BÜTÜNLEŞİK AYDINLATMA UYGULAMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ; İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ K BLOK KULE BİNASI

Nahid Babaei[1], Semih Göksel Yıldırım[2]

[1] İstanbul Gelişim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, nahidbabaei3@gmail.com
[2] İstanbul Gelişim Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye, sgyildirim@gelisim.edu.tr

Bu çalışmada, İstanbul Gelişim Üniversitesi K Blok Kule Binası 18. kattaki ofis katında gerçekleştirilen mekânsal dönüşüm sürecinde bütünleşik aydınlatma yaklaşımı incelenmektedir. Açık ofis planı (PLT 1) ile grup ofisi / ortak çalışma alanı düzeni (PLT 2) karşılaştırılarak doğal ve yapay ışığın etkileşimi, görsel konfor ve enerji verimliliği açısından değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında önce ofislerde konforu belirleyen aydınlık düzeyi, parıltı, renk, yüzey yansıtma oranları ve camların görünür ışık geçirgenliği gibi parametreler literatür temelinde ele alınmıştır. Ardından, yenilenen otomasyon sistemine entegre edilen hareket ve fotosel sensörleri ile zonlama prensiplerine dayalı tavan aydınlatma düzeni açıklanmıştır. Bilgisayar ortamında gerçekleştirilen günışığı faktörü (DF) ve farklı tarihler için aydınlık düzeyi simülasyonlarıyla iki plan tipinin performansları karşılaştırılmıştır. Özellikle Aralık ayında doğal aydınlatmanın yetersiz kaldığı ve gerekli en az aydınlık koşulunu sağlamak için yapay aydınlatma desteğinin zorunlu olduğu belirlenmiştir. Fotosel kontrollü sistem, yalnızca gerekli olduğunda devreye girerek gereksiz enerji tüketimini azaltmakta ve ofislerde uygun aydınlatma koşullarını desteklemektedir. Bulgular, sürdürülebilir ofis tasarımında doğal ve yapay aydınlatmanın dengeli entegrasyonunun önemini vurgulamakta ve sonraki ışıklılık analizleri için bir temel oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bütünleşik Aydınlatma, Ofis Aydınlatması, Günışığı Simülasyonu, Enerji Verimliliği.

Assessment of the Integrated Lighting System: Istanbul Gelisim University, Block K Tower Building

In this study, an integrated lighting approach is examined within the spatial transformation process of the 18th-floor office level of the Block K Tower Building at Istanbul Gelisim University. The open-plan office layout (PLT 1) and the group office / co-working layout (PLT 2) are compared and evaluated in terms of the interaction of natural and artificial light, visual comfort, and energy efficiency. Within the scope of the study, parameters that determine comfort in offices—such as illuminance level, luminance, colour, surface reflectance ratios, and the visible light transmittance of glazing—are first addressed based on the literature. Subsequently, the ceiling lighting scheme, designed according to zoning principles and integrated with motion and photosensor controls in the renewed automation system, is described. Using computer software and illuminance level simulations for different dates are carried out to compare the performance of the two plan types. The results indicate that natural lighting is particularly insufficient in December, making artificial lighting support essential to meet the minimum required illuminance. The photosensor-controlled system reduces unnecessary energy consumption by operating only when needed and supports appropriate lighting conditions in the offices. The findings highlight the importance of the balanced integration of natural and artificial lighting in sustainable office design and provide a basis for subsequent luminance analyses.

Keywords: Integrated Lighting, Office Lighting, Daylight Simulation, Energy Efficiency.

1. GİRİŞ

Günümüz mimarisinde aydınlatma, yalnızca mekânın temel ışık gereksinimlerini karşılamakla kalmayıp, kullanıcı sağlığı, konforu ve performansını artıran bir tasarım aracı olarak da ele alınmaktadır. Ofis çalışanlarının yaşamlarının büyük bir kısmı çalışma ortamlarında geçmektedir ve araştırmalar, ofis aydınlatmasının işlevsel rolünün yanı sıra çalışanların sağlık ve konforu ve verimliliği üzerinde önemli etkiler yarattığını göstermektedir [1, 2]. Doğal ışığın maksimum düzeyde kullanımı, hem insan sağlığı ve performansı üzerinde olumlu etkiler sağlamakta hem de enerji tasarrufuna katkıda bulunmaktadır.

