

Güneş Kontrolü Tasarımının Görsel Konfor ve Günişığı Performansına Etkisi: Ofis Binaları

Dr. Feride Şener Yılmaz

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
fsener@itu.edu.tr

Bu çalışmada, mimaride güneş kontrolü tasarımının günişığı performansı ve görsel konfor koşullarına olan etkisinin irdelenmesi amaçlanmıştır. Ofis binaları, günişığı kullanımının görsel konfor ve aydınlatmada enerji etkinlik açılarından son derece önemli olduğu bina tipolojileri arasında yer almaktadır. Binalarda, güneş ışıınının denetlenmesi hedefiyle çeşitli güneş kontrolü stratejileri kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında İstanbul'da yer alan örnek bir ofis hacmi için çeşitli güneş kontrolü stratejileri geliştirilerek elde edilen seçenekler görsel konfor ve günişığı performansı açılarından değerlendirilmiştir. Ele alınan mekan için kurgulanan güneş kontrolü stratejilerinin günişığı performansının belirlenmesi için incelenen senaryolar akredite edilmiş olan bir aydınlatma simülasyon programı aracılığı ile modellenmiş ve çalışmada günişığı performans değerlendirmesi hedefiyle ofis binaları için geliştirilmiş bir yöntem olan 'Faydalı Günişığı Aydınlığı' (UDI) yöntemi kullanılmıştır. Ofis mekanları için hedeflenen aydınlık düzeyine ilişkin gerekli kriter için Işık ve Aydınlatma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı çalışma alanları" standardı dikkate alınmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, ofis binalarında güneş kontrolü elemanlarının kullanımının günişığı performansı ve görsel konfor koşullarına olan etkisini gözler önüne sermektedir.

Anahtar Kelimeler: Güneş kontrolü tasarımı, doğal aydınlatma, günişığı performansı, görsel konfor.

ABSTRACT

This study aims to examine the effect of solar control strategies in architecture on daylight performance in buildings and visual comfort conditions. It is well known that office buildings are of the building typologies where daylighting is used for obtaining required visual comfort conditions and providing lighting energy efficiency. Control of excessive amount of sunlight in office buildings is supplied by the use of solar control strategies. In this study, diverse solar control strategies are developed for a sample office space in Istanbul conditions and obtained scenarios are assessed considering their visual comfort conditions and daylight performance. In order to estimate the daylighting

potential of the investigated space with different solar control scenarios, evaluated scenarios are modelled by the use of a validated lighting simulation program and Useful Daylight Illuminance (UDI) methodology is used owing to its determination criteria for daylight level classifications in offices. EN 12464: Light and Lighting of Workplaces: Part1-Indoor Workplaces standard is considered for required maintained illuminance criteria in office buildings. Results of this study show the significance of using solar control strategies in office buildings in terms of daylight performance and visual comfort conditions.

Keywords: Shadingdevicedesign, daylighting, daylightperformance, visualcomfort.

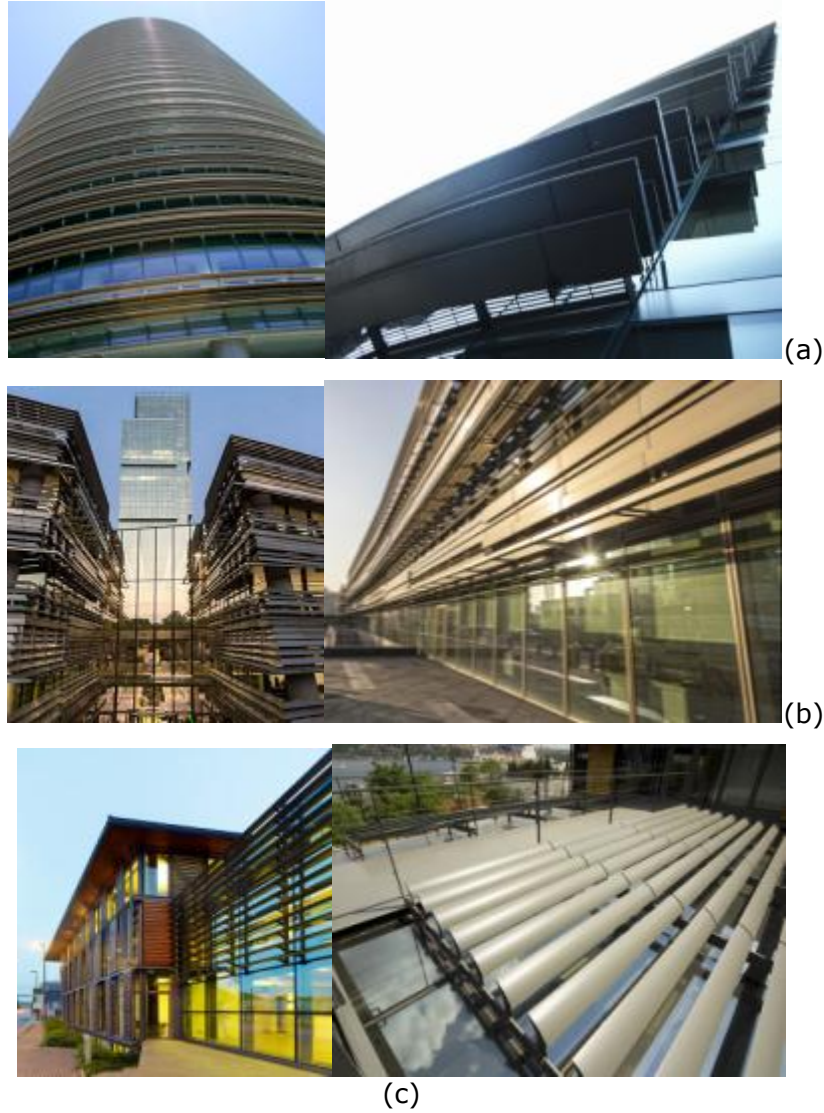
1. GİRİŞ

Güneş kontrol elemanları, binalarda gölgeleme istenen dönem için bina saydam yüzeylerinden iç mekana alınan direkt güneş ışığı ve güneş ışıının denetlenmesi, böylelikle mekanlarda istenen iklimsel- görsel konfor koşullarını sağlanması amaçlarıyla kullanılan elemanlardır. Güneş kontrol elemanlarının optimum tasarımı ve mimaride kullanımı, binalarda istenen konfor koşullarının elde edilmesini ve enerjinin etkin kullanımını doğrudan etkilemektedir. Bu elemanların tasarım ve boyutlandırılması, pencerelerin baktığı yöne bağlı olarak gölgeleme istenen dönemde hesaplanan profil açısı dikkate alınarak gerçekleştirilir (Olgay, ve Olgay, 1957; Yener, 1999).

