde yaptığı çalışmalarda parmak izlerinin, ölümden sonra dahi değişikliğe uğramadığını keşfetmesi, avukat olan Avusturyalı Hans Gross'un, iddia ve ispat konusunda yaptığı çalışmalar sırasında tanık ifadelerine güvenilemeyeceği noktasından hareket ederek anılan beyanların maddi gerçeğin bilimsel yöntemlerle ispatlanması teziyle; delillerin değerlendirilmesi konusunda temel bilgileri kapsayan "Adli Bilimlerin El Kitabı" isimli kılavuz kitabını 1891 yılında yayınlaması, Fransız polis biriminde çalışan Alphonse Bertillon'un insanların fiziksel özelliklerini temel aldığı eşgal tanımlarından yola çıkan kimlik tespitine yarayan antropometrik ölçüm ve sabıka fotoğrafı sistemini geliştirmesi, Locard'ın olay yeri incelemeleri ile ilgili izlerin değişimi prensiplerini ortaya koyması" DNA analizlerinin yapılabilmesi, adli bilimlerin kilometre taşları olarak sayılabilir. Türk Ceza Kanunumuzun çatısına değinecek olursak; 5237 sayılı TCK, "İkinci Kitap Özel Hükümler" başlığı altında, suçları dört "kısım" olarak sıralamıştır. Birinci Kısımda; Uluslararası Suçlar'a, İkinci Kısımda Kişilere Karşı Suçlar'a, Üçüncü Kısımda Topluma Karşı Suçlar'a ve Dördüncü Kısımda Millete ve Devlete Karşı Suçlar'a ve "Son Hükümlere" yer vermiştir. Kanunun suçların düzenlenmesindeki sistematiği şöyledir;

"**Uluslararası Suçlar**; 1. Soykırım ve İnsanlığa Karşı Suçlar, 2. Göçmen Kaçakçılığı ve İnsan Ticareti

Kişilere Karşı Suçlar; 1. Hayata Karşı Suçlar, 2. Vücut

Dokunulmazlığına Karşı Suçlar, 3. İşkence ve Eziyet, 4. Koruma, Gözetim, Yardım veya Bildirim Yükümlülüğünün İhlali,, 5. Çocuk Düşürtme, Düşürme veya Kısırlaştırma, 6. Cinsel Dokunulmazlığı Karşı Suçlar, 7. Hürriyete Karşı Suçlar, 8.Şerefe Karşı Suçlar, 9. Özel Hayata ve Hayatın Gizli Alanına Karşı Suçlar, 10. Mal Varlığına Karşı Suçlar,

Topluma Karşı Suçları; 1. Genel Tehlike Yaratan Suçlar, 2. Çevreye Karşı Suçlar, 3. Kamu Sağlığına Karşı Suçlar, 4. Kamu Güvenliğine Karşı Suçlar, 5. Kamu Barışına Karşı Suçlar, 6. Ulaşım Araçlarına veya Sabit Platformlara Karşı Suçlar, 7. Genel Ahlaka Karşı Suçlar, 8. Aile Düzenine Karşı Suçlar, 9. Ekonomi, Sanayi ve Ticarete İlişkin Suçlar, 10. Bilişim Alanında Suçlar.

Millete ve Devlete Karşı Suçlar; 1. Kamu İdaresinin Güvenliğine ve İşleyişine Karşı Suçlar, 2. Adliyeye Karşı Suçlar, 3. Devletin Egemenli Alametlerine ve Organlarının Saygınlığına Karşı Suçlar, 4.Devletin Güvenliğine Karşı Suçlar, 5. Anayasal Düzene ve Bu Düzenin İşleyişine Karşı Suçlar, 6. Devlet Suçlarına Karşı Suçlar ve Casusluk, 7.Yabancı Devletlerle Olan İlişkilere Karşı Suçlar "

Çalışmamızda ceza ve ceza muhakemesi hukuku ile adli bilimler konusu ilerleyen bölümlerde kitap bölümünün sınırlandırılması anlamında, belirli suç tipleri seçilerek devam ettirilecektir.

Adli Bilimler ve Hayata Karşı Suçlar

5237 Sayılı Türk Ceza Kanunu'nun 81 ve 85. Maddeleri arasında hayata karşı suçlar düzenlenmiştir. TCK 81. Maddesinde bir kişinin kasten öldürülmesi hali, 82. Maddede kasten öldürmenin nitelikli halleri, 83. Maddede kasten öldürmenin ihmali davranışla işlenmesi, 84 Maddede İntihara Yönlendirme ve 85. Maddede ise Taksirle Öldürme fiilleri düzenlenmiştir. Ayrıca TCK'nun 87. Maddesinde de kasten yaralamanın amacını aşarak ölüm olayının meydana gelmesi hali düzenlenmiştir. TCK'nun **"Kasten Öldürme"** başlığını taşıyan 81. Maddesinde bir kimseyi kasten öldüren kişinin müebbet hapis cezası ile cezalandırılacağı hüküm altına alınırken, **kasten öldürmenin nitelikli hallerinin düzenlendiği** 82 maddenin ikinci fıkrasında *"kasten öldürmenin; Tasarlayarak, Canavarca hisle veya eziyet çektirerek, yangın, su baskını, tahrip, batırma veya bombalama ya da nükleer, biyolojik veya kimyasal silah kullanmak suretiyle, üstsoy veya altsoydan birine ya da eş veya kardeşe karşı, çocuğa ya da beden veya ruh bakımından kendisini savunamayacak durumda bulunan kişiye karşı, gebe olduğu bilinen kadına karşı, kişinin yerine getirdiği kamu görevi nedeniyle, bir suçu gizlemek, delillerini ortadan kaldırmak veya işlenmesini kolaylaştırmak ya da yakalanmamak amacıyla, bir suçu işleyememekten dolayı duyduğu infialle, kan gütme saikiyle, töre saikiyle, işlenmesi halinde, kişinin ağırlaştırılmış müebbet hapis cezası ile cezalandırılacağı"* hüküm altına alınmıştır. **"Kasten Öldürmenin İhmali Davranışla İşlenmesi"** başlıklı 83 Maddede ise;

"Kişinin yükümlü olduğu belli bir icrai davranışı gerçekleştirmemesi dolayısıyla meydana gelen ölüm neticesinden sorumlu tutulabilmesi için, bu neticenin oluşumuna sebebiyet veren yükümlülük ihmalinin icrai davranışa eşdeğer olması gerektiği, ihmali ve icrai davranışın eşdeğer kabul edilebilmesi için, kişinin; Belli bir icrai davranışta bulunmak hususunda kanuni düzenlemelerden veya sözleşmeden kaynaklanan bir yükümlülüğünün bulunması, önceden gerçekleştirdiği davranışın başkalarının hayatı ile ilgili olarak tehlikeli bir durum oluşturması, gerekeceği, belli bir yükümlülüğün ihmali ile ölüme neden olan kişi hakkında, temel ceza olarak, ağırlaştırılmış müebbet hapis cezası yerine yirmi yıldan yirmi beş yıla kadar, müebbet hapis cezası yerine on beş yıldan yirmi yıla kadar, diğer hallerde ise on yıldan on beş yıla kadar hapis cezasına hükmolunabileceği gibi, cezada indirim de yapılmayabileceği" hususları suç ve cezada tipiklik ilkesine uygun olarak tanzim edilmiştir. TCK'nun 84. Maddesinde **intihara yönlendirme** eylemi suç olarak kabul edilirken 85. Maddesinde de **taksirle öldürme eylemleri** yaptırım altına alınmıştır.