Günümüzde, kullanıcı ihtiyaçlarına duyarlı ve enerji verimliliğini artıran gelişmiş teknolojiler, aydınlatma tasarımında ön planda tutulmaktadır. Işık ve hareket sensörleri sayesinde otomatik aydınlatma sistemleri, mekân kullanımına bağlı olarak ışığın yoğunluğu ve rengi optimize edilebilmektedir [3, 4]. Bu sistemler, enerji tüketimini azaltmanın ayrıca yapay aydınlatmanın renk ve yoğunluk açısından doğal ışığa benzemesi sağlanarak görsel konforu artırmaktadır [5, 6]. Ek olarak, mekânlarda aydınlatmanın miktarı ve zamanlaması bina otomasyonu ile kontrol edilerek kullanıcı ihtiyaçlarına göre kişiselleştirme yapılabilmektedir [7]. Aydınlatmanın mekânsal ihtiyaçlara göre bölümlenmesi çevresel kaliteyi ve kullanıcı deneyimini geliştirmekte, sensörlerle doğal ve yapay ışığın bütünleştirilmesi ise önemli enerji tasarrufları sağlamaktadır [8, 9]. Görev aydınlatması çalışanların odaklanmasını desteklerken, genel ortam aydınlatması ortak alanlarda eşit ışık dağılımı sağlanmaktadır [10, 11]. Bu teknolojik çözümler, enerji tasarrufu sağlamanın ve kişiselleştirilmiş aydınlatma seçenekleri ile kullanıcı memnuniyetini artırmaktadır [5, 6, 12].

2. LITERATÜR TARAMASI

Aydınlatma, çalışma ortamında sağlık ve görsel konforu destekleyen önemli bir tasarım unsuru olarak ele alınmaktadır. Yapılan işin türüne bağlı olarak minimum aydınlık düzeyi değişmektedir [13]. Görsel konfor, ışığın miktarına ve kalitesine verilen öznel yanıt ile belirlenmekte ve gerekli seviyenin dışında kalan ışık rahatsızlık yaratabilmektedir [14]. Görsel konfor değerleri EN 12464-1, CIE ve IES standartlarında belirtilmiş olup [15, 16], entegre aydınlatma değerlendirmesinde ilgili parametrelerin incelenmesi gerekmektedir. Ofis ortamında görsel konforu etkileyen faktörlerin analiz edilmesi, saha çalışmasının kapsamını ve sınırlarını belirlemeye yardımcı olmaktadır.

2.1. Ofislerde Görsel Konforu Etkileyen Faktörler

Görsel konforu etkileyen başlıca faktörler aydınlık düzeyi, ışıklılık ve renktir [17]. Uluslararası standartlara göre ofislerde minimum aydınlık düzeyi 300 lüks olmalıdır [15]. Ofislerde konforlu aydınlatmanın çalışan performansını artırdığı kabul edilmektedir. Ortam ve görev aydınlatması eşzamanlı kullanıldığında, çalışma alanı dışındaki ortalama aydınlık düzeyi, çalışma alanının en az yarısı kadar olmalıdır ve koridor aydınlığı ofis ortalaması ile belirli bir oranda korunmalıdır [18]. Aydınlık düzeyinin görsel alanda eşit dağılımı, görsel konfor için kritik öneme sahiptir [19]. Eşitlik faktörünü etkileyen parametreler, ölçülen en düşük aydınlık düzeyi ve ölçümlerin ortalamasıdır [13]. İç mekânlarda parlaklığın yüzeyler üzerindeki dağılımı, görsel konfor için önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Işıklılık dağılımının olumsuz etkilerini azaltmak ve görsel algıyı destekleyen bir ortam yaratmak için, görsel alandaki yüzey ve nesneler arasındaki belirli oranların standart sınırlar içinde tutulması gerekmektedir [20, 21]. Her yüzeyin ışık yansıtma oranı malzeme özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Yüksek yansıma ışıklılığı artırırken, düşük yansıma ışıklılığı azaltmaktadır. Bu durum, mekân içi aydınlık dağılımını etkilemektedir [22]. Cam sistemlerinden geçen görünür ışık miktarı (VLT) düşük olduğunda ışıklılık kontrolü sağlanmakta, yüksek olduğunda ise doğal aydınlatma

korunmaktadır. VLT, cam kaplamaları, renkli cam ve cam kalınlığı ile etkilenmektedir [23–24].

Mimari tasarımda ofisler; geleneksel (hücre tipi), açık plan ve grup ofisleri (ortak çalışma alanları) olarak sınıflandırılmaktadır. Bu tipler arasındaki tasarım farklılıkları yapay aydınlatma çözümlerini de etkilemektedir. Açık plan ofislerde dolaşım alanları gereksiz şekilde fazla aydınlatılabildiği için ortam ve görev aydınlatmasının birlikte kullanılması önerilmektedir. Daha küçük mekânlara sahip geleneksel ofislerde ise genel aydınlatmanın yeterli olabileceği belirtilmektedir.

Ofis aydınlatmasında görsel konfor koşullarının üç temel boyutunu ve bunlara ait değerlendirme indeksleri ortaya koymaktadır. Aydınlık düzeyi, en az gerekli aydınlık miktarı (lüks) ve düzgünlük oranı (U_0) ile ölçülmektedir. Işıklılık, mekânda kullanılan yüzey yansıtma oranları (ρ) ve cam yüzeyler için görünür ışık geçirgenliği (VLT) üzerinden değerlendirilmektedir. Renk faktörü ise ışıklılığını ifade eden birleşik kamaşma indeksi (UGR) ve renk geriverim indeksi (CRI) ile analiz edilmektedir. Bu parametreler, aydınlatma tasarımında görsel konforun sağlanması için temel kriterleri oluşturmaktadır. Her indeks ayrı değerlendirme gerektirmektedir. Saha çalışmalarında tüm parametrelerin eşzamanlı incelenmesi yerine, aydınlık düzeyine öncelik verilmesi ve bilgisayar simülasyonlarının kullanılması daha uygun görülmektedir. Ayrıca, örnek analizlere ışıklılık değerlendirmesinin de dâhil edilmesi önerilmektedir.