Ofis binalarının özellikle gün saatleri boyunca kullanılan bina tipolojilerinden olması sebebiyle bu binalarda günışığının etkin kullanımı konusu görsel konfor, sürdürülebilirlik ve enerji etkinlik açılarından önem kazanmaktadır (Yun, Yoon, Kim, 2014). Güneş kontrol elemanlarının ofis binası cephelerinde uygun şekilde kullanımı, binalarda oluşan ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi yüklerinin optimize edilmesi ve günışığına bağlı olarak oluşabilecek görsel konfor problemlerinin en aza indirgenmesi hedefleriyle tercih edilmektedir (Stazi, F., Marinelli, S., DiPerna, C., ve Munfao, P., 2014; Maestre, Blázquez, Gallero, Cubillas, 2015).

Gelişen teknoloji ve malzeme bilimi sayesinde günümüzde farklı teknik özelliklere sahip güneş kontrol elemanları mimaride kullanılmaktadır. Ofis binalarında güneş kontrolünün sağlanmasında sabit ya da hareketli güneş kontrol elemanları tercih edilebileceği gibi, bina cephelerinin saydam yüzeylerinde alınabilecek önlemler ve uygun cam seçimi ile de güneş kontrolü sağlanabilmektedir (Huang, Niu, Chung, 2014, Littlefair, 1999). Mimari camların optik özellikleri, hacimlerde gerçekleşen günışığı miktarını doğrudan etkilediğinden cam seçiminde kullanılan ürünlere yönelik optik özelliklerin elde edilmesi ve tasarımların bu bilgiler ışığında gerçekleştirilmesi önemlidir.

Güneş kontrol elemanlarının ön tasarım aşamasından itibaren bina cephesi ile birlikte ele alınması, bütünleşik mimari cephe anlayışına sahip, iklimsel ve görsel konfor koşullarını sağlayan, enerji etkin binaların elde edilmesi açılarından son derece önemlidir. Bu elemanlar, cephe kimliğinin oluşumuna katkı sağlayan araçlar olup cephe biçimlenişinin işlevsel ve estetik kaygılar ile ele alındığı çözümlerin ortaya konmasında etkin olarak kullanılabilir. Şekil 1’de İstanbul’da yer alan çeşitli ofis binalarında kullanılan güneş kontrol elemanlarına ilişkin cephe görselleri bu duruma örnek olarak verilmiştir. Gelişen teknoloji ve malzeme bilimi sayesinde günümüzde farklı teknik özelliklere sahip güneş kontrol elemanları mimaride kullanılmaktadır. Bina tasarımı aşamasından itibaren güneş kontrol elemanlarının optimum tasarımının gerçekleştirilebilmesi ve cephe performansının değerlendirilmesi hedefiyle çeşitli bina simülasyon araçlarının kullanımı olanaklıdır.



Şekil 1. Ofis binaları için güneş kontrol elemanı örnekleri, a) Kanyon ofis binası (Url-1), b) Zorlu Levent Ofisi (Url-2, Url-3), c) Armona Denizcilik Yönetim Binası (Url-4, Url-5)

Güneşiği performansının en doğru şekilde belirlenmesi için ele alınan yöreye ilişkin dış aydınlık düzeylerinin belirlenmesi ve ele alınan mekan genelinde yıl boyunca oluşabilecek güneşiği etkisinin hesaplanması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında, İstanbul koşulları için bir ofis hacmi örneğinde çeşitli güneş kontrolü stratejileri geliştirilerek elde edilen senaryolar görsel konfor ve güneşiği performansı açılarından değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında güneşiği performans değerlendirmesi hedefiyle ofis binaları için geliştirilmiş bir yöntem olan 'Faydalı Güneşiği Aydınlığı' yöntemi kullanılmıştır (Nabil ve Mardaljevic, 2005). Gerçekleştirilen hesaplamalar sonucu elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve ofis binası örneği için güneş kontrol elemanı stratejilerinin etkinliği tartışılmıştır.

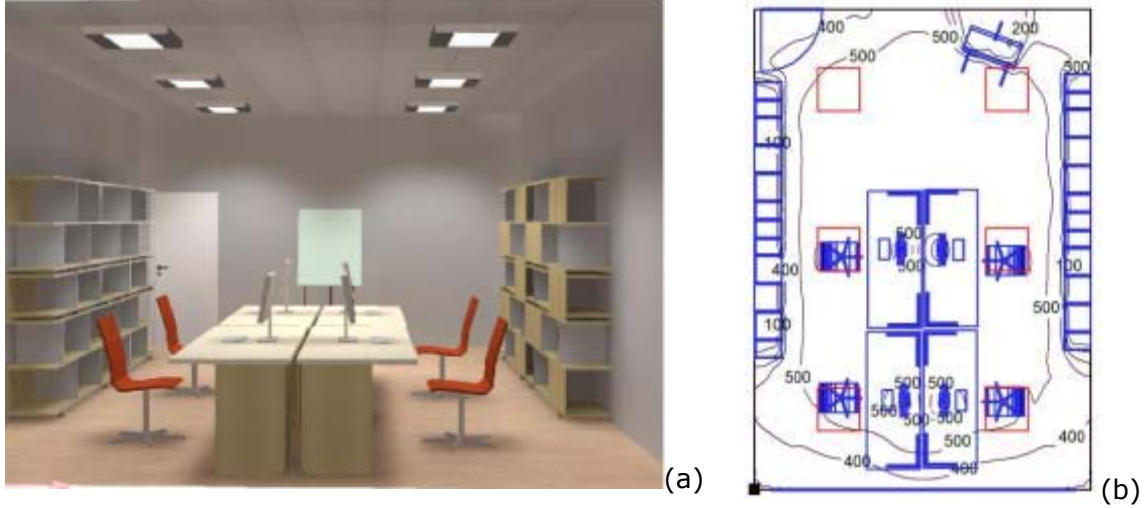
2. BİR OFİS MEKANI ÖRNEĞİ İÇİN GÜNEŞ KONTROLÜ STRATEJİLERİNİN OLUŞTURULMASI

Çalışmanın bu bölümünde İstanbul koşulları için ele alınan örnek ofis hacmi ve bu mekan için geliştirilen güneş kontrolü stratejileri tanıtılmaktadır.

