






YAPI KABUĞU SAYDAMLIK ORANLARININ SİMÜLASYON PROGRAMI ARACILIĞIYLA BELİRLENMESİ

Çiğdem TEKİN^{1*}, Mustafa ÖZGÜNLER², Halit BEYAZTAŞ³

- ¹Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, cigdem.tekin@msgsu.edu.tr, 
- ²Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, mustafa.ozgunler@msgsu.edu.tr, 
- ³Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, halit.beyaztas@msgsu.edu.tr, 

Geliş Tarihi (Received Date): 14.03.2018

Kabul Tarihi (Accepted Date): 15.06.2018

ÖZ

Yapı kabuğu tasarımında opak ve saydam alanların ilişkisi oldukça önemlidir. Yapı dış yüzü ile kentsel alanda sokak kimliğinin oluşumuna algısal ve fiziksel olarak katkı sağlarken, iç mekanda ise kullanıcının görsel, işitsel, ısısal ve diğer konfor şartlarını optimum düzeyde sağlayabilmesi gerekmektedir. Saydam yüzey alanlarının iç ve dış mekan kullanıcıları için farklı görevleri vardır. Bu görevler içinde sürdürülebilir yapı üretimine uygun olarak yapma aydınlatma ihtiyacını azaltma, iç mekanda görsel ihtiyaçların günışığı ile temin edilebilmesini sağlayabilme de vardır. Buna bağlı olarak yapı kabuğunda, fiziksel çevre verilerine uygun olarak opak saydam yüzey alanlarının oransal ilişkisinin belirlenebilmesi önemlidir. Bu çalışma kapsamında, opak-saydam yüzey alanlarının oransal ilişkisinin belirlenebilmesi amacıyla, kentsel dönüşüm kapsamında yeni yapı üretim hızının en yüksek olduğu şehirlerden biri olan "İstanbul" çalışma alanı olarak seçilmiştir. Simülasyon programı aracılığı ile İstanbul ili, kuzey-güney yönleri için mevcut çevre verilerine göre saydamlık oranları açısından ve farklı genişlik ve derinlikteki mekanlar için test edilmiştir. Bu çalışma sonucuyla elde edilen verilerin, enerji etkin tasarım bağlamında günışığının verilere dayalı doğru kullanımı ile ilgili tasarımcılara referans sağlayabilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Günışığı, saydamlık oranı, opak-saydam ilişkisi*

DETERMINATION OF TRANSPERANCY RATIOS OF BUILDING ENVELOPE BY USING A SIMILATION SOFTWARE

ABSTRACT

The relationship between opaque and transparent areas in building envelope design is significant. While the building facade contributes to the formation of the street identity perceptually and physically, it has to provide optimum visual, auditory, thermal and other comfort conditions to interior spaces. Transparent surfaces of facade have different functions for indoor and outdoor users. The need of reducing artificial lighting in accordance with sustainable building construction and meeting visual requirements by providing sufficient daylight for indoor environment, are among these functions. Accordingly, it is important in the building envelope to determine the proportional relations

in between its opaque-transparent surface areas in accordance with physical environment data. In this research, in order to determine the proportional relation of opaque-transparent areas of building envelope, City of Istanbul is selected as the case study location, because it has one of the highest new building production rate within the context of urban renewal process in Turkey. Through a simulation software, the City of Istanbul is investigated with regard to transparency ratio by using the available data of its north-south quarters, and also its spaces having different width and depths are tested. With the results derived from this study, it is aimed to provide a guidance for designers in using the data of daylight correctly in the context of energy efficient design.

Keywords: Daylight, transparency ratio, opaque-transparent relationship

1. GİRİŞ

Yapı kabuğu opak ve saydam yüzeylerden oluşmaktadır. Bu yüzeyler arasındaki oransal ilişki yapı kabuğunun performansını, estetik algısını, kullanıcı konforunu ve kullanım maliyetlerini doğrudan etkilemektedir. İç ortam konfor koşullarını sağlamada, opak yüzeyler ile aynı görevleri yapması beklenen saydam yüzeyler; iç mekanın dış ortamla ilişkisinde ara yüz oluşturmaları nedeniyle farklı bir öneme sahiptir.

Yapı kabuğunun iç ve dış mekan kullanıcıları için farklı görevleri vardır; dış yüzü ile kentsel alanda sokak kimliğinin oluşumuna algısal ve fiziksel olarak katkı sağlarken, iç mekanda ise kullanıcıları için görsel, işitsel, ısısal ve diğer konfor şartlarını optimum düzeyde sağlayabilmesi beklenir.