2.2. Bütünleşik Aydınlatma Tanımları

Doğal ve yapay aydınlatmanın birlikte kullanımı bütünleşik aydınlatma olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım, yalnızca yapay aydınlatmanın kullanıldığı gün batımı sonrası dönemi hariç tutarak, gün içinde mekânların aktif olarak kullanıldığı saatleri kapsamaktadır. Uygulamalar genellikle kamu binaları ve ofislerde görülmekle birlikte konutlarda da uygulanabilmektedir. Bu çalışmada odak noktası, ofislerin gündüz çalışma saatlerinde doğal aydınlatma ile minimum aydınlık düzeyinin sağlanması, yetersiz kaldığında ise yapay aydınlatma ile desteklenmesidir.

Kontrol edilebilirlik, hedefler ve karşılaşılan zorluklar açısından doğal ve yapay ışık kaynaklarını karşılaştırmaktadır. Doğal aydınlatma iklime bağlı olarak dinamik bir yapıya sahip olup, kontrolü gölgeleme elemanlarıyla sınırlı ve zordur; belirlenen eşik değerinin (örneğin DF %2–5 aralığı) üstünde veya altında sonuçlar verebilmektedir. Buna karşın yapay aydınlatma statik bir sistemdir ve manuel ya da otomatik kontrol, sensörler veya bölgelere ayırma yöntemiyle kolayca yönetilebilmektedir. Hedefi, doğal ışığın yetersiz kaldığı durumlarda minimum aydınlık düzeyini desteklemektir. Ancak manuel sistemlerin verimsizliği nedeniyle bina otomasyon sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Doğal ışığı desteklemek için kullanılan yapay aydınlatma, sürekli bir ışık kaynağı sağlamaktadır. Mekâna yerleştirilen ışık sensörleri, günün saati ve gökyüzü koşullarına bağlı olarak doğal ışığa ilişkin değişken parametreleri anlık olarak ölçmektedir. Yapay aydınlatmanın düzeyi ışık karartma ile ayarlanabilmekte, ayrıca zonlama sayesinde hangi alanlarda ne kadar ve ne zaman kullanılacağı kontrol altına alınabilmektedir. Kontrol sürecinde manuel ve otomatik sistemler öne çıkmakta olup, manuel kontrol anlık ölçüm ve hızlı müdahale imkânı sağlamadığından otomatik sisteme kıyasla daha az etkilidir. Bu çalışmada, otomatik kontrol sistemleri arasından merkezi otomasyon, varlık sensörleri ve fotosel sensörler ele alınmaktadır [3, 4, 8].

3. Örnek Bir Ofiste Entegre Aydınlatma Uygulamalarının Değerlendirilmesi

Analiz edilen yapı İstanbul'da yer almakta ve otuz katlıdır. 1998 yılında ofis binası olarak inşa edilmiş, ancak 2010'ların sonlarında mülkiyet değişikliği sonrası üniversite kullanımı için dönüştürülmüştür (Şekil 1). Bu dönüşüm, mekân düzeninde değişikliklerin yapılmasını gerekli kılmış ve yapı eğitim ile ofis işlevlerini bir arada barındıran karma kullanımlı bir yapıya dönüştürülmüştür. İç tasarım yeniden düzenlenmiş ve bazı açık ofisler geleneksel ofis veya küçük ortak çalışma alanlarına çevrilmiştir. 18. kattaki eski ofis düzeni bu çalışmada PLT 1, yeni düzen ise PLT 2 olarak adlandırılmaktadır. PLT 1 açık ofis konfigürasyonunu, PLT 2 ise küçük ortak çalışma alanlarını temsil etmektedir. PLT 2'de bölünmüş ofisler, birden fazla akademisyenin birlikte çalışabileceği paylaşımlı alanlar olarak tasarlanmaktadır. PLT 1'de dört geleneksel ofis ve bir büyük açık ofis bulunurken, PLT 2'de açık ofis on dört küçük ortak çalışma alanına dönüştürülmüştür (Tablo 1).



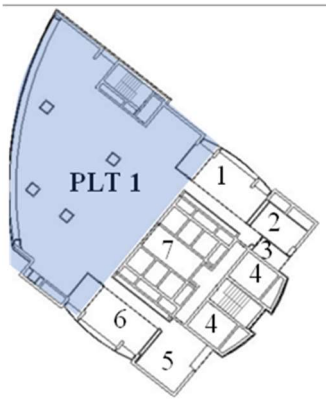
Şekil 1. Solda: K Blok Kule (Google Earth, 2025); Ortada: Binanın genel görünümü; Sağda: Renovasyon öncesi 18. kat (İstanbul Gelişim Üniversitesi Yapı İşleri Daire Başkanlığı).