2.1. Örnek ofis mekanının tanıtılması ve kabuller

Ele alınan örnek, İstanbul'da yer aldığı kabul edilen ve güneye yönelmiş bir ofis mekanıdır. Ele alınan mekan, 5mx7m boyutlarında, 3m yüksekliğindedir. Örnek ofis mekanı, dört kişi tarafından kullanılan bir oturma düzeneğine sahip olacak tefriş elemanları ile donatılmıştır. Mekanın tavan, duvar, döşeme ışık yansıtma katsayısı bilgileri sırasıyla %80, %60 ve %40 olacak şekildedir. Mekanın saydamlık oranı %30 olup pencere camının ışık geçirgenliği ise % 80'dir. Ele alınan mekanın şehir dokusu içinde bulunması nedeniyle pencerelerin engelli olması durumu ele alınmış ve engel açısının 30° olması kabulü gerçekleştirilmiştir. Ele alınan mevcut ofis mekanında herhangi bir güneş kontrolü elemanının bulunmadığı varsayılmıştır.

EN 12464 LightandLighting of Workplaces: Part1-IndoorWorkplacesStandardı'nda ofis binaları için sağlanması gereken minimum aydınlık düzeyi, 500 lx olarak belirtilmektedir (EN 12464, 2011; TS-EN 12464, 2013). Bu doğrultuda ele alınan ofis mekanı yapma aydınlatma sisteminin çalışma düzleminde hedef aydınlık düzeyi olan 500 lx'ü sağlaması hedeflenmiştir. Şekil 2'de ele alınan örnek hacmin 3D modelini aktaran bir görsele yer verilmiştir. Şekil 3'de ise incelenen mekanın genelinde 80 cm yüksekliğe sahip çalışma düzleminde yapma aydınlatma sistemi ile elde edilen aydınlık dağılımına yer verilmiştir.



Şekil 2. Ele alınan örnek ofis mekanının 3D modeli (a) ve aydınlatma sistemi planı (b)

2.2. Geliştirilen güneş kontrolü stratejilerinin tanıtılması

Çalışma kapsamında ele alınan örnek ofis mekanı için toplam 11 adet doğal aydınlatma senaryosu gerçekleştirilmiştir. Bu senaryolar, ofis binalarında kullanılması uygun güneş kontrol stratejilerini ve farklı kullanıcı profillerini içerecek şekilde öngörülmüştür. Örnek ofis mekanı için ele alınan doğal aydınlatma senaryolarına ilişkin bilgilere Tablo 1’de yer verilmiştir.

Tablo 1. Ele alınan doğal aydınlatma senaryoları

Kod:	Senaryo adı:
S1	Mevcut durum (Güneş kontrolü stratejisi mevcut değil)
S2-a	Sabit güneş kontrol elemanı (4 parça)
S2-b	Hareketli güneş kontrol elemanı (4 parça)
S2-c	Sabit güneş kontrol elemanı (2 parça)
S2-d	Hareketli güneş kontrol elemanı (2 parça)
S3-a	Low- e cam uygulaması (%70 ışık geçirgenlik değerine sahip olacak şekilde)
S3-b	Low- e cam uygulaması (%60 ışık geçirgenlik değerine sahip olacak şekilde)
S4-a	Jaluzi-Aktif kullanıcı (Kış dönemi için açık, bahar ve yaz dönemi için 1/2 oranında kapalı)
S4-b	Jaluzi- Pasif kullanıcı (Tüm dönemlerde 1/2 oranında kapalı)
S4-c	Jaluzi-Aktif kullanıcı (Kış dönemi için açık, bahar ve yaz dönemi için 1/2 oranında kapalı)
S4-d	Jaluzi- Pasif kullanıcı (Tüm dönemlerde 1/2 oranında kapalı)

Ele alınan örnek ofis mekanında herhangi bir güneş kontrolü stratejisinin kullanılmadığı senaryo, mevcut durum- S1 senaryosudur.

S2 senaryosu, dış cephede güneş kontrol elemanı bulunması kabulüne dayalı olarak elde edilmiştir. Bu senaryo kapsamında iki farklı güneş kontrol elemanının cephede kullanımı ele alınmıştır:

- S2-a senaryosu kapsamında kullanımı önerilen güneş kontrol elemanı, İstanbul koşulları için gölgeleme istenen dönemde hesaplanan profil açısı hesabı uyarınca 45°'lik profil açısına sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu senaryoda kullanılan güneş kontrol elemanının parça adedi 4 olup, güneş kontrol elemanları pencere önünde bulunan bir yardımcı sistem ile binaya entegre edilmiştir. Kullanılan güneş kontrol elemanının ışık yansıtma katsayısı %50'dir. S2-a senaryosu kapsamında önerilen güneş kontrol elemanının sabit olduğu kabul edilmiştir.

- S2-b senaryosu ise bu elemanın iç mekanda elde edilen günışığı aydınlığının UDI yöntemi uyarınca 2000 lx'ü aşması durumunda hareketli olması kabulüne dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

- S2-c senaryosunda, S2-a kapsamında kullanılan güneş kontrol elemanının iki parçalı olması ve hacmin saydam yüzeyinin üst yarısını kapatması dikkate alınmıştır. Bu senaryo, ofis mekanlarında gereksinim duyulan dış görüşün sağlanmasına yönelik olarak öngörülmüştür.

- S2-d senaryosunda ise iki parçalı güneş kontrol elemanının iç mekanda saptanan günışığı aydınlığına duyarlı olacak şekilde hareketli olması kabulü dikkate alınmıştır.

S3 senaryosu, farklı cam türlerinin güneş kontrol stratejilerine etkisinin irdelendiği bir senaryodur.

- S3-a senaryosu, mevcut durum (S1) senaryosunda kullanılan cam türünün %70 ışık geçirgenlik değerine sahip Low-e cam türü ile değiştirilmesi kabulüne dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

- S3-b senaryosunda ise %60 ışık geçirgenlik değerine sahip Low-e cam türü mekana uygulanmıştır.

S4 senaryosu, ele alınan örnek ofis hacminde bir hareketli jaluzi kullanımına dayalı olarak geliştirilmiştir.