Sürdürülebilir yapı üretiminde iç ve dış mekanda farklı görevleri yerine getirmesi beklenen saydam yüzeylerin tasarımı oldukça önemlidir. Saydam yüzeylerin tasarımında öncelikle dikkat edilen manzaraya yönelme ve dış ortam ile iletişim kurabilme amaçları yanında iç mekanda, sağlıklı doğal aydınlatmayı sağlayabilmeyi, ekonomik ve çevreci yapılar tasarlayabilmeyi de içermelidir.

Aydınlatma tasarımı konusunda sürdürülebilirlik kavramı; IES (Illuminating Engineers Society) ve IALD (International Association of Lighting Designers) tarafından; "görsel çevrenin niceliksel ihtiyaçlarının doğal çevreye en az etki ile karşılanması" şeklinde tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir aydınlatma tasarımı; binanın ön tasarım aşamasından başlayarak aydınlatma performansı, enerji performansı ve çevresel etkiye ilişkin kriterlerin göz önüne alınmasını gerektirmektedir [1].

Bu tasarım günışığı ve yapma aydınlatma çözümlerini içeren kriterlere sahiptir. Günışığı konusunda dikkat edilmesi gereken kriterler;

- Doğal ışıktan maksimum ölçüde yararlanarak iç mekanda konforlu bir aydınlatmanın sağlanması,
- Yapma aydınlatma ihtiyacının azaltılması,
- Aydınlatma enerjisi tasarrufunun sağlanması,
- Çalışma ortamlarında kullanıcılar için uygun günışığı açıklıkları ile dış görüş sağlanması,
- Kullanıcıların göz sağlığını ve görsel konforda olma durumlarını gözetken bir görsel çevrenin sağlanması şeklinde belirtilmiştir [2].

Günışığı ile aydınlatmada tasarımcının yapının bulunduğu mikro-iklim koşullarına göre farklılık gösteren kontrol edemediği çevresel etkenler ve bu şartlara uygun olarak önerebileceği kontrol

edebildiği yapısal etkenler vardır. Bu etkenler tasarımcılar tarafından birlikte ya da ayrı ayrı değerlendirilmektedir.

Günüşiği ile aydınlatma tasarımında Okutan, H., çevresel ve yapısal etkenleri farklı başlıklarda ele almıştır. Buna göre;

Okutan, H. [3]., tarafından çevresel etkenler; Coğrafi konum, Gün ışığı alma süresi, Sınırlayıcılar, olarak sınıflandırılmıştır. Yapısal etkenler ise; Yerleşim ve form, Bina açıklıkları, Fonksiyon, İç ortam yansıtıcılar, şeklinde belirtmiştir.

Yener A. K. [4]., ise yapma çevreye ilişkin tasarım değişkenleri başlığı altında; Yerleşme birimine ilişkin değişkenler, Binaya ilişkin değişkenler, Hacme ilişkin değişkenler, Yapı elemanına ilişkin değişkenler, Malzemeye ilişkin değişkenler, olarak belirlemiştir.

Sarıtaş, N. [5]., bir mekanın gün ışığı aydınlık düzeyini etkileyen çeşitli etmenler olarak; Doğal ışık kaynakları olan güneş ve göğün özellikleri, Hacim dışı engellerin özellikleri, Hacmin özellikleri, Pencerelerin özellikleri, şeklinde belirtmiştir.

Araştırmacılar tarafından farklı tanımlar ile ele alınan, ancak hepsi birbiri ile bağlantılı olan başlıklar içinde görsel olarak etkilerini dış mekanda estetik, iç mekanda görsel konfor olarak görebildiğimiz "bina açıklıkları", "pencereler", "yapı elemanına ilişkin değişkenler", saydam yüzey alanlarını ifade etmektedir.

Gün ışığının kapalı mekanlara alınabilmesi için yapı kabuğu üzerinde oluşturulan saydam yüzeyler "pencereler"dir. Pencerelerin yönlenmesi, yerleştiriliş düzeni, boyutu, biçimi ve sayıları, hacim içi aydınlık düzeyini ve dağılımını doğrudan etkileyen özelliklerdir [6]. Bu özelliklerin doğru tanımlanabilmesi için, pencerelerin çevre koşulları ve iç mekan gerekliliklerine bağlı olarak tasarlanabilmesi esastır.

Yapı kabuğunda opak-saydam yüzeylerin oranı, geometrisi, konumu, performansına ilişkin Türkiye'de yapılan birçok çalışma mevcuttur [5,6,7,8,9,10,11,12,13]. Bu çalışmalar genellikle özel bir yapı türü ve tanımlı mekan için yapılmıştır. Bu çalışmada amaç İstanbul ili için makro ölçekte fiziksel çevre verileri üzerinden, özellikle konutlarda farklı mekan boyutları için gerekli günüşiğini optimum düzeyde sağlayabilen saydamlık oranlarının belirlenmesidir. Böylece Mimar için yapı kabuğunun etkin günüşiği koşullarına göre tasarımında, opak-saydam ilişkisinin sağlıklı kurulabilmesinde oransal olarak alt sınır değeri üzerinden geliştirme imkanı sağlanabilecektir.