Önceki otomasyon sisteminde, kule binasının üç katındaki tavan aydınlatmaları eş zamanlı olarak kontrol edilmekteydi. Bu yaklaşım, binanın aydınlatması için aşırı enerji tüketimine neden olmaktaydı. Ayrıca, üç katın aydınlatmasının birlikte yönetilmesi, kullanılabilirlik açısından zorluklar yaratmaktaydı. Sürdürülebilir bir kampüs oluşturmayı hedefleyen üniversite için, kule binasının her katındaki tavan aydınlatmasının ayrı ayrı kontrol edilmesi enerji maliyetlerinin azaltılması ve kullanıcı konforunun artırılması açısından zorunlu hale gelmiştir. Bu nedenle mevcut otomasyon sistemi güncellenmiştir. Yeni aydınlatma kontrol sistemine hareket ve fotosel sensörleri entegre edilmiştir ve otomatik bir aydınlatma çözümü oluşturulmuştur. Ayrıca, sistem tasarımında bölgelere ayırma (zoning) yaklaşımı uygulanmıştır. K Blok Kule'nin dış cephesinde giydirme cephe sistemi kullanılmaktadır. Doğal ışığın ana kaynağı, yay formunda tasarlanmış yan pencere ile sağlanmaktadır. Spandrel bölümler kiriş ve parapeti örtmektedir; parapetin altında ise dolaplar ve radyatörler bulunmaktadır. Gri-mavi cam yüzeyler gökyüzü rengi ile uyum sağlamakta ve ışık geçirgenliğini optimize etmektedir. Bu projede giydirme cephedeki cam yüzeyler için %85 VLT değeri öngörülmektedir, bu da ofislerde aydınlık ve konforlu bir ortam oluşturmaktadır. Şekil 2'de cephe sisteminin iç mekân görünümü gösterilmektedir.



Şekil 2. Sol tarafta, projede 18. katta kullanılan giydirme cephenin iç mekân görünümü yer almaktadır. Orta ve sağ kısımlarda ise ofislerde kullanılan stor perdeler görülmektedir. (Fotoğraf: Nahid Babaei)

Tablo 1. K Blok Kule'nin 18. katındaki PLT 1 ve PLT 2 plan tipleri ile mekânsal kullanımı (Planlar İstanbul Gelişim Üniversitesi Yapı İşleri Daire Başkanlığı'ndan elde edilmiştir; tablo birinci yazarın tezinden uyarlanmıştır).

PLT1	PLT2		
		**1**	Akademik ofis
		2	Akademik ofis
		3	Mutfak
		4	Wc
		5	Akademik ofis
		6	Akademik ofis
		7	Asansör girişi
		PLT1	Açık ofis
		PLT2	Hücresel Ofisler

Doğal aydınlatma kontrolünde manuel ve otomatik perdeler kullanılabilmektedir. Otomatik sistemlerde fotosel sensörleriyle ışık şiddeti algılanmakta ve perdeler buna göre ayarlanmaktadır. Manuel perdeler ise kullanıcı müdahalesi gerektirmekte ve yüksek yoğunluklu alanlarda sorunlar yaratabilmektedir. Plan revizyonu sırasında, ofislerin küçültülmesi ve her mekândaki kullanıcı sayısının azaltılmasıyla bu sorunlar azaltılmıştır. PLT 2 plan tipinde ofis bölme duvarları şeffaf camdan oluşturulmuş olup, cam yüzeylere mat folyo uygulanmıştır. Bu bölmeler mekânın tam yüksekliğine kadar uzanmaktadır. Bu tasarım, yapay aydınlatmanın güncellenmesiyle birlikte, tavandan sağlanan havalandırma için bölmelerin oluşturulmasını da kapsayan otomasyon sistemi yenileme sürecinde tercih edilmiştir. Böylece ofislerde iç hava kontrolünün ayrılması sağlanmaktadır. Ancak bu konu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmaktadır. İç cam bölmelere uygulanan mat folyo, ortalama insan göz hizasına kadar yerleştirilmiş, üst kısım şeffaf bırakılarak ışık geçirgenliği en üst düzeye çıkarılmaktadır.

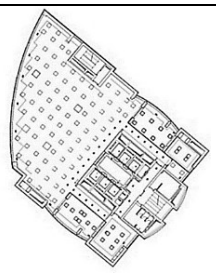
Buzlu camın VLT değeri %30–%90 arasında değişmektedir; düşük değerler mahremiyeti artırırken ışık geçirgenliğini azaltmakta, yüksek değerler ise ışığı artırmakta fakat mahremiyeti düşürmektedir. Bu çalışmada %85 VLT değerine sahip mat cam seçilmiş olup, ofiste yeterli mahremiyet sağlarken doğal ışığın verimli geçişi sağlanmaktadır. Yapay aydınlatma PLT 1 ve PLT 2 arasında tavan tasarımı, kontrol sistemleri ve sensör kullanımı açısından karşılaştırılmıştır. Doğal aydınlatma performansı bilgisayar simülasyonları aracılığıyla incelenmiş ve PLT 2'den seçilen grup ofisi / ortak çalışma alanının analizi sunulmuştur.