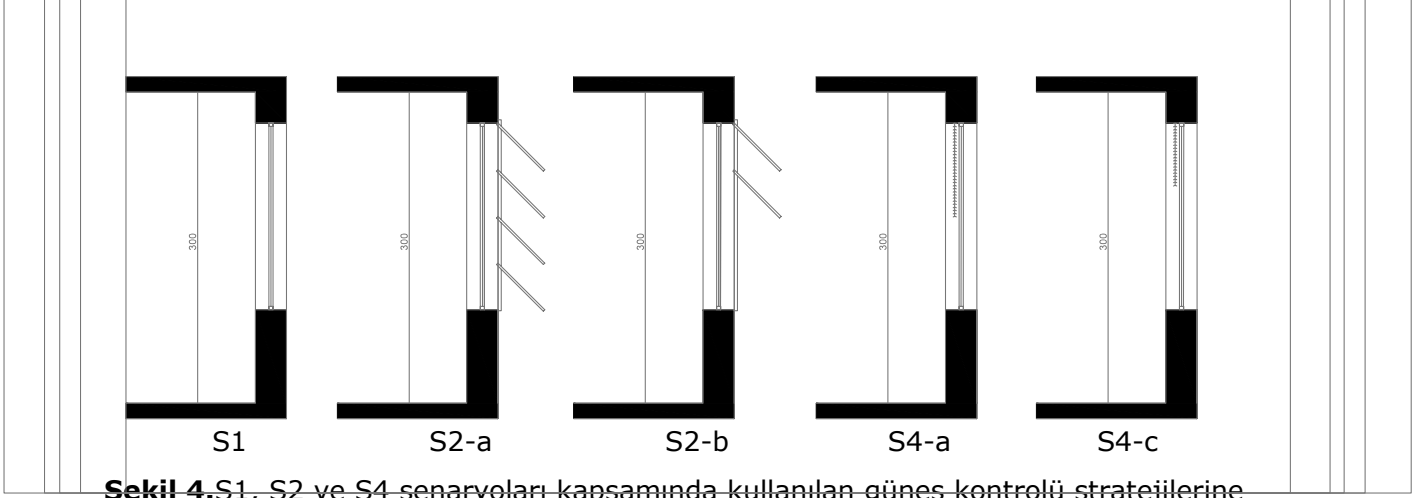
- S4-a senaryosunda, jaluzilerin aktif kullanıcılar tarafından kontrol edildiği ve kış dönemi için açık, bahar ve yaz dönemleri için ise 1/2 oranında kapalı olarak kullanıldığı durumları incelenmiştir.

- S4-b senaryosunda ise jaluzilerin pasif kullanıcılar tarafından kontrol edildiği kabul edilerek tüm temsili hesap tarihlerinde jaluzilerin 1/2 oranında kapalı olduğu durum incelenmiştir.

- S4-c senaryosunda kullanımı öngörülen jaluzilerin kış dönemi için açık, bahar ve yaz dönemleri için ise 1/3 oranında kapalı olması durumu incelenmiştir.

- S4-d senaryosunda jaluzilerin tüm dönem boyunca 1/3 oranında kapalı olması durumu ele alınmıştır.

Şekil 4’de S1, S2 ve S4 senaryoları bağlamında irdelenen güneş kontrolü stratejilerine yönelik şematik kesitler yer almaktadır.



Şekil 4. S1, S2 ve S4 senaryoları kapsamında kullanılan güneş kontrolü stratejilerine yönelik şematik kesitler

3. ELE ALINAN OFİS MEKANİ İÇİN GÖRSEL KONFOR KOŞULLARININ VE GÜNIŞIĞI PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmanın bu bölümünde ele alınan ofis mekanı için geliştirilen güneş kontrolü stratejilerinin görsel konfor ve günüşiği performansı açılarından değerlendirilmesi gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

3.1. Geliştirilen senaryolara ilişkin günüşiği performansı hesap yönteminin tanıtılması

Bu çalışmada mekan içerisindeki günüşiği potansiyelinin sayısal yönden ifade edilmesi hedefiyle gerekli doğal aydınlatma hesaplamaları, temsili hesaplama tarih ve saatleri için elde edilmiştir. Doğal aydınlatma hesapları sırasıyla kış, bahar ve yaz aylarındaki ortalama koşulları temsil etmesi hedefiyle 15 Aralık, 15 Mart ve 15 Haziran koşulları için gerçekleştirilmiştir. Ele alınan hacmin güney cepheye yönelmiş olması sebebiyle öğle saatlerinde günüşiği etkisinin maksimum olacağı kabulüne dayalı olarak hesap tarihi 12:00 olarak belirlenmiştir. Ele alınan senaryolara ilişkin günüşiği hesaplamaları, 80 cm yüksekliğe sahip çalışma düzlemi üzerinde bulunan 140 (10 x 14) adet noktada gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında ele alınan ofis mekanı ve farklı güneş kontrolü stratejilerinin kullanımına dayalı alternatifler Dialux aydınlatma simülasyon programı aracılığı ile modellenmiştir. Günüşiği hesaplamalarında 15 Aralık koşulları için Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIE Kapalı Gök, 15 Mart koşulları için Ortalama Gök ve 15 Haziran koşulları için ise CIE Açık Gök modelleri kullanılmıştır (CIE, 2005).

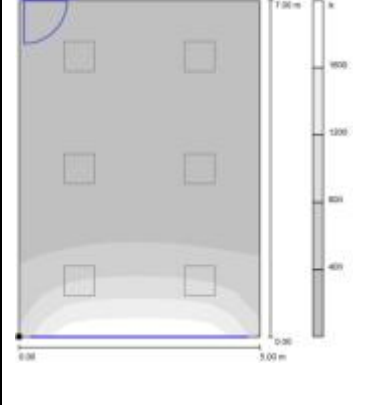
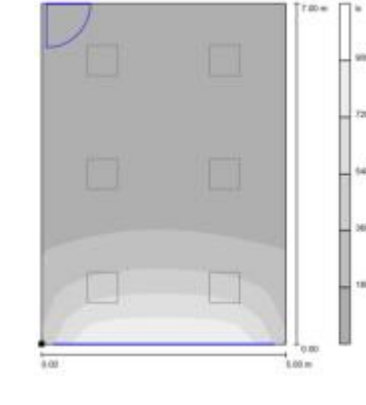
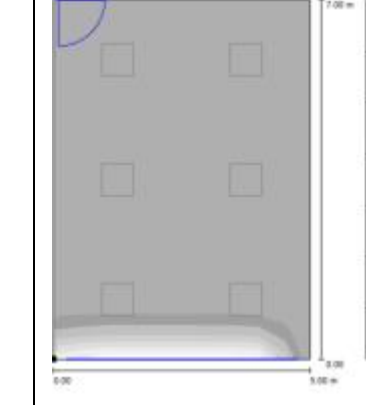
Mekan genelinde elde edilen günışığı dağılımı sonuçlarının görsel konfor koşulları açısından değerlendirmesinde ofis mekanları temel alınarak geliştirilmiş Faydalı Günışığı Aydınlığı (UDI) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde hacimlerde oluşan günışığı miktarının “faydalı” olma aralıkları (100 lx- 2000 lx), dünyada bu konuda yapılmış çeşitli çalışmalara dayandırılarak yüzde olarak belirlenmiş ve kategorize edilmiştir. Mekanlarda günışığının 2000 lx’ten fazla olması durumu, “istenen sınırları aşan aydınlık” olarak nitelendirilmiş ve günışığı aydınlığının bu değerin üstünde olmasının genellikle kamaşma problemine yol açtığı belirlenmiştir (Nabil ve Mardaljevic, 2005; Reinhart, Mardaljevic ve Rogers, 2006). Bu nedenle, çalışmada UDI yöntemine dayalı olarak günışığına bağlı kamaşma olasılığının gerçekleşebileceği 2000 lx değeri sınır değer kabul edilmiştir.