Adli bilimler açısından konuyu inceleyecek olursak; adli bilimlere konu bir ölüm olayının meydana gelmesi halinde ölenin kesin ölüm sebebinin, suç failinin, suça ilişkin maddi delilerin elde edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla C. Savcısı tarafından yönlendirilen soruşturma işlemlerine başlanır. Soruşturma işlemleri kapsamında olay yerinin güvenliği ve delillerin kaybolmaması için muhafazası sağlanarak gerekli incelemelerin yapılması gerekmektedir. Olay yeri, fail ve maktul arasındaki bağlantıların sağlanmasıyla olayın açığa kavuşturulması için olay yeri inceleme işlemleri adli sistemde büyük önem taşır. Olay yeri ve bağlantısı bulunan diğer yer ve kişiler delil kaynağıdır, adaletin sağlanması açısından büyük önemi bulunmaktadır bu da ancak sağlıklı ve bilinçli bir olay yeri incelemesi ile mümkündür (Ceylan, 2008). **Ölümlü olaylarda ölen kişinin kimliğinin tespiti önem taşımaktadır.** Bu bağlamda kasten öldürme vakaları yanında, taksirle öldürme veya doğal afetler gibi olaylarda da kişilerin ölümleri halinde kimliklerinin tespiti adli bilimlerde kimlik tespiti konusu içerisinde incelenmektedir. Doğal afetler, toplu ulaşım kazaları gibi olaylarda ekip adli bilimcilerin ekip çalışması ile kişilerin yerlerini tespit ederek sonrasında kimliklendirme amacı ile çalışma yapması gerekmektedir. Ölen kişinin kimliğinin tespiti için olay yerinde öncelikle üzerinden çıkan kimliği ile kişi mukayese edildikten sonra yakınları vasıtasıyla kimliğinin tespitine çalışılır. **"Ölünün Kimliğini Belirleme ve Adlî Muayene"** başlığını taşıyan CMK'nın 86. Maddesinde; *"Engelleyici sebepler olmadıkça ölü muayenesinden veya otopsiden önce ölünün kimliğinin her suretle ve özellikle kendisini tanıyanlara gösterilerek belirleneceği ve elde edilmiş bir şüpheli veya sanık varsa, teşhis edilmek üzere ölünün ona da gösterilebileceği"* yönündedir. Uygulamada da ölen kişinin kimliği, yakınlarına ve tanıyanlar gösterilmek suretiyle tespit edilmekte ve ileride kimlik konusunda farklı bir iddia olması halinde tereddütleri gidermek için ölenin parmak izleri alınarak dosyasında muhafaza edilmektedir. Ölenin yakınlarının olay zamanında bulunamaması, üzerinden kimlik çıkmaması gibi hallerde kimliğin tespiti ilerleyen aşamalarda yapılan araştırmalar sonucunda tespiti yakınlarının DNA'sı ile karşılaştırılarak yapılacaktır. Ölenin kimliğinin tespitinden sonra ölenin adli muayenesi yapılacaktır. CMK'nun 86. Maddesinin ikinci fıkrasında; *"Ölünün adlî muayenesinde tıbbî belirtiler, ölüm zamanı ve ölüm nedenini belirlemek için tüm bulguların saptanacağı"* üçüncü fıkrasında da *"ölü muayenesinin C.Savcısının huzurunda tek hekim ile yapılacağı"* hüküm altına alınmıştır. **CMK'nun 87. Maddesinde de Otopsi konusu düzenlenmiştir.** Maddeye göre; *"Otopsinin, Cumhuriyet savcısının huzurunda biri adlî tıp, diğeri patoloji uzmanı veya diğer dallardan birisinin mensubu veya biri pratisyen iki hekim tarafından yapılacağı, müdafi veya vekil tarafından getirilen hekimin de otopside hazır bulunabileceği, zorunluluk bulunduğunda otopsi işleminin bir hekim tarafından da yapılabileceği; bu durumun otopsi raporunda açıkça belirtileceği, otopsinin, cesedin durumu olanak verdiği takdirde, mutlaka baş, göğüs ve*

karnın açılmasını gerektirdiği, ölümünden hemen önceki hastalığında öleni tedavi etmiş olan tabibe, otopsi yapma görevi verilemeyeceği, ancak, bu tabibin otopsi sırasında hazır bulunması ve hastalığın seyri hakkında bilgi vermesi istenebileceği, gömülmüş bulunan bir ceset, incelenmesi veya otopsi yapılması için mezardan çıkarılabileceği, bu hususdaki kararın, soruşturma evresinde Cumhuriyet savcısı, kovuşturma evresinde mahkeme tarafından verileceği, mezardan çıkarma kararının, araştırmanın amacını tehlikeye düşürmeyecekse ve ulaşılması da zor değilse ölünün bir yakınına derhâl bildirileceği" hüküm altına alınmış, CMK. 88 ve 89. Maddelerinde de yeni doğanın otopsisi ve zehirlenme şüphesi konuları düzenlenmiştir.

Ölen üzerinde yapılacak incelemeler olayın aydınlatılması için önem taşımaktadır. Otopsi tutanağında olayın C. Savcısınca olayın öğrenilmesi, olay yerine gidiş, cesedin incelendiği yer, saat bilgilerine yer verildikten sonra fotoğrafçı bilirkişilere yeminleri yaptırılarak otopsi işlemlerinin fotoğraf ve video ile kayıt altına alınması sağlanır. Ölenin kimliği yemini alınan kimlik tanığına gösterilmek sureti ile tespit edildikten sonra, parmak izi alınan cesedin üzerinde incelemeler yapılır. Tutanakta cesedin tarifi yer alır. Görünümü itibari ile yaşı, boyu, kilosu, göz rengi, saç rengi, erkek ise sakallı, sünnetli olup olmaması gibi hususlar tutanakta yer almalıdır. Ceset üzerinde ayrıca olayın özelliğine göre el swabı, tırnak aralarından örnek alınması, üzerinde başkasına ait saç, kıl, tüy, sperm gibi alınabilecek örnekler var ise bunların alınması yapılır. Sonrasında ceset elbiselerinden tecrit edilir. Cesedin elbiseleri özellikle ateşli silah yaralanmalarında atış mesafesinin tayini gibi hususlarda da delil olabileceğinden muhafazası ve sonrasında tahkikatın bu yönde ilerletilmesi önem taşımaktadır. Ayrıca gerekli görüldüğü takdirde ölenin röntgeninin alınması delillerin tespiti açısından önem taşıyabilir. Yapılan işlemler sırasında ölü morlukları ve katılıkları tek tek tarif edilerek cesedin ölüm zamanının tayini açısından da gerekli notlar alınır. Ölüm zamanının tespiti olayın aydınlatılması ve karanlık noktalar kalmaması açısından önem taşımaktadır. Bu noktada cesedin ölümü üzerinden uzun zaman geçmiş ise adli etimoloji bilimi sayesinde ceset üzerinde bulunan böcek ile diğer eklembacaklıların ergin ve larvalarından, cesedin ölüm zamanını tahmin etmek için çalışılır. Otopsi esnasında üç boşluk olarak adlandırılan kafa, göğüs, karın boşlukları açılır. Adli tıp bilimi yardımı gerekli incelemeler yapılarak kesin ölüm sebebi tespit edilmeye çalışılır. Kesin ölüm sebebi ateşli silah yaralanması, bıçak yaralanması, künt cisim travması v.b. gibi pek çok çeşide dayalı olabilir. Burada ateşli silah yaralanmalarında yaraların sayısı, hangi yaranın öldürücü olduğu, atışın bitişik yakın, uzak atış olup olmadığı, boğulma olaylarında ölümün boğulma sonucu gerçekleşip gerçekleşmediği, şüpheli ölümlerde olayın kalp krizi veya başka sebebe bağlı olup olmadığı gibi araştırmalar otopsi sonucu bilimsel verilerle ortaya konulurlar.

Adli Bilimler ve Vücut Dokunulmazlığına Karşı Suçlar

Anayasanın 'Kişinin Hak Ve Ödevleri'' başlıklı ikinci bölümünde, 17.maddede yer alan *"Herkes yaşama, maddi ve manevi varlığını koruma ve geliştirme hakkına sahiptir, tıbbi zorunluluklar ve kanunda yazılı haller dışında, kişinin vücut bütünlüğüne dokunulamaz, rızası olmadan bilimsel ve tıbbi deneylere tabi tutulamaz"* hükmü ile kişinin dokunulmazlığı, maddi ve manevi varlığı anayasal koruma altına alınmış, bu düzenlemeye bağlı olarak kişinin vücut bütünlüğüne yönelik ihlaller 5237 Sayılı Türk Ceza Kanunu'nun Özel Hükümler (2. Kitap), Kişilere Karşı Suçlar (2. Kısım), Vücut Dokunulmazlığına Karşı Suçlar (2. Bölüm) bölümünde yer almaktadır. TCK 86, 87, 88 ve 89. Maddeleri anılan konu hakkında yasal düzenlemeleri içermektedir.

Kişilerin başkalarının kusurlu hareketleri sonucu yaralanmaları halinde adli makamlar soruşturma işlemlerine başlarlar, anılan yaralanmalar ihbar, şikayet sonucu adli makamlara ulaşabilir. Kişiler sağlık kuruluşlarına müracaat ettiklerinde sağlık çalışanlarının suç işlendiğine dair bir belirte görmeleri halinde anılan durumu yetkili makamlara bildirme yükümlülüğü bulunmaktadır. TCK'nın 280. maddesi bu yükümlülüğü sadece hekimlere değil diğer sağlık mesleği mensuplarına da vermiştir (Güngör, 2018). TCK'nun 280. Maddesine göre "görevini yaptığı sırada bir suçun işlendiği yönünde bir belirti ile karşılaşmasına rağmen, durumu yetkili makamlara bildirmeyen veya bu hususta gecikme gösteren sağlık mesleği mensubu, bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır." Adli olgunun yetkili makamlara bildirilmesi, sağlık kurumunda polis varsa polise, yoksa kolluk merkezlerine (polis ya da jandarma karakollarına), ya da kolluğa ulaşılamaması halinde doğrudan Cumhuriyet savcısı yollarıyla yapılabilir. Adli vakanın bildirilmesi öncelikle hastanın sağlığı ile ilgili işlemlerin acil müdahalelerin yapılması sonrasında yapılır. Adli olgu ayrımı yaparak yetkili makamlara uygun bildirimi yapan hekim, Cumhuriyet savcısının talebi olduğunda TCK'nın ilgili maddelerine göre adli olgu ile ilgili rapor tanzim etmekle yükümlüdür. Sorumlu hekim bu raporu Sağlık Bakanlığı'nın 22.09.2005 tarih ve 2005/143 sayılı genelgesine göre hazırlanmış "Genel Adli Muayene Raporu" adlı form üzerinde hazırlamak durumundadır (Güngör, 2018). Adli olguların başvurusunda yahut adli makamların talebi halinde hekimler adli rapor düzenlerler. Hekimlerin mesleki sorumlulukları kapsamında; muayene ve tedavi sorumluluğu yanı sıra adli olgulara karşı (1219 sayılı TŞSTİDK'nin 11 ve 13. maddeler, Sağlık Bakanlığı Teşkilat Kanunu'nun 31. maddesi, Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesi Kanunu'nun 10. maddesinde) yasalarla düzenlenmiş adli tabiplik sorumluluğu vardır. Adli tabiplik sorumluluğu içinde; adli ölü muayenesi adli otopsi, adli rapor (etkili eylem, cinsel saldırı, alkol, fiili ehliyet vs.) hazırlanması konularında TCK ve CMK'nın bilirkişilik ile ilgili hükümleri çerçevesinde tıbbi bilirkişilik sorumluluğu sayılabilir. Mevzuata göre Adli rapor hazırlayabilmek için adli tıp uzmanı olma zorunluluğu bulunmamaktadır. Hekim, adli olgularda olayın öyküsünü kişinin ifadesine göre ayrıntılı olarak kayıt altına almalı ve sistematik tam bir fizik muayene yapmalıdır. Gerekirse laboratuvar incelemeleri ve görgü tanıklarının ifadeleri ile anlatılanları doğrulamaya çalışmalıdır. Muayeneye gelen adli olgu öncelikle yapılacak muayene ve takip edilecek işlem hakkında bilgilendirilmelidir (Güngör, 2018).