3.1. Yapay Aydınlatma ile İlgili Bulgular

PLT 1 planında açık ofislerde genel aydınlatma uygulanmakta, alanlar arasında ayrım yapılmamaktadır. PLT 2'de ise grup ofisi / ortak çalışma alanları tasarlanmış, yapay aydınlatma on beş bölgeye ayrılmış ve tavan aydınlatma şeması yeniden düzenlenmiştir. Otomasyon sistemi yenilenmiş, varlık ve aydınlık sensörleri ile doğal ve yapay aydınlatma entegrasyonu sağlanmıştır. Her ofise bağımsız manuel kontrol ünitesi eklenmiş, gereksiz enerji tüketimi azaltılmakta ve kullanıcı konforu artırılmaktadır. PLT 2 planında tavan armatürleri ofislerin gereksinimlerine göre yeniden tasarlanmış ve optimize edilmiştir, böylece görsel konfor ve enerji verimliliği arttırılmaktadır. Her ofise duvar anahtarı eklenmiş ve fotosel sensörü ile doğal ışığa bağlı otomatik kontrol sağlanmaktadır. Grup ofislerinde aydınlatma hem manuel hem otomatik olarak kontrol edilebilmektedir, gereksiz enerji tüketimi azaltılmaktadır (Tablo 2). PLT 2 planında her ofis iki aydınlatma bölgesine ayrılmakta; pencere kenarındaki ve iç mekân armatürleri doğal ışık seviyesine göre otomatik olarak kontrol edilmektedir. Minimum 300 lüks

eşiği baz alınarak ışıklar açılıp kapanmakta, böylece enerji verimliliği arttırılmakta ve göz yorgunluğu önlenmektedir. Sistem hem otomatik hem manuel kontrol sağlamaktadır, kullanıcı konforu arttırılmaktadır.

Tablo 2. PLT 1 ve PLT 2 planlarında yapay aydınlatma için tavan armatürlerinin yerleşimi (Planlar İstanbul Gelişim Üniversitesi Yapı İşleri Daire Başkanlığı'ndan elde edilmiştir). Duvar anahtarı ile yapay aydınlatma kontrolü (Orta) ve anahtar kontrol modlarının gösterimi (sol). (Fotoğraf: Nahid Babaei; tablo birinci yazarın tezinden uyarlanmıştır.)

PLT1	PLT2		Anahtar Seçenekleri	Fonksiyon
			1	Açık/Kapalı
			2	Fotosel sensor
			3	Bölge değiştirme
			4	Aydınlık düzeyi ayarı
			∧∨	Manual parlaklık düzeyi ayarı

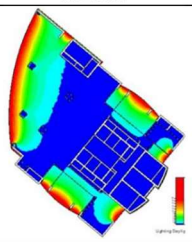
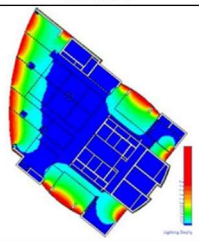
3.2 Doğal Aydınlatma Analizleri

PLT 1 ve PLT 2 planlarının doğal aydınlatma performansı simülasyonlarla değerlendirilmiştir. PLT 1'de açık ofislerde gün ışığı dağılımı ve homojenliği analiz edilmiştir, PLT 2'de ise ofisler grup ofisi / ortak çalışma alanına dönüştürülerek DF ve aydınlık düzeyleri incelenmiştir. Ofisler bağımsız zonlara ayrıldığından performans her iki plan için karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Simülasyonlar, gün ışığının verimli kullanımı, yapay aydınlatma gereksinimi ve görsel konforu değerlendirmek amacıyla uygulanmaktadır.

3.2.1 Günışığı Faktörü (DF) Analizi

PLT 1 ve PLT 2 planlarında DF analizleri yapılmıştır. PLT 1'de ADF %3, PLT 2'de %2,8 olarak hesaplanmıştır. PLT 2'de ADF'nin daha düşük olması, buzlu cam bölmeler nedeniyle doğal ışık seviyesinin azalması ile ilişkilendirilmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Farklı plan düzenlerinde DF analizi sonuçlarının karşılaştırılması; DF Analizi Verilerinin Karşılaştırılması (Tablo birinci yazarın tezinden uyarlanmıştır).