3.2. Geliştirilen senaryolar için günışığına bağlı oluşan aydınlık düzeyinin değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında ele alınan senaryolar için gerçekleştirilen günışığı hesap sonuçlarına göre S1 mevcut durum senaryosunda 15 Aralık, 12:00 (Kapalı Gök) koşullarında çalışma düzleminde elde edilen ortalama aydınlık düzeyi (E_{ort}) 352 lx olarak belirlenmiştir. Mekan genelinde doğal aydınlatma ile elde edilen ortalama aydınlık düzeyinin Mart 12:00 koşullarında 1829 lx, Haziran 12:00 koşullarında ise 3528 lx olduğu belirlenmiştir. Mevcut durum için gerçekleştirilen günışığı hesaplamaları sonuçlarına göre hesap tarihleri için günışığı ile elde edilen ortalama aydınlık düzeyinin EN 12464 Standardı’nda ofis binaları için sağlanması gereken minimum aydınlık düzeyi olan 500 lx’ü Mart ve Haziran koşulları için sağladığı görülmektedir.

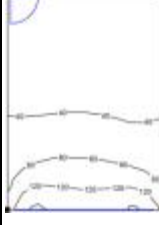
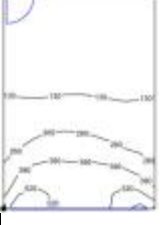
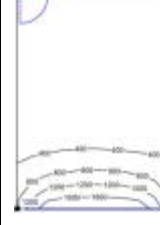
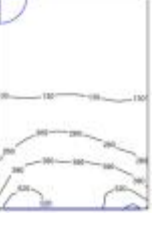
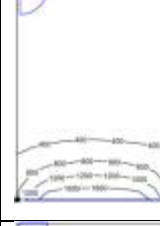
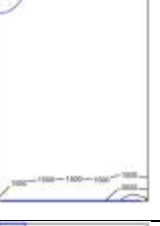
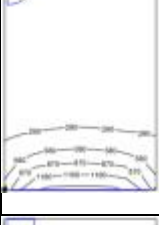
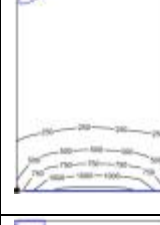
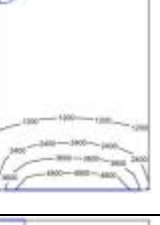
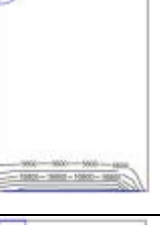
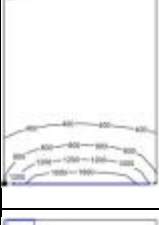
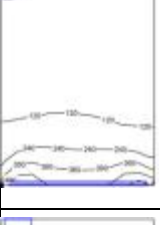
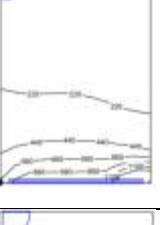
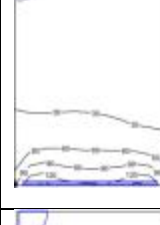
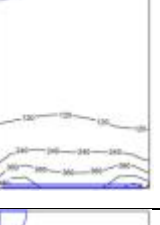
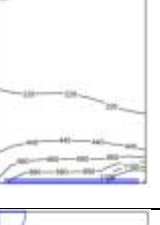
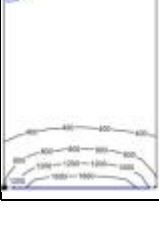
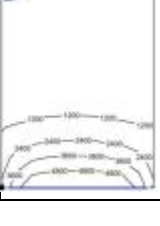
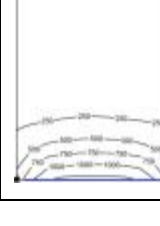
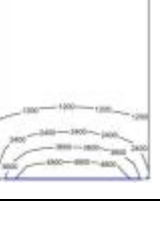
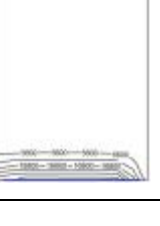
Temsili tarihler için gerçekleştirilen doğal aydınlatma hesap sonuçlarına göre mekan genelinde elde edilen maksimum aydınlık düzeyi (E_{max}) 15 Aralık 12:00 koşullarında 1910 lx, Mart ayı 12:00 koşullarında 8770 lx, Haziran ayı 12:00 koşullarında ise 42163 lx’tür. Elde edilen sonuçlara göre bahar ve yaz koşullarını temsil eden Mart ve Haziran aylarında iç mekanda günışığı ile elde edilen aydınlık düzeyinin 2000’lx değerini aştığı belirlenmiştir. Bu durum, ele alınan ofis mekanı için güneş kontrolü elemanlarının gerekliliğini gözler önüne sermektedir. Tablo 2’de S1 mevcut durum senaryosu için 15 Aralık, 15 Mart ve 15 Haziran saat 12:00 koşulları için gerçekleştirilen günışığı hesap sonuçları aktarılmıştır.

Tablo 2. S1 mevcut durum senaryosu günışığı hesap sonuçları

15 Aralık, 12:00 (Kapalı Gök)	15 Mart, 12:00 (Ortalama Gök)	15 Haziran, 12:00 (Açık Gök)
		
E_{ort} :352 lx E_{min} :48 lx E_{max} :1910 lx	E_{ort} :1829 lx E_{min} :203 lx E_{max} :8770 lx	E_{ort} :3528 lx E_{min} :278 lx E_{max} :42163 lx

Ele alınan ofis binası için geliştirilen güneş kontrolü stratejilerine yönelik senaryolar için günışığı hesaplamaları Dialux aydınlatma simülasyon programı aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma düzleminde 15 Aralık, 15 Mart ve 15 Haziran 12:00 tarih ve saatlerinde elde edilen günışığı hesap sonuçları seti, Tablo 3’de aktarılmıştır. Bu veriler uyarınca ele alınan tüm doğal aydınlatma senaryolarına ilişkin olarak çalışma düzleminde günışığı ile elde edilen ortalama aydınlık düzeyi belirlenmiştir. Tablo 4’de ele alınan doğal aydınlatma senaryoları için mekan genelinde çalışma düzleminde elde edilen ortalama aydınlık düzeyi E_{ort} sonuçları verilmiştir.