Adli makamlar, kasten veya taksirle yaralanmanın kişinin vücut bütünlüğüne etkisi hakkında karar verebilmek için bilirkişilerden adli rapor düzenlenmesini istemektedir. Konumuzu genişletmemek için vücut dokunulmazlığına karşı suçlardan kasten ve taksirle yaralama suçlarına aşağıda yer verilmiştir.

Kasten Yaralama Suçları

TCK'nun 21. Maddesinin birinci fıkrasında Kast'ın suçun kanuni unsurlarının bilerek ve istenerek gerçekleştirilmesi olarak tanımlandığına değinmiştik. TCK'nun "Yaralama" Başlıklı

86. Maddesine göre; "Kasten başkasının vücuduna acı veren veya sağlığının ya da algılama yeteneğinin bozulmasına neden olan kişinin, bir yıldan üç yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılacağı, kasten yaralama fiilinin kişi üzerindeki etkisinin basit bir tıbbî müdahaleyle giderilebilecek ölçüde hafif olması hâlinde, mağdurun şikâyeti üzerine ceza miktarının dört aydan bir yıla kadar hapis veya adlî para cezası olacağı" düzenlenirken, TCK'nun 86.Maddesinin üçüncü fıkrasının (b) bendinde kendini savunamayacak kişiye karşı, (e) bendinde de ise silahla işlenmesi hallerinde cezanın yarı oranında artırılacağı hükme bağlanmıştır. TCK'nun "Neticesi Sebebiyle Ağırlaşmış Yaralama" başlıklı 87. Maddesinde "kasten yaralama fiilinin mağdurun; Duyularından veya organlarından birinin işlevinin sürekli zayıflamasına, konuşmasında sürekli zorluğa, yüzünde sabit ize, yaşamını tehlikeye sokan bir duruma, gebe bir kadına karşı işlenip de çocuğunun vaktinden önce doğmasına, sebep olması halinde maddeye göre belirlenen cezanın bir kat artırılacağı, ancak, verilecek cezanın, birinci fıkraya giren hallerde üç yıldan, üçüncü fıkraya giren hallerde beş yıldan az olamayacağı" hükme bağlanırken 87. Maddenin ikinci. fıkrasında, "kasten yaralama fiilinin, mağdurun; İyileşmesi olanağı bulunmayan bir hastalığa veya bitkisel hayata girmesine, duyularından veya organlarından birinin işlevinin yitirilmesine, konuşma ya da çocuk yapma yeteneklerinin kaybolmasına, yüzünün sürekli değişikliğine, gebe bir kadına karşı işlenip de çocuğunun düşmesine, neden olması halinde, yukarıdaki maddeye göre belirlenen cezanın, iki kat artırılacağı, ancak, verilecek cezanın, birinci fıkraya giren hallerde beş yıldan, üçüncü fıkraya giren hallerde sekiz yıldan az olamayacağı" 87. Maddenin üçüncü fıkrasında, kasten yaralamanın vücutta kemik kırılmasına veya çıkığına neden olması halinde, yukarıdaki maddeye göre belirlenen cezanın, kırık veya çıkığın hayat fonksiyonlarındaki etkisine göre, yarısına kadar artırılacağı, 87. Maddenin 4. fıkrasında ise: "Kasten yaralama sonucunda ölüm meydana gelmesi halinde, yukarıdaki maddenin birinci fıkrasına giren hallerde sekiz yıldan on iki yıla kadar, üçüncü fıkrasına giren hallerde ise on iki yıldan on sekiz yıla kadar hapis cezasına hükmolunacağı" düzenlenmiştir.

Kasten yaralama suçlarında delillerin toplanması olay yeri incelemesi yanında suç aletinin, mağdurun, sanığın, v.s. tetkikini kapsamaktadır. Yaralanmanın niteliği, ateşli silah, kesici alet

v.b. yarası olup olmadığı, yaranın derinliği, yaralanmanın kişi üzerindeki etkisi araştırılması gereken konulardandır. Kasten yaralama suçlarında özellikle birden fazla kişinin karıştığı olaylarda olay yerini, olaydan öncesi ve sonrası geliş gidiş güzergahlarını tarafların davranışlarını kayıt altına almış olan güvenlik v.b. kamera kayıtlarının incelenmesi gerekmektedir. Adli fotoğrafçılığın bu noktada önemi bulunmaktadır. Manipüle edilmemiş kamera kayıtlarının olayların aydınlatılmasında önemli yer almaktadır. Bunun yanında suçunu inkar eden şüphelinin üzerindeki izlerin incelenmesi, boğuşmayı gösterir tırnak, kan izi v.b. izler, olay yerinden alınan ayak izleri ile mukayesesi, şüphelinin ve mağdurun elbisesi üzerinde yapılacak incelemeler, ateşli silah yaralanmalarında olay yerinden elde edilen kovanlarla şüpheliden ele geçirilen silahın mukayesesi önem taşımaktadır. Kasten yaralanma suçlarında yukarıda TCK 86 ve 87.Maddelerindeki düzenlemelerde anlattığımız üzere yaralanmanın niteliği sanık hakkında verilecek cezaya doğrudan etki ettiği gibi eylemin 86. Maddenin (b) bendinde yer alan eylemin kendini savunamayacak kişiye karşı işlenmesi hali de cezaya etki ettiğinden hekim raporları ile tespit edilmesi gereken hususlardandır.

Suçu önceki bölümlerde hukuka aykırı, tipe uygun, kusurlu hareket olarak belirlemiştik. Bu anlamda kasten yaralama suçlarında da suçun maddi ve manevi unsurlarının bir arada bulunması gerekmektedir. Suç işleyen kişinin kusurluluğunu etkileyen akıl hastalığı, akıl zayıflığı gibi bir durumun bulunup bulunmadığı, eylemin bir kişinin kendisi veya yakınlarının canını korumak amacı ile yapılıp yapılmadığı, gibi hususlar araştırılacaktır. Kusurluluğun araştırılması adli tıp biliminin konusunu oluşturmaktadır. İddia var ise; Sanığın akıl hastalığı nedeni ile suçun işlendiği tarihte, iddia edilen yaralama suçu ile ilgili olarak işlediği fiilin anlam ve sonuçlarını algılayıp algılayamadığı veya bu fiille ilgili olarak davranışlarını yönlendirme yeteneğinin önemli ölçüde azalıp azalmadığı araştırılacaktır. Anılan hususun araştırılması sonucunda kişinin ceza alması yerine hakkında güvenlik tedbirine başvurulması veya cezasında indirim yapılması gündeme gerekebilecektir. Anılan araştırmanın yapılması adli tıp biliminin görev alanı içerisinde kalmaktadır.