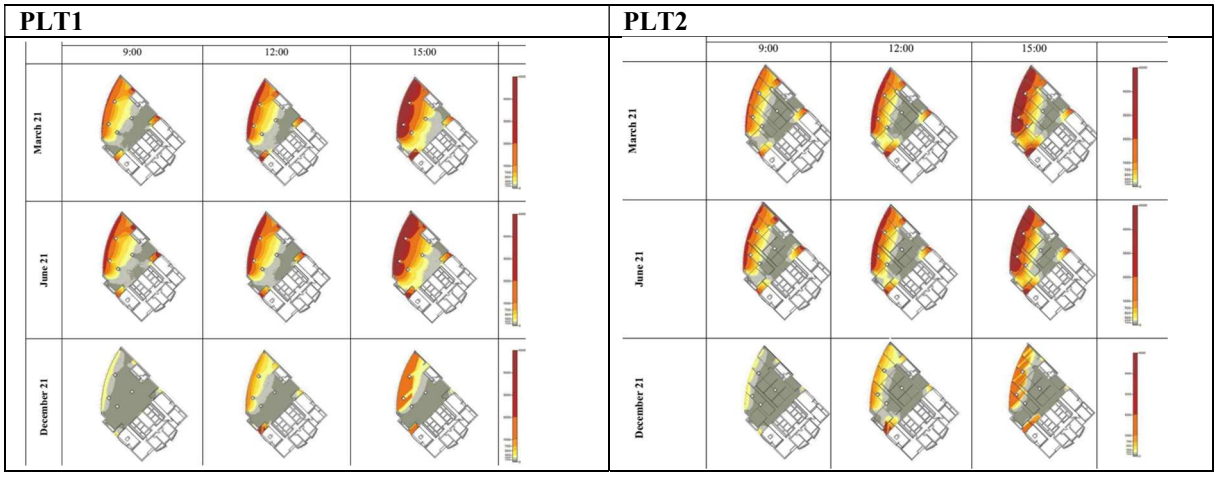
PLT1	PLT2	
		

***	ADF	Eşik değeri		
		Dahilinde	Üstünde	Altında
PLT1	%3	%15	%18	%67
PLT2	%2,8	%13	%17	%70

3.2.2 Aydınlık Düzeyi (lüks) Analizleri

PLT 1 ve PLT 2 planlarında aydınlık seviyeleri analiz edilmiştir. 21 Mart, 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde farklı saatlerde yapılan simülasyonlarla gün ışığındaki değişimler ve gölgeli alan dağılımları değerlendirilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. PLT 1 ve PLT2 planında doğal aydınlatma için aydınlık seviyesi analizi (lüks) (Tablo birinci yazarın tezinden uyarlanmıştır).

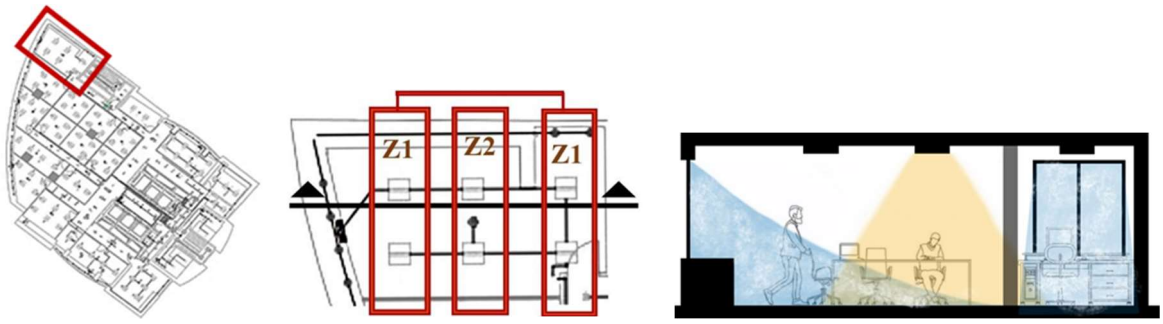


Autodesk Revit yazılımında yapılan aydınlatma analizlerinde "Perez All-Weather Sky" gökyüzü modeli kullanılmaktadır. Bu model, tüm hava koşullarını kapsayan gerçekçi bir ışık dağılımı sağladığı için doğal aydınlatma analizlerinde güvenilir sonuçlar vermektedir. PLT 1'de ışık daha homojen dağıtılmakta ve pencereye uzak alanlara ulaşabilmektedir. PLT 2'de ise cam bölmeler ışık akışını kısmen engellemekte, mekân içindeki dağılımı düzensizleştirmekte ve yapay aydınlatmaya olan bağımlılığı artırmaktadır. Görsel konfor, ofis çalışanlarının verimliliği ve refahı açısından kritik bir faktördür. PLT 1'de büyük pencereler ve derin açık ofis alanları daha fazla kamaşma oluşturabilmektedir, PLT 2'de ise grup ofisi / ortak çalışma alanındaki daha küçük pencereler ışıklılık seviyesini sınırlamaktadır. Kullanıcı konforunu sağlamak için detaylı ışıklılık analizlerinin ayrı ayrı yapılması ve gün ışığı kontrol stratejilerinin uygulanması gerekmektedir. Her iki plan düzeninde, pencerelere yakın alanlarda yüksek aydınlık ve parlama gözlemlenmektedir, bu nedenle stor perdeler ve aydınlatma kontrol stratejileri önerilmektedir. Aralık ayında doğal ışık seviyeleri düşmekte ve yapay aydınlatmaya bağımlılık artmaktadır. PLT 1'de hedef eşik değer içindeki alan oranı %45,70, PLT 2'de ise %41,85 olarak belirlenmiştir, bu da PLT 2'de daha fazla yapay aydınlatma gereksinimi olduğunu göstermektedir.