Tablo 3. Ele alınan senaryolara ilişkin günışığı hesap sonuçları

	15 Aralık, 12:00	15 Mart, 12:00	15 Haziran, 12:00		15 Aralık, 12:00	15 Mart, 12:00	15 Haziran, 12:00
S2-a				S2-b			
S2-c				S2-d			
S3-a				S3-b			
S4-a				S4-b			
S4-c				S4-d			

Tablo 4. Ele alınan senaryolar için çalışma düzleminde elde edilen ortalama aydınlık düzeyi E_{ort} sonuçları

	Ortalama aydınlık düzeyi, E_{ort}		
Kod:	15 Aralık, 12:00 (KapalıGök)	15 Mart, 12:00 (OrtalamaGök)	15 Haziran, 12:00 (AçıkGök)
S1	352 lx	1829 lx	3528 lx
S2-a	48 lx	208 lx	412 lx
S2-b	352 lx	208 lx	412 lx

S2-c	127 lx	659 lx	561 lx
S2-d	352 lx	659 lx	561 lx
S3-a	276 lx	1425 lx	2752 lx
S3-b	237 lx	1224 lx	2362 lx
S4-a	352 lx	127 lx	276 lx
S4-b	33 lx	127 lx	276 lx
S4-c	352 lx	151 lx	349 lx
S4-d	38 lx	151 lx	349 lx

Ele alınan tüm senaryolarda, hacim genelinde istenen aydınlık düzeyi olan 500 lx'ün Aralık ayı koşullarında elde edilemediği görülmektedir. S2-a, S2-b, S4-a, S4-b, S4-c, S4-d senaryolarında da tüm hesap tarihleri için ilave yapma aydınlatma gereksinimi olduğu açıktır. 15 Mart, 12:00 ve 15 Haziran, 12:00 koşullarında ise S1, S2-c, S2-d, S3-a, S3-b senaryolarında istenen aydınlık düzeyinin hacim genelinde günüşiği ile sağlandığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bahar ve yaz koşulları için mekanlarda oluşan ve kamaşma problemine neden olabilecek yüksek aydınlık düzeyi değerlerinin güneş kontrol elemanı stratejilerinin tercih edilmesi durumunda büyük ölçüde engellendiği belirlenmiştir.

3.3. Geliştirilen senaryolara ilişkin günüşiği performansı değerlendirme sonuçları

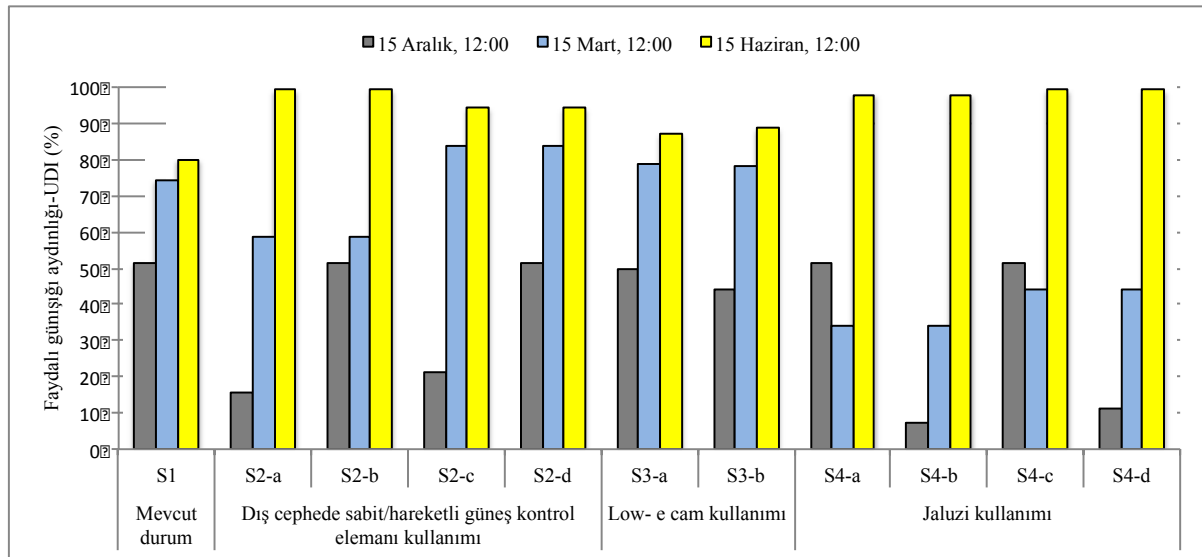
Geliştirilen senaryolara ilişkin günüşiği performansı değerlendirmesi, çalışma düzleminde yer alan 140 (10 x 14) adet hesap noktasında temsili hesap tarihlerinde elde edilen günüşiği dağılımı sonuçları kullanılarak, Faydalı Günüşiği Aydınlatması (UDI) yöntemi uyarınca gerçekleştirilmiştir. Bu hedefle tüm senaryolar için ilgili hesap noktalarında belirlenen günüşiği aydınlığının almış olduğu değer, yetersiz günüşiği aydınlığı (<100 lx), faydalı günüşiği aydınlığı (100 lx - 2000 lx) ve istenen sınırları aşan günüşiği aydınlığı (>2000 lx) olacak şekilde kategorize edilmiştir. Tablo 5'de hesap tarihleri için elde edilen günüşiği performans sonuçları yüzde olarak verilmiştir.

Tablo 5. Hesap tarihleri için elde edilen günüşiği performans sonuçları (%)

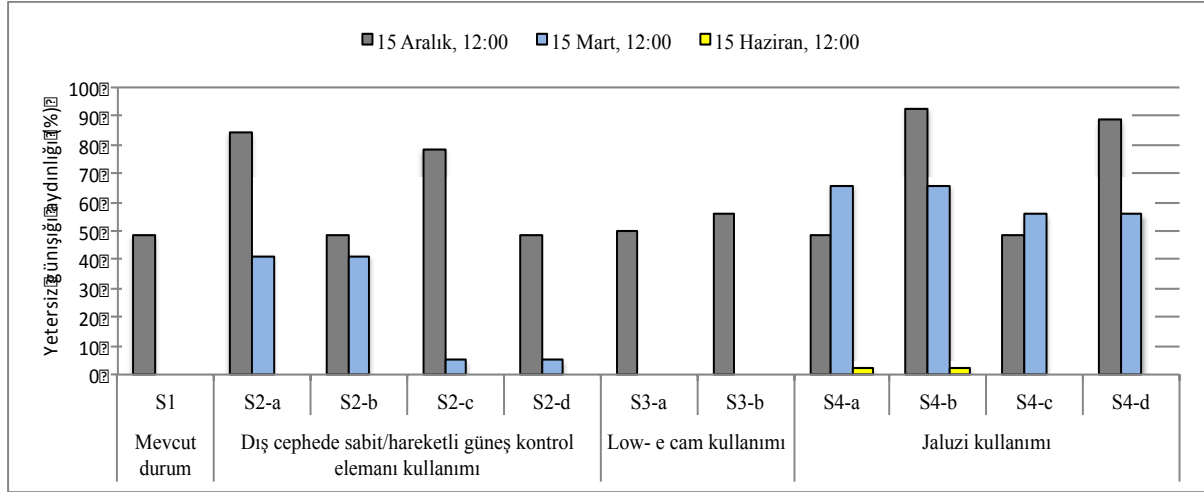
Kod:	15 Aralık, 12:00			15 Mart, 12:00			15 Haziran, 12:00		
	(%)	2000 lx(%)	2000 lx(%)	(%)	2000 lx(%)	2000 lx(%)	(%)	2000 lx(%)	2000 lx(%)
S1	49	51	0	0	74	26	0	80	20
S2-a	84	16	0	41	59	0	0	99	1