Taksirle Yaralama Suçları

TCK'nun 22. Maddesine göre dikkat ve özen yükümlülüğüne aykırılık dolayısıyla bir davranışın suçun kanuni tanımında belirtilen neticesi öngörülmeyerek gerçekleşmesi taksirdir (Güngör, 2018). TCK'nun 89. Maddesinin birinci fıkrasında; "Taksirle başkasının vücuduna acı veren veya sağlığının ya da algılama yeteneğinin bozulmasına neden olan kişi, üç aydan bir yıla kadar hapis veya adlî para cezası ile cezalandırılacağı, ikinci fıkrasında; taksirle yaralama fiilinin, mağdurun; duyularından veya organlarından birinin işlevinin sürekli zayıflamasına, vücudunda kemik kırılmasına, konuşmasında sürekli zorluğa, yüzünde sabit ize, yaşamını tehlikeye sokan bir duruma, gebe bir kadının çocuğunun vaktinden önce doğmasına neden olmuşsa, birinci fıkraya göre belirlenen ceza, yarısı oranında artırılacağı" üçüncü fıkrasında "taksirle yaralama fiilinin, mağdurun; İyileşmesi olanağı bulunmayan bir hastalığa veya bitkisel hayata girmesine, duyularından veya organlarından birinin işlevinin yitirilmesine, konuşma ya da çocuk yapma yeteneklerinin kaybolmasına, yüzünün sürekli değişikliğine, gebe bir kadının çocuğunun düşmesine neden olmuşsa" birinci fıkraya göre belirlenen cezanın, bir kat artırılacağı, dördüncü fıkrasında; "Fiilin birden fazla kişinin yaralanmasına neden olması halinde, altı aydan üç yıla kadar hapis cezasına hükmolunacağı" beşinci fıkrasında "bilinçli taksir hâli hariç olmak üzere, bu maddenin kapsamına giren suçların soruşturulması ve kovuşturulmasının şikâyete bağlı olduğu" hükme bağlanmıştır.

Taksirle yaralama ve öldürme suçları çok farklı orijinlere sahip olabilirler. Bunlar iş, trafik, veya diğerleri olabilir. Anılan kazalar sonrası ölüm meydana gelmesi halinde, ölüm olayı ile kaza arasında illiyet bağının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla adli bilimler kapsamında bir dizi işlem yapılmalıdır. Olay yeri incelemesi ve keşif bunlardan temel olanlardır. İş kazalarında adli bilimlerin farklı alanlarının uygulamasına ihtiyaç bulunmaktadır. Örneğin iş yerindeki kimyasal gazların analizi, kişi üzerinde otopsi yapılarak ölümün bu sebeple meydana gelip gelmediğinin saptanması gerekebilir. Bunun gibi trafik kazalarında sürücünün alkol veya uyuşturucu madde etkisinde olup olmadığı, madde miktarının güvenli sürüş yeteneği kaybetmesine yetecek nitelikte bulunup bulunmadığı gibi araştırılması gereken hususlar vardır. Türk Ceza Kanunu'nun 89. maddesinde açıklanan kavramlar açısından değerlendirilmesi ve kazazedelere ait adli raporların

düzenlenmesi adli bilimler içerisinde yer alan adli tıp biliminin konusu bulunmaktadır. Bu tür olaylarda genellikle hastaya ilk tıbbi müdahaleyi gerçekleştiren acil hekimleri tedavi süreci devam ettiğinden yaralanmanın mahiyetine ilişkin geçici raporları düzenlemektedirler. Sonrasında da yaralanmanın niteliğinin kesin tespiti özellikle, yüzde sabit iz kalıp kalmadığı, duyu ve organ kaybı olup olmadığı, gibi hususlarda ilgili hekimlerce veya özelliğine göre adli tıp kurumunca yapılmaktadır (Polat, 2020).

Adli Bilimler ve Mal Varlığına Karşı Suçlar

Mülkiyet, kişilerin eşya üzerindeki hakimiyetini ifade eden bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Mülkiyet hakkının niteliği ve kapsamı, geçmişten günümüze, felsefi, siyasi boyutları yanında dinler ve hukuk sistemleri kapsamında da tanımlanmaya çalışılmıştır (Akça, 2015). Hukuk bilimi açısından mülkiyet hakkı, medeni hukuk, borçlar hukuku, anayasa idare hukuku ve ceza hukuku gibi farklı hukuk dallarına göre değişik anlamlar içermektedir. "Mülkiyet hakkı", günümüzde, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi ve İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi ve Anayasada yer aldığı üzere bireyin temel haklarından biri şeklinde kabul edilir ayrıca bu hakka yönelik hukuka aykırı fiiller ise çeşitli hukukî yaptırımlarla (özellikle ceza hükümleri) ile karşılanmaya çalışılır (Yazıcıoğlu, 2013). Anayasamızın 35. Maddesinde mülkiyet hakkı koruma altına alınmıştır. Mülkiyet hakkının ihlaline yönelik davranışlar özel hukuk çerçevesinde tazminat ve benzeri davalara konu olabildiği gibi ceza hukuku bağlamında da suç olarak tanımlanan eylemler bulunmaktadır. Kişinin malvarlığına yönelik suç olarak tanımlanan eylemler 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu'nun ikinci Kitabının ikinci Kısmının onuncu Bölümünde tanımlanarak yaptırıma bağlanmıştır. Mal Varlığına Karşı Suçlar başlığı altında; hırsızlık, yağma mala zarar verme, hakkı olmayan yere tecavüz, güveni kötüye kullanma, bedelsiz senedi kullanma, dolandırıcılık, karşılıksız yararlanma, hileli ve taksirli iflas, şirket veya kooperatifler hakkında yanlış bilgi, suç eşyasının alınması veya kabul edilmesi suçları düzenlenmiştir. Çalışmamızda; Malvarlığına karşı suçlardan en sık karşılaşılan suçlar olması sebebi ile hırsızlık, yağma suçlarına adli bilimler çerçevesinde değineceğiz.

Hırsızlık Suçları

Hırsızlık suçu tarih boyunca toplumların yaptırıma bağladığı suçlardan biridir. Hukukun kaynağı olan dini metinlerde de yer almıştır. Hukuk sistemimizde de yüz kızartıcı suçlardan kabul edilmektedir. Hırsızlıkta korunan hukuki menfaat mülkiyet hakkı olmakla birlikte mülkiyet hakkının kullanımının üçüncü bir şahısta bulunduğu zilyetlik (elde bulundurma) durumunda da kişiler mülkiyet hakkının sağladığı haklardan yararlanacaklardır. Hırsızlık suçları Türk Ceza Kanunu'muzun 141. ve 147. Maddeleri arasındadır. Suçun işlendiği yer Asliye Ceza Mahkemeleri hırsızlık suçlarında görevli ve yetkili mahkemedir.

Basit Hırsızlık: Türk Ceza Kanunu'nun141. Maddesinde, taşınır bir malın zilyedinin rızası hilafına başkası tarafından kendisine veya başkasına yarar sağlamak amacı ile alınması hali bir yıldan üç yıla kadar cezai yaptırıma bağlanmıştır. Bu maddede yer alan hırsızlık suçu "basit hırsızlık" olarak adlandırılmakta ve uzlaştırmaya tabi suçlar arasında yer almaktadır.

Nitelikli Hırsızlık: Türk Ceza Kanunu'nun 142. Maddesinde Hırsızlık suçunun nitelikli halleri;

"Nitelikli hırsızlık suçu Kime ait olursa olsun kamu kurum ve kuruluşlarında veya ibadete ayrılmış yerlerde bulunan ya da kamu yararına veya hizmetine tahsis edilen eşya hakkında, Halkın yararlanmasına sunulmuş ulaşım aracı içinde veya bunların belli varış veya kalkış yerlerinde bulunan eşya hakkında, Bir afet veya genel bir felaketin meydana getirebileceği zararları önlemek veya hafifletmek maksadıyla hazırlanan eşya hakkında, Adet veya tahsis veya kullanımları gereği açıkta bırakılmış eşya hakkında, İşlenmesi hallerinde eylem nitelikli kabul edilerek cezanın, üç yıldan yedi yıla kadar hapis cezasına hükmolunacağı" şeklinde düzenlenmiştir.

"Suçun; Kişinin malını koruyamayacak durumda olmasından veya ölmesinden yararlanarak, Elde veya üstte taşınan eşyayı çekip almak suretiyle ya da özel beceriyle, Doğal bir afetin veya

sosyal olayların meydana getirdiği korku veya kargaşadan yararlanarak, Haksız yere elde bulundurulan veya taklit anahtarla ya da diğer bir aletle kilit açmak veya kilitlenmesini engellemek suretiyle, Bilişim sistemlerinin kullanılması suretiyle, Tanınmamak için tedbir alarak veya yetkisi olmadığı halde resmi sıfat takınarak, büyük veya küçük baş hayvan hakkında, Herkesin girebileceği bir yerde bırakılmakla birlikte kilitlenmek suretiyle ya da bina veya eklentileri içinde muhafaza altına alınmış olan eşya hakkında, İşlenmesi hâlinde, beş yıldan on yıla kadar hapis cezasına hükmolunacağı, Suçun, bu fıkranın (b) bendinde belirtilen surette, beden veya ruh bakımından kendisini savunamayacak durumda olan kimseye karşı işlenmesi halinde, verilecek cezanın üçte biri oranına kadar artırılacağı, Suçun, sıvı veya gaz hâlindeki enerji hakkında ve bunların nakline, işlenmesine veya depolanmasına ait tesislerde işlenmesi halinde, beş yıldan on iki yıla kadar hapis cezasına hükmolunacağı, Bu fiilin bir örgütün faaliyeti çerçevesinde işlenmesi halinde, cezanın yarı oranında artırılacağı ve on bin güne kadar adlî para cezasına hükmolunacağı, Hırsızlık suçunun işlenmesi amacıyla konut dokunulmazlığının ihlâli veya mala zarar verme suçunun işlenmesi halinde, bu suçlardan dolayı soruşturma ve kovuşturma yapılabilmesi için şikâyet aranmayacağı, Hırsızlık suçunun işlenmesi sonucunda haberleşme, enerji ya da demiryolu veya havayolu ulaşımı alanında kamu hizmetinin geçici de olsa aksaması hâlinde, yukarıdaki fıkralar hükümlerine göre verilecek ceza yarısından iki katına kadar artırılacağı" düzenlemesi yapılmış,

Türk Ceza Kanunu'nun 143. Maddesinde, **suçun gece vakti işlenmesi** durumunda cezanın yarı oranında artırılacağı hükme bağlanmıştır.