3.2.3 Grup Ofisi / Ortak Çalışma Alanı Analiz ve Değerlendirmeleri

PLT 2'deki bağımsız bir ofis, doğal ve yapay aydınlatmanın entegrasyonu açısından analiz edilmektedir. Bu ofis, doğal ve yapay aydınlatmanın birlikte değerlendirilebilmesine uygun konumu nedeniyle seçilmiştir. Kuzeybatı ve kuzeydoğu yönlü pencerelerin gün ışığı dağılımı üzerindeki etkisinin belirgin olması, aralık ayında gün ışığı düzeylerinin düşük bulunması ve bu nedenle yapay aydınlatma ihtiyacının artması analiz açısından önemli bir örnek teşkil etmektedir. Ofiste kullanılan fotosel sensörünün, yeterli doğal ışık mevcut olduğunda yapay aydınlatmayı otomatik olarak kapatmakta, ışık seviyesi düştüğünde ise sistemi aktif hale getirmekte olduğu saptanmaktadır. Yapay aydınlatma için üç sıra halinde ikili olarak yerleştirilmiş altı adet kare armatürlerin kullanılmakta olduğu ve bu armatürlerin manuel olarak ya da hareket sensörü ile fotosel aracılığıyla kontrol edildiği görülmektedir.

Doğal ışığın minimal olduğu alanlarda bu düzenlemenin, çalışma alanında görsel konforu artırmakta, gereksiz enerji tüketimini azaltarak verimliliği yükseltmekte olduğu ifade edilmektedir. Hem doğal hem de yapay aydınlatmanın kullanımının optimize edilmesiyle yalnızca kullanıcı deneyiminin iyileştirilmekte olmadığı, aynı zamanda enerji verimliliğinin desteklenmekte ve sürdürülebilirliğe katkı sağlanmakta olduğu ortaya konulmaktadır.



Şekil 3: Örnek ofis mekanının yeri (solda), Hücresel ofiste tavan aydınlatması için zonlama: Grup ofis / ortak çalışma alanının planı ortada, kesiti ise sağda gösterilmektedir (Şekil, birinci yazarın tezinden alınmıştır).

4. SONUÇLAR

Yapılan analizler, örnek ofisin doğal ve yapay aydınlatma etkileşimi açısından önemli veriler sunduğunu ortaya koymuştur. Kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlü pencereler sayesinde günün farklı saatlerinde farklı düzeylerde günışığı sağlanabilmektedir. Ancak özellikle aralık ayında, doğal aydınlatmanın tek başına yeterli olmadığı ve yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir. Fotosel ve hareket sensörleriyle entegre edilen sistem, günışığı düzeyine göre yapay aydınlatmayı otomatik olarak kontrol ederek hem enerji tasarrufu sağlamakta hem de çalışma alanında optimum görsel konfor koşullarını oluşturmaktadır. Bu durum, sürdürülebilir bina tasarımında doğal ve yapay aydınlatmanın dengeli entegrasyonunun önemini bir kez daha göstermektedir.

Ofis ortamlarında görsel konforun artırılabilmesi için doğal ve yapay ışığın çeşitli teknoloji ve yöntemlerle entegre edilebilmekte olduğu ortaya konulmaktadır. Günün saatine ve mevsimsel değişimlere göre ayarlanabilen dinamik sistemler sayesinde uygun aydınlatma sağlanabilmekte, fotoseller ve hareket sensörleri aracılığıyla gereksiz enerji tüketimi en aza indirilebilmekte ve yalnızca kullanılan alanların aydınlatılması mümkün olabilmektedir. Ayrıca pencere yerleşimi, mekân derinliği ve yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri dikkate alınarak doğal ışığın daha dengeli dağılımı sağlanabilmekte, görev aydınlatmasının genel aydınlatma ile birlikte kullanılmasıyla işlevsellik artırılabilmektedir.

Buna ek olarak, çalışan tercihlerinin göz önünde bulundurulmasıyla ışık şiddeti, renk sıcaklığı ve düzen optimize edilebilmekte; insan odaklı aydınlatma sistemleri sayesinde daha sağlıklı ve konforlu ortamlar oluşturulabilmektedir. Planlama aşamasında bilgisayar destekli simülasyonlardan yararlanılarak tasarım hataları en aza indirilebilmekte, böylece aydınlatma verimliliği artırılabilmektedir. Bununla birlikte, görsel konforun farklı boyutları olan ışıklılık ve aydınlık düzeylerinin ayrıntılı biçimde incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Gelecek çalışmalarda yapılacak bu ek analizlerin optimum görsel konfora ulaşılmasına ve sürdürülebilir aydınlatma çözümlerinin geliştirilmesine olumlu katkı sağlayabileceği vurgulanmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Gentile N., Lee, E. S., Osterhaus, W., Altomonte, S., Amorim, C. N. D., Ciampi, G., Garcia-Hansen, V., Maskarenj, M., Scorpio, M., & Sibilio, S., Evaluation of integrated daylighting and electric lighting design projects: Lessons learned from international case studies. Energy and Buildings, 268 (2022), 112191, pp. 1-22, 2022.