S2-b	49	51	0	41	59	0	0	99	1
S2-c	79	21	0	5	84	11	0	94	6
S2-d	49	51	0	5	84	11	0	94	6
S3-a	50	50	0	0	79	21	0	87	13
S3-b	56	44	0	0	78	22	0	89	11
S4-a	49	51	0	66	34	0	2	98	0
S4-b	93	7	0	66	34	0	2	98	0
S4-c	49	51	0	56	44	0	0	99	1
S4-d	89	11	0	56	44	0	0	99	1

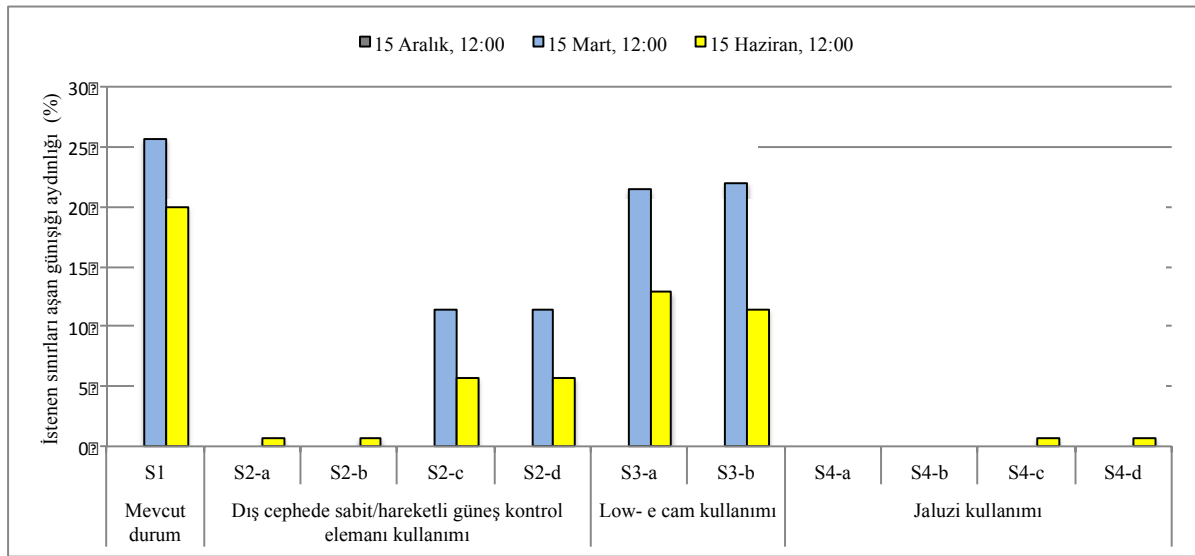
Elde edilen sonuçlar incelendiğinde faydalı günışığı aydınlığı-UDI yüzdesinin S1 senaryosu 15 Haziran koşullarında diğer senaryolara oranla daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, güneş kontrolü stratejisine sahip olmayan bu senaryoda oluşan yüksek aydınlık düzeylerinden (>2000 lx) kaynaklanmaktadır. 15 Aralık koşullarında S4-b senaryosunda faydalı günışığı aydınlığı değerinin %7 ile minimum olduğu görülmektedir. 15 Mart koşullarında maksimum UDI değeri, %84 ile S2-c ve S2-d senaryolarında elde edilmiştir. Şekil 5, ele alınan senaryolarda elde edilen faydalı günışığı aydınlığı-UDI sonuçlarını içermektedir. Şekil 6'da yetersiz günışığı aydınlığı sonuçları (%), Şekil 7'de ise istenen sınırları aşan günışığı aydınlığı sonuçları (%) grafiksel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 5. Ele alınan senaryolarda elde edilen "faydalı günışığı aydınlığı-UDI" sonuçları



Şekil 6.Ele alınan senaryolarda elde edilen “yetersiz güneş ışığı aydınlığı” sonuçları



Şekil 7.Ele alınan senaryolar için “istenen sınırları aşan güneş ışığı aydınlığı” sonuçları

S2 senaryosunda dış cephede kullanımı tercih edilen güneş kontrol elemanının sabit (S2-a, S2-c) ve hareketli (S2-b, S2-d) olması durumları incelendiğinde özellikle gölgeleme istenmeyen kış koşullarında sabit güneş kontrol elemanı kullanımının iç mekanda elde edilen UDI oranını azalttığı saptanmıştır. Bu durum, görsel konfor koşullarını sağlayabilmek için ilave yapma aydınlatma sistemi kullanımına neden olacağından bina için aydınlatma enerjisi gereksinimlerini arttıracaktır. Bu nedenle güneş kontrol elemanının hareketli olarak tasarlanmasının güneş ışığı performansı, görsel konfor ve aydınlatma enerjisi performansı açılarından daha olumlu sonuçlar vereceği beklenmektedir.

Cam türü seçiminin görsel konfor ve güneş ışığı performansına etkilerinin irdelendiği S3-a ve S3-b senaryolarında, mevcut duruma oranla UDI değerlerinin arttığı görülmektedir. Ancak cam türünde gerçekleştirilen revizyonların tek başına yüksek aydınlık düzeyi

değerlerinin denetim altına alınması için yeterli olmadığı ve S3-a ve S3-b senaryolarının kullanımında kamaşma açısından istenmeyen koşulların oluşabileceği gerçekleştirilen hesaplamalarda ortaya konmaktadır.