Türk Ceza Kanunu'nun 144. Maddesine göre, suçun **Paydaş veya elbirliği ile malik olunan mal üzerinde ya da bir hukuki ilişkiye dayanan alacağı tahsil amacıyla** işlenmesi durumunda, şikayet üzerine, fail hakkında iki aydan bir yıla kadar hapis veya adlî para cezasına hükmolunacağı düzenlenmiştir.

Türk Ceza Kanunu'nun 145. Maddesinde, **hırsızlığa konu malın değerinin az olması** halinde verilecek cezada indirim yapılabileceği gibi suçun işleniş şekli ve özellikleri dikkate alınarak ceza verilmesinden vaz geçilebileceği de hüküm altına alınmıştır. Burada indirim yapılması veya ceza verilmesinden vaz geçilmesi yargılama aşamasında üst mahkemenin denetimine tabi olmakla birlikte hakim tarafından verilecek karara bağlıdır. 1997 Yılında

Gaziantep ilinde dört çocuk baklava çaldıkları gerekçesi ile altışar yıl hapis cezasına çarptırılmış ve on dokuz ay hapis yattıktan sonra af ile serbest kalmışlar anılan olay basın yoluyla toplumda geniş yankı uyandırmıştı. Bunun üzerine yıllar sonra yasaya bu madde eklenerek benzer olaylarda ağır cezaların verilmesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır (Sözcü, "18 yıl sonra gelen baklava adaleti", 22 Nisan 2015). Türk Ceza Kanunu'nun 146. Maddesinde **Hırsızlık suçunun malın geçici bir süre kullanılıp zilyedine iade edilmek üzere işlenmesi** hali düzenlenmiştir. Hırsızlık suçunun cezasının bu durumda yarı oranına kadar indirilebileceği madde metninde yer almaktadır. Sanığa verilecek cezada yapılacak indirim yarı oranına kadar olmak şartı ile yargılamayı yapan hakim tarafından yapılacaktır. Ancak malın suç işlemek amacıyla kullanılmış olması durumunda bu hüküm uygulanmayacaktır. Kullanma hırsızlığı örneğin bir motorsikletin yerinden zilyedinin rızası olmaksızın alınarak gezmek ve sonra iade edilmek suretiyle oluşabilir. Anılan hallerde suç şikayete bağlıdır. Şikayet yokluğu halinde soruşturma aşamasında KYOK, kovuşturma safhasında şikayet yokluğundan düşme kararı verilecektir.

Türk Ceza Kanunu'nun 147. Maddesinde; Zorunluluk hali düzenlenmiştir. Olayın özelliğine göre hırsızlık suçunun **ağır ve acil bir ihtiyacı karşılamak için işlenmesi** durumunda verilecek cezada indirim yapılabileceği gibi, ceza vermekten de vazgeçilebileceği hüküm altına alınmıştır.

Hırsızlık suçlarında delillerin toplanması, olay yeri ve sanıklar ile ilişkilendirilmesi, değerlendirilmesinde adli bilimler önemli bir fonksiyon ifa etmektedir. Hırsızlık olayının haber alınması üzerine Cumhuriyet Savcısının talimatı ile kolluk kuvvetleri olayın aydınlatılması için çalışmaya başlarlar. Olay yeri ile olay yerine geliş gidiş güzergahı incelenmeye başlanır. Bunun için olayın meydana geldiği yerin sorumluluk sahasına göre Emniyet veya Jandarma Olay Yeri İnceleme Birimleri araştırma yapmaya başlarlar. Diğer birimlerde görev yapan kolluk görevlileri ile irtibat kurarak faillerin olaydan kısa süre sonra yakalanması için çalışma yaparlar. Faillerin suçüstü veya olaydan kısa süre sonra yakalanması çalınan eşyaların ele geçirilmesi ve olay hakkında daha fazla delil elde edilmesi açısından önemlidir. Şöyle ki failler hemen yakalandığı taktirde üzerlerinde bulunan cep telefonlarına el konabilmekte, olay yerine yakınlıkları birden fazla kişi suça karışmış ise birbirleri ile irtibatları tespit edilebilmekte, kamera kaydı var ise kamera görüntülerindeki kişiler ile yakalanan kişilerin giysilerinin uyumlu olup olmadığı saptanabilmektedir. Hırsızlık olaylarında en önemli delillerden bir kamera kayıtlarıdır. Kamera kayıtlarının temin edilerek görüntü iyileştirme işlemlerinin yapılması, kişilerin eşgali ile mukayesesinin yapılması, önem taşımaktadır. Diğer nitelikli delillere örnek olarak olay yerinden elde edilen mukayeseye elverişli parmak izlerini verebiliriz. Olay yerinden elde edilen kan, kıl ve benzeri örnekler de olayın aydınlatılmasında önem taşımaktadır. Bunlar özenle muhafaza edilerek şüpheliler yakalandığında 5271 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu'nun 75. Maddesi uyarınca moleküler genetik incelemeye gönderilecektir. Hırsızlık suçlarında olay sonrası yakalanan şüphelilerin evlerinde, araçlarında, iş yerlerinde yapılacak hukuka uygun arama ile suça konu eşyaların bulunması, şüphelilerin olay esnasında giydikleri kıyafetlerin ele geçirilmesine çalışılarak anılan şekilde de delil elde etme yoluna gidilebilecektir. Hırsızlık suçlarının örgüt kapsamında işlenmesi halinde teknik ve fiziki takip kararı alınabilmektedir. Bu durumda da yapılan görüşmelerin içeriğinin çözümlenmesi ile itiraz halinde dinleme esnasında elde edilen ses kaydı ile şüphelinin ses kaydının mukayesesinin yapılması adli bilimlerin konusuna girmektedir. Gece vakti işlenen hırsızlık suçunda ceza yarısı oranında artırıldığından, suçun işlendiği zaman diliminin tayini önem taşımaktadır. Gece ve gündüz yılın günlerine göre farklı saatlerde olmaktadır. Bu durumda suçun işlendiği gün ve saat, kamera kayıtları, müşteki, tanık ve şüpheli beyanları ile doğru tespit edildikten sonra teknik olarak gece mi gündüz mü olduğu net olarak saptanmalıdır.

Yağma Suçu

Yağma suçu içinde hırsızlık ve tehdit gibi birden fazla suçu da barındıran bileşik bir suçtur. Fail yağmanın içinde barındırdığı suçlar için ayrıca cezalandırılmaksızın sadece yağma suçu için yasada belirtilen yaptırıma tabi olur. Yağma suçunun nitelendirilmesi bakımından hırsızlık ve dolandırıcılık suçlarından ayrıldığı noktaların tespiti önem taşır. Yağma Türk Ceza Kanunu'nun 148. Maddesinde düzenlenmiştir. 148. Maddenin birinci fıkrasında basit yağma suçu yer almaktadır. Yasa metnine göre, *"bir başkasını, kendisinin veya yakınının hayatına, vücut veya cinsel dokunulmazlığına yönelik bir saldırı gerçekleştireceğinden ya da malvarlığı itibarıyla büyük bir zarara uğratacağından bahisle tehdit ederek veya cebir kullanarak, bir malı teslime veya malın alınmasına karşı koymamaya mecbur kılan kişinin, altı yıldan on yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılacağı hüküm altına alınmıştır."* Maddenin 2. Fıkrasında senedin yağması, Cebir veya tehdit kullanılarak mağdurun, kendisini veya başkasını borç altına sokabilecek bir senedi veya var olan bir senedin hükümsüz kaldığını açıklayan bir vesikayı vermeye, böyle bir senedin alınmasına karşı koymamaya, ilerde böyle bir senet haline getirilebilecek bir kağıdı imzalamaya veya var olan bir senedi imha etmeye veya imhasına karşı koymamaya mecbur edilmesi hali olarak hüküm altına alınmış, üçüncü fıkrada ise mağdurun, herhangi bir vasıta ile kendisini bilmeyecek ve savunamayacak hale getirilmesi de, yağma suçunda cebir sayılmıştır.

Türk Ceza Kanununun 149. Maddesinde "Yağma suçunun; Silahla, Kişinin kendisini tanınmayacak bir hale koyması suretiyle, Birden fazla kişi tarafından birlikte, Yol kesmek suretiyle ya da konutta, işyerinde veya bunların eklentilerinde, Beden veya ruh bakımından kendisini savunamayacak durumda bulunan kişiye karşı, Var olan veya var sayılan suç örgütlerinin oluşturdukları korkutucu güçten yararlanılarak, Suç örgütüne yarar sağlamak maksadıyla, Gece vaktinde, İşlenmesi halinde, fail hakkında on yıldan on beş yıla kadar hapis cezasına hükmolunacağı" yağma suçunun nitelikli halleri şeklinde düzenlenmiştir.