2. Reinhart, C. F. & LoVerso, V. R., A rules of thumbbased design sequence for diffuse daylight. Lighting Research & Technology, vol. 42, issue 1, pp. 7–31, 2010.

3. Chun, S. Y., Lee, C. S. & Jang J. S., Real-time smart lighting control using human motion tracking from depth camera. Journal of Real-Time Image Processing, vol. 10, pp. 805–820, 2015.

4. Chung, T. M., & Burnett, J., On the prediction of lighting energy savings achieved by occupancy sensors. Energy Engineering, vol 98, issue 4, pp. 6–23, 2001.

5. Designing Buildings, Artificial lighting. Retrieved November 15, 2024, from https://www. designingbuildings.co.uk/wiki/Artificial_lighting, 2021.

6. Tazemahalle, K. A., Aydınlatma tasarımı ilkelerini tanımak. Tarrah Publication, Tahran, 2018.

7. Tao, L., Integration for daylight and electric lighting plays an important role for NZEB. IEA (International Energy Agency) SHC (Solar Heating & Cooling Programme) Task 61 Subtask D. Retrieved November 15, 2024, https://task61.ieashc.org/Data/ Sites/1/publications/CN-CABR.pdf, 2022.

8. Pandharipande, A., & Li, Sh., Light-harvesting wireless sensors for indoor lighting control. IEEE Sensors Journal, vol. 13, no. 12, pp. 4599–4606, 2013.

9. Kelly, K., & O'Connell, K., Interior lighting design; a student's guide. Retrieved from July 30, 2024. https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2016/EEE463/495694 447_lightingdesignstudentsguide.pdf, (n.d.).

10. Çetin, E., Aydınlatma tekniği. Ders notları. Bozok University. Retrieved November 15, 2024, from https://muhaz.org/pars_docs/refs/113/112385/112385.p df, 2018.

11. Philips, Basics of light and lighting. Published by Koninklijke Philips Electronics, New York, 2008.

12. Galasiu, A. D, Newsham, G. R., Suvagau, C., & Sander, D. M., Energy saving lighting control systems for openplan offices: a field study. LEUKOS The Journal of Illuminating Engineering Society, vol. 4, no 1, pp. 7-29, 2007.

13. Özkaya, M. & Tüfekçi, T., Aydınlatma tekniği. Birsen Publication, İstanbul, Turkiye, 2011.

14. Gale, J. E., Cox, H. I., Qian, J., Block, G. D., Colwell, C. S. & Matveyenko, A. V., Disruption of circadian rhythms accelerates development of diabetes through pancreatic beta-cell loss and dysfunction. Journal of Biological Rhythms, vol. 26, issue 6, pp. 467-478, 2011.

15. CEN, EN 12464-1, Light and lighting- Lighting of work places – Part 1: Indoor work places. Publication of the European Committee for Standardization (CEN), Brussel, 2022.

16. Yücel, Ş. B., Açık planlı ofislerde aydınlatma tasarımının irdelenmesi. MSc. Thesis, Yıldız Technical University, İstanbul, Turkiye, 2019.

17. Küçükdoğu, M. Ş., İklimsel konfor ve aydınlık seviyesine bağlı görsel konfor gereksinimleri açısından, pencerelerin tasarlanmasında kullanılabilecek bir yöntem. PhD Thesis, Istanbul Technical University, Turkiye, 1980.

18. CIBSE, Code for lighting (LG7: Office lighting). Published by CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers), London, 2012.

19. Dilaura, D. L., Houser, K. W., R.G. Mistrick, R. G., & Steffy, G. R., The lighting handbook; reference and application. Published by IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), Tenth Edition, New York, 2011.

20. Lim, G. H., Hirning, M. B., Keumalaa, N., & Ghafar, N. A., Daylight performance and users' visual appraisal for green building offices in Malaysia. Energy and Buildings, 141 (2017), pp. 175–185, 2017.

21. Yağmur, Ş. A. & Sözen, M. Ş., Visual comfort parameters for classrooms and the effect of interior surfaces. Megaron, vol. 11, issue 1, pp. 49–62, 2016.

22. Eaton, Lighting design guide. Published by Eaton's Cooper Lighting and Safety Business, South Yorkshire, UK, 2013.

23. Baker, N. V., Fanchiotti, A., & Steemers, K., Daylighting in architecture; a European reference book. Published by Routledge, London, 1993

24. Visible light transmittance (VLT). Cardinal glass industries. Retrieved July 30, 2024, from https://www.cardinalcorp.com/glossary/visible-lighttransmittance-vlt/, (n.d.).