Binalarda kullanıcıların bina günüşiği performansına olan etkilerini incelemek hedefiyle ele alınan S4-a, 4-c (aktif kullanıcı) ve S4-b, 4-d (pasif kullanıcı) senaryolarında mekana kullanıcılar tarafından kontrol edilen bir jaluzi entegre edilmiştir. S4-a senaryosunda tanımlanan aktif kullanıcı türü seçiminde güneş kontrol elemanlarının gün içerisinde kapatılması, çalışma düzleminde oluşan aydınlık düzeyinin 2000 lx'ü aşması durumunda gerçekleşmekte, S4-b senaryosunda tanımlanan pasif kullanıcı türü seçiminde ise jaluzilerin tüm dönemlerde 1/2 oranında kapalı olarak kullanıldığı kabul edilmektedir. S4 senaryosunda pasif kullanıcı davranışı nedeniyle gölgeleme istenmeyen kış koşullarında doğal aydınlatma kullanımı potansiyelinin azaldığı belirlenmiştir. Bu durum, güneş kontrol elemanlarının kullanıcılar tarafından kontrol edildiği durumlarda kullanıcı davranışlarının günüşiği performansına ve dolayısı ile aydınlatma enerjisi performansına olan etkisini vurgulamaktadır.

4. SONUÇ

Binalarda görsel konforun sağlanması ve aynı zamanda aydınlatma enerjisi gereksinimlerinin minimize edilmesi, bina tasarımında kullanılabilecek pasif stratejiler ile doğrudan ilişkilidir. Güneş kontrol elemanlarının binalarda istenilen görsel konfor koşullarının gerçekleştirilmesinde etkili olduğu bilinmekte olup bu elemanların ısıtma, soğutma ve aydınlatma yüklerini optimize edecek şekilde tasarlanması ve mimaride kullanılması gerekmektedir.

Gün boyu kullanılan bina tipolojilerinden olan ofis binalarında, aydınlatma ön tasarımı aşamasından itibaren yapma ve doğal aydınlatma sistemlerinin birlikte ele alınması gerektiği bilinmekte ve bu binalarda en uygun güneş kontrolü çözümlerinin tasarımı ve kullanımı önerilmektedir. Bu çalışma kapsamında İstanbul koşullarında yer alan örnek bir ofis hacmi için farklı güneş kontrolü stratejileri geliştirilerek elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada görsel konfor ve günüşiği performansı açılarından değerlendirme için bir aydınlatma simülasyon programı kullanılmış ve farklı temsili hesap tarihleri için günüşiği performans hesaplamaları UDI yöntemi uyarınca gerçekleştirilmiştir.

Güneş kontrol stratejilerinin binalarda uygun şekilde kullanımı, optimum konfor koşullarının eldesive bina enerji performansının artırılması konularında katkı sağlayabilmektedir. Binalarda uygun güneş kontrol stratejilerinin tercihi, özellikle

gölgeleme istenen dönem için pencerelerden direkt güneş ışığı ve güneş ışınlamalarını denetim altına almak açısından son derece önemlidir. Günümüzde güneş kontrol araçlarının tasarımı aşamasında çeşitli simülasyon programlarının olanaklarından faydalanılabilmektedir.

Sonuç olarak, çalışma kapsamında binalarda günışığı performansı, görsel konfor koşulları ve aydınlatma enerjisi gereksinimleri ile ilişkili olan güneş kontrolü stratejilerine değinilerek uygun güneş kontrol aracı tasarımı ve seçiminin görsel konfor ve günışığı performansı konularına olan etkisi gözler önüne serilmiştir. Çalışmada bilgisayar destekli doğal aydınlatma simülasyon programlarından yararlanılarak bu programların ön tasarım aşamasından itibaren binaların güneş kontrolü stratejilerinin elde edilebilmesi hedefiyle kullanılabileceği örneklenmiştir.

KAYNAKLAR

- CIEPublication (2003), "Spatialdistribution of daylight" CIEStandard General Sky, *CIES011/E:2003*, Viyana.
- EN 12464 (2011), "LightandLighting of Workplaces: Part1-IndoorWorkplaces", CEN/TC 169, EuropeanCommitteeforStandardisation.
- Huang Y., Niu J., Chung T. (2014), "Comprehensiveanalysis on thermalanddaylightingperformance of glazingandshadingdesigns on officebuildingenvelope in cooling-dominant climates", *AppliedEnergy*, Sayı: 134, s.215-228.
- Littlefair, P., (1999). Daylightingand Solar Control in theBuildingRegulations, *BRE Press*, Watford.
- Maestre I. R., BlázquezJ.L.F, GalleroF.L.F, CubillasP.R. (2015), "Influence of selected solar positionsforshadingdevicecalculations in buildingenergyperformancesimulations", *EnergyandBuildings*, Sayı: 101, s. 144-152.
- Nabil, A., Mardaljevic, J. (2005), "UsefulDaylightIlluminance: A New ParadigmforAssessingDaylight in Buildings", *LightingResearchandTechnology*, Sayı:37 (1), s. 41-57.
- Olgyay, A., ve Olgyay, V. (1957), *Solar Control andShadingDevices*, Princeton UniversityPress, ABD.
- Reinhart, C. F., Mardaljevic, J., Rogers, Z. (2006). Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building Design. *Leukos*, Sayı: 3(1), s. 7-31.
- Stazi, F., Marinelli, S., DiPerna, C., ve Munfao, P. (2014). Comparison on solar shadings: Monitoring□of the thermo-physicalbehaviour, assessment of theenergysaving,

thermalcomfort, naturallightingandenvironmentalimpact. *Solar Energy*, Sayı: 105, s.512-528.

TS-EN 12464 (2013), "Işık ve Aydınlatma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı çalışma alanları", Türk Standartları Enstitüsü.

Yener, A.K. (1999), "A Method of Obtaining Visual Comfort Using FixedShadingDevicesInRooms", *Buildingand Environment*, Sayı:34-3, s.285-291.

Yun G., Yoon K. C., Kim K.S. (2014) "Theinfluence of shadingcontrolstrategies on thevisualcomfortandenergydemand of officebuildings", *EnergyandBuildings*, Sayı: 84 s. 70-85

İnternet Kaynakları:

(URL-1)<http://www.raf.com.tr/urun/kasso-muhendislik---mimaride-metal-kabuklar/1626>, Erişim tarihi: 01.01.2016

(URL-2)<http://www.tabanlıoglu.com/ZORLUOFFICE.html>, Erişim tarihi: 20.12.2015

(URL-3) http://www.delta-insaat.com/single-project.php?proje_id=16, Erişim tarihi: 15.12.2015

(URL-4)<http://www.normmimarlik.com.tr>, Erişim tarihi: 20.12.2015

(URL-5) <http://www.somfyarchitecture.co.uk>, Erişim tarihi: 20.12.2015