Ayrıca *"Yağma suçunun işlenmesi sırasında kasten yaralama suçunun neticesi sebebiyle ağırlaşmış hallerinin gerçekleşmesi durumunda, ayrıca kasten yaralama suçuna ilişkin hükümler uygulanacaktır."*

Türk Ceza Kanununun 150.Maddesinde "Kişinin bir hukuki ilişkiye dayanan alacağını tahsil amacıyla tehdit veya cebir kullanması halinde, ancak tehdit veya kasten yaralama suçuna ilişkin hükümler uygulanacağı, Yağma suçunun konusunu oluşturan malın değerinin azlığı nedeniyle, verilecek ceza üçte birden yarıya kadar indirilebileceği." düzenlemesi de yer almaktadır.

Türk Ceza Kanunun bazı suç tiplerinde failin bazı özelliklerde

olması aranmasına rağmen yağma suçunda fail açısından bir özellik aranmamaktır, yani herkes suçun faili olabilmektedir.

Herkes suçun mağduru olabilir, çünkü suçun mağduru bakımından da bir özellik aranmamaktadır. Mağdur, "bir malı teslime veya malın alınmasına karşı koymamaya mecbur kılınan" kişidir. Mağdurun eşya üstünde malik veya zilyet olması açısından bir fark bulunmamaktadır. Kanunda yağma suçunun beden veya ruh bakımından kendini savunamayacak kimseye karşı işlenmesi suçun nitelikli hali şeklinde düzenlenmiştir. Mağdurun beden veya ruh bakımından kendisini savunamayacak durumda bulunduğunun tespiti somut olaya göre belirlenecektir. Küçüklerin suçun mağduru olduğu olaylarda yasadaki bu nitelikli halin uygulanması için küçüğün farik mümeyyiz olup olmadığı araştırılmaktadır.

TCK m. 149/2'ye göre; *"Yağma suçunun işlenmesi sırasında kasten yaralama suçunun neticesi sebebiyle ağırlaşmış hallerinin gerçekleşmesi durumunda, ayrıca kasten yaralama suçuna ilişkin hükümler uygulanır."* Bileşik bir suç olan yağma suçunun içinde unsur olarak bulunan diğer suçlardan dolayı ayrıca ceza verilmemesi temel kural olmakla birlikte daha fazla cezayı gerektiren nitelikli hal olarak sayılan *"kasten yaralama suçunun neticesi sebebiyle ağırlaşmış hallerinin gerçekleşmesi"* durumunda gerçek içtima hükümleri uygulanarak faile yağma suçundan ve kasten yaralama suçundan ceza verilecektir. Bu halin cezayı artırabilmesi için kullanılan cebir sonucunda mağdurda TCK m. 87'de sayılan hallerden birinin veya birkaçının meydana gelmiş olması aranacaktır. Bu sonuçlardan biri meydana gelmemiş, sadece kasten yaralama fiilinin normal neticesi mevcutsa faile yalnızca yağma suçundan ceza verilebilecektir (Dinç & Ruhi, 2018).

Yağma ve hırsızlık suçu birbirlerine benzeyen iki suç tipidir. Ancak bununla birlikte farklı noktaları yağma suçunda cebir, şiddet, tehdit eylemlerinin birlikte veya ayrı ayrı suçun unsuru olmasıdır. Yağma suçunda korunmaktaki hukuki yarar karma niteliktedir ancak hırsızlık suçunda mülkiyet hakkıdır. Yağma suçu, hırsızlık suçuna benzemenin yanında hırsızlık suçundan farklı yönü, malın alınması veya verilmesini temin için malın zilyedi üzerinde cebir veya tehdit eylemlerini de barındırmasıdır. Yağma suçuyla korunan hukuki değer olarak yalnızca malvarlığı değil, kişi özgürlüğü ve vücut dokunulmazlığı da ön plana çıkmaktadır. Buradan hareketle, malvarlığına karşı işlenen suçlar arasında yağma suçu, en tehlikelisi olarak kabul edilmektedir. (Demiç, 2014).

Yağma suçu gibi malvarlığına karşı işlenen suçlardan biri olan dolandırıcılık suçu TCK m. 157'de şu şekilde düzenlenmiştir; Bu iki suç açısından hareket unsuru temel farklılıktır. Dolandırıcılık suçunda fail; yarar elde etmek için hileye başvurmaktayken yağma suçunda ise mağduru kendisinin ya da yakınının hayatına, vücut veya cinsel dokunulmazlığına yönelik bir saldırı gerçekleştireceğinden ya da malvarlığı itibarıyla büyük bir zarara uğratacağından bahisle tehditle malı almaktadır. Korunan hukuki yarar olarak dolandırıcılık suçunda malvarlığı hakkının yanında kişinin irade özgürlüğü de söylenebilir. Dolandırıcılık suçunda fail, mağdurun iradesini etkilemektedir. Yağma suçunda ise tehdit kullanılması durumunda mağdurun irade özgürlüğü de etkileneceğinden her iki suç bu noktada birbirine benzemektedirler.

Yağma suçunda da diğer suç tiplerinde olduğu gibi adli bilimlerden yararlanılarak hukuka uygun şekilde delil toplanması ile soruşturma ve kovuşturma işlemlerinin tamamlanması adaletin tecellisi için önem taşımaktadır. Yargıtay uygulamasına göre de, sadece mağdurun beyanı yeterli olmamaktadır. Kamera kaydı, tanık beyanı, HTS kayıtları, mağdurun, şüphelinin ve diğer kişilerin beyanları, olay yeri inceleme tutanakları, yakalama zabıtları, hep birlikte değerlendirilerek kişinin suçu işleyip işlemediği saptanacaktır. Yağma suçlarının yargılaması niteliği gereği ağır ceza mahkemelerinin görev alanına girmektedir.

Değerlendirme

Suç ve ceza kavramları, toplumsal yaşamın sürdürülebilmesi için vazgeçilmez unsurlardır. Suç ve cezalar yasalarda açıkça düzenlenir ve suç olgusunun ortaya çıkması halinde suç işlediği iddia edilen kişiler hakkında kamusal güç kullanılarak ceza usul hukuku kuralları çerçevesinde yargılama yapılır. Ceza Hukukunu, failin kişiliğine göre değişebilen cezai sonuçlarla (müeyyidelerle) yasaklanan hukuka aykırı fiilleri (suçları) öngören hukuk normlarının bütünü olarak tanımlamak mümkündür. Söz konusu normlar doğrudan ceza yasası yasası içinde yer alabileceği gibi özel yasalarda da bulanabilir (Toroslu, 1994).

Yasada yazılı tipe uygun, hukuka aykırı, kusurlu hareket olarak tanımladığımız suç kavramının **kanunilik,** ilkesini suçta ve cezada kanunilik ilkesine uygunluk olarak özetleyebiliriz. Bu hali ile kıyas yolu ile suç ve ceza ihdas edilemeyeceğini de söyleyebiliriz.

Suçun **hukuka aykırılık unsurunu**, suç teşkil eden eylemin hukuk düzeninin koyduğu kurala aykırı olması şeklinde tanımlarsak, kanun koyucu herkesin anlayacağı şekilde yasada açıkça yer verdiği suçu hukuk düzenine aykırı olarak kanunda belirtmiş olmalıdır (Toroslu, 1994).

Suçta kamu düzenini sarsan sosyal bir zararın bulunduğunu kabul etmek gerekir. Bu zarar hukuken korunan kamusal veya özel nitelikteki bir menfaatin ihlalinden oluşur. (Toroslu, 1994).

Bütün suç tiplerinde bir fail olduğu gibi bir de **suçtan zarar gören** bulunmalıdır. Suçun hukuki konusu failin ihlal ettiği menfaattir. Bu kişi olabileceği gibi, kamu da olabilir (Toroslu, 1994).

Ceza hukukuna göre suçu işleyen kişi veya işlemesine azmettiren, yardım eden kişiler suçun failidir. Kanunlarda öngörülen suçların büyük bir çoğunluğu herhangi bir insan tarafından işlenebilirken, bazı suçlar ancak belirli kişiler tarafından işlenebilmektedir. Örneğin TCK'nun maddesinde düzenlenen zimmet suçunun işlenebilmesi için failin memur olması gerekmektedir. Herkes tarafından işlenmeyen bu suçlara " özgü suçlar " denir (Toroslu, 1994).

Bütün insanların ceza hukuku açısından suçun " **faili** " sayılması mümkün değildir. Buna mukabil suç işleyenin ceza hukuku dışında kalabileceği de söylenemez. Suç faili sayılabilmek için kanun bazı şartlar aramaktadır. Böylece cezai ehliyet kavramı ortaya çıkmıştır. Bu bir çeşit, suça hukuken elverişli sayılmak demektir (Erem, 1966).

Bir fiili işlediği sırada on iki yaşını doldurmamış olan çocukların ceza sorumluluğu yoktur. Bu kişiler hakkında ceza kovuşturması yapılamaz, ancak çocuklara özgü güvenlik tedbiri uygulanabilir. On iki yaşını doldurmuş olup on beş yaşını doldurmamış olanların ise ceza sorumluluğu ise fiilin hukukî anlam ve sonuçlarını

algılayabilme veya davranışlarını yönlendirebilme yeteneğinin yeterince gelişmiş olması şartına bağlanmıştır (TCK'nun 31.maddesi)

Kanun koyucu **hem sağır ve hem de dilsiz olmak halini ceza ehliyetine etkili bir sebep olarak nazara almıştır.** TCK'nun 33.maddesine göre 15 yaşını doldurmamış sağır ve dilsizlerin ceza sorumlulukları yoktur ve bu kişiler hakkında ceza kovuşturması yapılamaz.15 yaşını doldurmuş olup ta henüz 18 yaşını doldurmamış sağır ve dilsizlerin ise ceza sorumluluğu bu kişilerin isnat edilen fiilin hukukî anlam ve sonuçlarını algılayabilme veya davranışlarını yönlendirebilme yeteneğinin yeterince gelişmiş olması şartına bağlanmıştır.

Ceza Kanununa göre, **fiili işlediği zaman akıl hastalığına tutulmuş olan kimseye** ceza verilemez. Ancak, bu kimsenin serbest bırakılmasının tehlikeli olduğu mahkemece kabul edildiği takdirde, onun bir sağlık kurumunda tedavi edilmesi lazımdır. Sanığın akli durumu, ceza sorumluluğunu tamamen kaldıracak durumda değil de önemli derecede azaltacak nitelikte ise, cezalarda belli ölçüde indirim yapılır (Özer, 2021).

Geçici Nedenler, Alkol veya Uyuşturucu Madde Etkisinde Olma konusunu düzenleyen TCK'nun 34.maddesi uyarınca geçici bir nedenle ya da irade dışı alınan alkol veya uyuşturucunun etkisi ile işlediği fiilin hukuki anlam ve sonuçlarını algılayamayan veya bu fiille ilgili olarak davranışlarını yönlendirme yeteneği önemli ölçüde azalmış olan kişinin de ceza sorumluluğu bulunmamaktadır. Geçici nedenlere örnek olarak bir şoförün sevk ve idaresi altındaki araçla seyir halinde iken kalp krizi veya beyin kanaması geçirmesi sonucunda bilincini kaybederek araç üzerindeki hakimiyetini kaybetmesi ve trafik kazasına neden olması durumunu gösterebiliriz.

Ceza hukuku anlamında hukuka aykırı bir fiile, yani suçun varlığı için herşeyden önce yapma veya yapmama biçiminde bir davranışa gerek vardır. **Suçun maddi unsuru** olarak nitelendirdiğimiz bu eylem veya eylemsizlik olmadan suç düşünülemez. Çünkü suç kanunun bir emrinin ihlali olarak, eşyanın doğası gereği bir insan davranışıdır (Toroslu, 1994). Örneğin, TCK 86. maddesinde tanımlanan kasten yaralama suçunda başkasının vücuduna acı vermek veya sağlığının ya da algılamasının bozulmasına neden olmaktan bahsedilirken bu amaçla kişiye tokat atmak, saçını çekmek gibi eylemlerin suçun maddi unsurunu oluşturduğunu söyleyebiliriz.

Dış dünyada meydana gelen değişikliğin (sonucun) bir insana bağlanabilmesi için bu değişiklik o insanın davranışından kaynaklanmalıdır; bir başka deyişle bu ikisi arasında bir **nedensellik bağı** bulunmalıdır. Bu itibarla bir insan davranışı ile hiçbir ilişkisi bulunmayan bir dış değişiklik veya bu davranış olmasaydı dahi yine de gerçekleşecek olan bir olay, söz konusu davranışı yapanın eseri sayılamaz ve o kişiye yüklenemez (Toroslu, 1994).

Fiilin kusurlu bir irade tarafından yaratılmış olmasıdır ki, buna da kısaca kusurluluk denilmektedir. O halde, suçun meydana gelebilmesi için, failin kanundaki tanıma uygun ve hukuka aykırı olan fiile kusurlu iradesinin katılmış olması da gerekecektir. ¢ Kusurluluk kast veya taksir biçiminde ortaya çıkar. Kusurluluğun tipik biçimi olan kast, ‘‘kanunun suç saydığı bir eylemin ve onu meydana getirecek hareketin sonuçlarının bilerek ve istenerek yapılmasıdır’’ (Özer, 2021). Kusurluluğun ikinci türü olan taksir ise ‘‘ kanunun suç saydığı bir eylemin ve onu meydana getirecek hareketin sonuçlarının istenmeyerek yapılmasıdır ‘‘. Taksir kasttan sonucun istenmemiş olması ile ayrılır; yani fail, kastta kanunun cezalandırdığı sonuçların meydana gelmesini istediği halde, taksirde bunları istememiştir (Özer, 2021). Örneğin, bir kimsenin bir kimseyi bilerek ve isteyerek yaralaması eyleminde kast bulunduğu halde, trafik kazası yaparak tedbirsizlik ve dikkatsizlik sonucu bir yayanın yaralanmasına sebebiyet verilmesi halinde taksir vardır.

Ceza suç işleyen kimsenin ıslahını sağlamak için Devletin kanunla tespit ve hükümle tatbik ettiği tedbirlerdir (Erem, 1966). Cezanın sahip olması gereken özellikler şunlar olmalıdır.

Cezalar kanunda gösterilmiş olmalıdır. Suçtan evvel kanunda gösterilmemiş olan cezanın meşru surette tatbikine olanak yoktur. Suçluyu insanlar değil kanun cezalandırmalıdır.

Cezalar kanun ‘‘kanun önünde eşitlik ‘‘ prensibine uygun olarak uygulanmalıdır. Eskiden bazı sınıflara mensup kimselere (mesela asillere) bazı cezalar verilmezdi. Eşitlik kavramı her suçluya aynı cezanın verilmesi demek değildir. Böyle olursa cezanın ferdileştirilmesi imkansız hale gelir.

Anayasanın 38.maddesinde göre ‘‘ ceza sorumluluğu şahsidir. Yani ceza münhasıran kim suç işlemiş ise ona verilmelidir.

Adli işlemde hata imkansız değildir. Bu sebep cezanın neticelerinin kabili tamir olması lazımdır. Adli hata ender olsa dahi neticeleri vahim olur. Adli hata, vatandaşta uyandırdığı korku ile sosyal felakete halini olabilir. Bu pek çok suçun cezasız kalmasından doğacak felaketten daha büyüktür (Erem, 1966).

Anayasanın 14.maddesine göre ‘‘Kimseye işkence ve eziyet yapılamaz; kimse insan haysiyetiyle bağdaşmayan bir cezaya veya muameleye tabi tutulamaz ‘‘. Bu da cezada hümanizm ilkesi ile ifade edilebilir.

Ceza hukukunun temel prensiplerini anılan şekilde özetledikten sonra; ceza muhakemesinin temel kurallarına değinecek olursak;

Ceza muhakemesi hukuku, muhakemeyi, yani devlet organlarının ceza kanununun ihlal edilip edilmediğini ve ihlal edene ne ceza verileceğini belirlemeye yönelik faaliyetini düzenleyen hukuk koludur. Bu faaliyet başka kişilerin (tanık, bilirkişi, müdafi vs.) katılmasını da gerektirdiğinden, anılan süjelerin faaliyetlerini düzenleyen ve bunlar tarafından yapılan işlemlerin hukuki önemini belirleyen normlarda muhakeme hukukuna dahildir (Toroslu, 1994).

Ceza muhakemesinin nasıl yapılacağı hususundaki kurallar ile bu sürece katılan kişilerin hak, yetki ve yükümlülükleri 17/12/2004 tarihli, 25673 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 5271 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanununda düzenlenmiş, Kanununda sıkça tekrarlanan bir kısım hukuki terimler ikinci maddede açıklanmıştır.

Ceza muhakemesinin ilk basamağı ve 5271 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu'nun 157 ve devamı maddelerinde düzenlenen soruşturma evresidir. Soruşturma evresi Cumhuriyet Başsavcılığının bir suç işlendiği hususunda kendisine ihbarda ya da şikayette bulunulması ya da kolluk görevlileri, valilik, kaymakamlık, mahkeme gibi kurum ve kuruluşlara yapılan ihbar ve şikayetlerin Cumhuriyet Başsavcılığına gönderilmesi ile başlar.

Soruşturma evresini; Ceza Muhakemesinde, suçun oluşup oluşmadığı ve kamu davası açılarak kovuşturma evresine geçilip geçilmeyeceğine karar verildiği aşama olarak tarif edebiliriz. Soruşturma evresi suç şüphesinin öğrenilmesinden, iddia edilen suç hakkında kamu adına kovuşturmaya yer olmadığına ya da iddianamenin kabulü kararı verilmesine kadar geçen evredir.

CMK'nun 160/2 maddesi uyarınca herhangi bir suretle bir suç işlendiği izlenimini veren bir hali öğrenen Cumhuriyet Savcısı, maddi gerçeğin araştırılması ve adil bir yargılamanın yapılabilmesi için emrindeki adli kolluk görevlileri marifetiyle, şüphelinin lehine ve aleyhine olan delilleri toplayarak muhafaza altına almakla ve şüphelinin haklarını korumakla yükümlüdür.

CMK'nun 161.maddesinde yer aldığı üzere Cumhuriyet Savcısı doğrudan doğruya veya emrindeki adli kolluk görevlileri aracılığı ile her türlü araştırmayı yapabilir, kamu görevlilerinden bilgi isteyebilir. Bu bağlamda adli kolluk görevlileri Cumhuriyet Savcısının emirlerini gecikmeksizin yerine getirmek, kamu görevlileri ise soruşturma kapsamında ihtiyaç duyulan bilgi ve belgeleri temin etmekle yükümlüdürler.

Soruşturma evresi sonunda toplanan deliller, suçun işlendiği hususunda yeterli şüphe oluşturuyorsa Cumhuriyet Savcısı bir iddianame düzenler. İddianame görevli ve yetkili mahkemeye hitaben düzenlenir. İddianamenin taşıması gereken zorunlu unsurlar ve düzenleme şekli CMK'nun 170. ve devamı maddelerinde gösterilmiştir.

İddianamenin ulaştığı mahkeme, iddianamenin kanunda gösterilen unsurları taşıdığı kanaatine varması durumunda iddianameyi kabul eder ve soruşturma aşamasından kovuşturma aşamasına geçilmiş olur. Aksi halde mahkeme iddianamenin usulüne uygun düzenlenmediği gerekçesi ile eksiklik ve aykırılıkların tamamlanması için iddianameyi Cumhuriyet Başsavcılığına iade edebilir.

Soruşturma evresi sonunda, kamu davasının açılması için yeterli şüphe oluşturacak delil elde edilememesi veya kovuşturma olanağının bulunmaması hallerinde Cumhuriyet Savcısı ''kovuşturmaya yer olmadığına '' dair karar verebilir (CMK'nun 172.maddesi) Bu halde dava açılmadan soruşturma evresi tamamlanmış olur ve yeni bir delil meydana çıkmadıkça aynı eylemle ilgili kamu davası açılamaz.

İddianamenin kabulünden sonra yetkili ve görevli mahkeme CMK'nun 175 ve devamı maddeleri uyarınca duruşma günü belirler ve duruşmada hazır bulunması gereken kişileri davetiye ile çağırır (CMK'nun 175.maddesi).

İddianame CMK'nun 176.maddesi uyarınca sanığa duruşma günü ile birlikte tebliğ edilir. Duruşma genel ahlakın veya kamu güvenliğinin kesin olarak gerekli kıldığı haller dışında herkese açık olarak yapılır. (CMK'nun 182.maddesi) Duruşmada hükme katılacak hakimler ve Cumhuriyet Savcısı ile zabıt katibinin ve Kanunun zorunlu müdafiliği kabul ettiği hallerde müdafiin hazır bulunması şarttır (CMK'nun 188.maddesi).

CMK'nun 223.maddesi uyarınca yapılan yargılama sonunda bir kanaate varıldığında duruşmanın bittiği bildirilir ve huzurda bulunanlara hüküm tefhim edilir. CMK'nun 260.maddesi uyarınca hakim ve mahkeme kararlarına karşı Cumhuriyet Savcısı, şüpheli, sanık ve bu kanuna göre katılan sıfatını almış olanlar ile katılma isteği karara bağlanmamış, reddedilmiş, veya katılan sıfatını alabilecek surette suçtan zarar görmüş bulunanlar için kanun yolları açıktır.

Ceza, ceza muhakemesi hukuku ve adli bilimler hakkındaki kaynakları taradığımızda, geçmişte sanıktan delile gitme prensibinin yerini delilden sanığa ulaşma uygulamasına bıraktığının ifade edildiğini görmekteyiz. Günümüzde teknik ve teknolojik imkanların gelişmesi beraberinde suçla mücadele ve suçun aydınlatılması noktasında da daha etkin yöntemlerin kullanılmasını beraberinde getirmiştir. Sanıktan veya şüpheliden sanığa gitme, delil toplamada yetersiz kalınması sebebi ile suçların aydınlatılmasında sanığın ikrarını temel almaktadır. Bu şekilde sanığın suçu aydınlatması, kabullenmesi için zaman zaman hukuka aykırı yöntemlere de başvurulmasını temel alan bir yaklaşım olarak bilinmektedir. Delilden sanığa ulaşılması ise; suç ile ilgili parmak izi, kamera kaydı, telefon dinleme kayıtları gibi tüm delillerin beyanlarla birlikte değerlendirilmesi ile sonuca gidilmesi, olayın aydınlatılmasını sağlamaktadır. Sanıktan delile ulaşmanın engellenmesi adli bilimlerin gelişmesi yanında anayasa, ceza ve ceza muhakemesi hükümlerinin de anılan yöntemi bünyesinde barındırmasına bağlıdır. Bu bağlamda hukukumuzda da; Anayasamızın 38/6, CMK'nun 217/2 ve 206 maddelerindeki açık düzenleme uyarınca, maddi gerçeğe ulaşmak amacı ile de olsa hukuka aykırı olarak elde edilmiş bulgular delil olarak kabul edilmemektedir. Ceza hukuku ve ceza muhakemesi hukukunun adli bilimler ile bağlantısı hukuka uygun delil elde edilmesi ve delillerin değerlendirilmesi açısından da önem taşımaktadır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that there are no competing interests

Kaynaklar

Akça, K. (2015). Anayasa Mahkemesi kararlarında mülkiyet hakkı, *İnönü Üniversitesi Hukuk*

Fakültesi Dergisi, Cilt:1, (Özel Sayı).

Ceylan, B. (2008). *Ülkemizde olay yeri inceleme uygulamalarına genel bakış ve mevcut sistemin değerlendirilmesi,* [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi].

Çakmakkaya, B.Y; Batur, N. & Akpınar, T. (2019). Adli soruşturma hizmetlerinde toplam kalite yönetimi, *Sosyal bilimler araştırma dergisi, Cilt:8*, (1), 128-141.

Değirmenci, O. (2020). Adli bilişimde önceliklendirme (triyaj) yönteminin Ceza Muhakemesi

Hukuku açısından değerlendirilmesi, *Bilişim hukuku dergisi, Cilt 2*, (1), 47 - 79.

Demiç, M. (2014). *Yağma suçu*, , [Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi].

Dinç, Y.M. & Ruhi, M.E. (2018). Türk Ceza Kanununda yağma suçu, *Erzincan üniversitesi sosyal bilimler enstitüsü dergisi* (ERZSOSDE) XI-II: 86-100.

Erem, F. (1966). Türk Ceza Hukuku. Ajans Türk matbaası.

Eşitli, A.E. (2013). Suçların ve cezaların kanuniliği ilkesi, *Barolar birliği dergisi*, (106).

Göktürk, N.; Özgenç, İ. & Üzülmez, İ. (2012). Ceza Hukukuna Giriş, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 247.

Güngör, A. (2018). *2013-2017 yılları arasında korozif madde alımı nedeniyle acil servise başvuran olguların adli tıp açısından değerlendirilmesi*, [Uzmanlık Tezi, On dokuz Mayıs Üniversitesi].

Özer, U. (2021, Şubat 2). Hukukun temel kavramları, http://web.hitit.edu.tr/dosyalar/duyurular/ugurozer@hititedutr301020178B5M7W8Y.p df

Polat, M.Ö. (2020). *2017-2019 yılları arasında Trakya Üniversitesi hastanesi acil servisine başvuran trafik kazası olgularının adli tıp açısından değerlendirilmesi,* [Uzmanlık Tezi, Trakya Üniversitesi]. Somuncu, K. (2019). *Türkiye'de hukuk devleti ve yargı bağımsızlığı*, [Yüksek Lisans Tezi, T.C. Uludağ Üniversitesi].

Taylan, M. (1974). Hukuk Devleti sempozyumu, İzmir Barosu.

Toksarı, K. (2010). *Türk hukukunda şüpheli ve sanık hakları*, [Yüksek Lisans Tezi, T.C. Erciyes Üniversitesi].

Toroslu, N. (1994). Ceza hukuku. Savaş yayınları.

Sözcü, (2015, Nisan 2). 18 yıl sonra gelen baklava adaleti,

https://www.sozcu.com.tr/2015/gunun-icinden/18-yil-sonra-gelen-baklava-adaleti- 810902/

Yazıcıoğlu, R.Y. (2013). Hırsızlık suçunun malvarlığına karşı işlenen bazı benzer suçlardan ayrımı,

Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, Cilt 19, (2), 757 - 796.

Yargıtay 2.CD'nin 2014/18497 E.- 2013/136489 K. Sayılı, 08.12.2015 tarihli kararı.

Yılmaz, E. (2005). *Hukuk Sözlüğü*. Yetkin Yayınları


IUC
UNIVERSITY
PRESS