2. YAPI KABUĞUNDA SAYDAM YÜZEY ALANLARININ TASARIMI

Saydam yüzeylerin tasarımında binanın işlevine bağlı olarak;

- İç mekanda gerekli aydınlık düzeyinin sağlanması,
- Çevre şartlarına bağlı olarak manzaradan faydalanılması,
- Dış-iç ilişkisinin sağlıklı kurulabilmesi,
- Fiziksel çevre koşullarına bağlı olarak iklim, güneş, gürültü kontrolünün yapılabilmesi,
- Isıtma-soğutma yüklerinin ve yapma aydınlatma ihtiyacının azaltılabilmesi önemlidir.

Mevcut sınırlı kaynaklar ve çevre problemleri ile yapı kabuğunda, günışığının doğru kullanılabilmesi için saydam alanların tasarımında; (a) enerji performansı, (b) kullanıcı konforunun sağlanabilmesi, (c) dış cephe estetiği, (d) iç mekan estetiği, (e) malzeme seçimi ve (f) yapısal performansı de oldukça önemlidir [14].

a. Saydam yüzeylerin tasarımında enerji performansı; Binanın yer aldığı coğrafi koşullar nedeni ile özellikle manzara tasarımcılar için pencerelerin boyutlandırılmasında önemli bir veridir. Daha fazla manzarayı kullanmak düşüncesi ile ihtiyaç fazlası alan saydam yüzey olarak tasarlanmakta, bu durum ısı, işitsel, görsel (kamaşma) ve güneş kontrolü açısından problemler oluşturabilmektedir.

Yapı kabuğunda enerji korunumu, enerji etkin ya da pasif tasarım ilkelerine uygun olarak saydam alanların tasarımının ortak noktası; opak-saydam yüzey alanı, pencere sistemi ve kullanılacak olan malzemelere bağlı olarak; hava sızdırmaz, ısı akışını kontrol edebilen, iç mekanda gerekli günışığı koşullarını sağlayarak gündüz koşullarında yapma aydınlatma kullanılmasına ihtiyaç duyulmayan bir işleyişe sahip olabilmesidir. Bu şartlar, iç mekandaki ısıtma-soğutma ihtiyaçlarının denetlenmesinde ve enerji tüketiminde etkilidir. Ancak, bu aşamada verilecek olan kararlar ile tanımlanan yüzey alanı aynı zamanda iç mekan kullanıcısının görsel ve işitsel konfor şartlarını, dış mekan kullanıcısının da yapıyı algılama şekillerini etkilemektedir.

b. Saydam yüzeylerin tasarımında kullanıcı konforu; Saydam yüzeylerin iç mekana en önemli etkisi kullanıcı üzerinedir. Kullanıcının eylem biçimine ve mekanda kalma süresine bağlı olarak görsel ihtiyaçları, ışık miktarının kullanıcı sağlığı ile ilişkisi (görsel konfor, kamaşma, renk algısı), mekandaki taze hava kontrolü, mahremiyet ve güvenlik özellikleri olarak sayılabilir [3-14].

c. Saydam yüzeylerin tasarımında dış cephe estetiği; Yapının kimliği açısından dış cephe önemli bir göreve sahiptir. Cepheyi oluşturan örüntü, saydam-opak (doluluk-boşluk) yüzeyler arasındaki ilişki, malzeme-renk-doku kullanımı ve ilişkisi, iç mekan ihtiyaçları ve kültürel dışavurumlar ile bağlantılı olarak ortaya çıkmaktadır. Yapı kabuğunun saydam ve opak yüzeyleri ayrı görevleri paylaşarak bir bütünü oluştururlar. Kabuğun saydam bileşeni olması, pencere sistemlerine; estetik, psikolojik ve fizyolojik açıdan bir takım görevler yükler. Gerek küçük açıklıklar şeklinde, gerekse cephe sistemine hakim giydirme cephe sistemleri şeklinde olsun, pencere sistemleri yapının kimliğini belirleyen tasarımın temel bileşenlerdir.

d. Saydam Yüzeylerin Tasarımında İç Mekan Estetiği; İç mekanın doğal aydınlatma stratejisinin performansı (IEA);

- Mekanın doğal aydınlatmasını belirleyen bina kabuğunun gün ışığından yararlanabilmesi,
- Pencerenin fiziksel ve geometrik özellikleri, var olan gün ışığını karşılaması ve kullanması,
- Mekanın fiziksel ve geometrik özellikleri,

gibi parametrelere bağlıdır [15]. Genel olarak saydam yüzey alan boyutları ve şekli ile iç mekan boyut ve şekli aydınlık düzeyinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. İlişkinin ise tasarım aşamasında iken hesaplanarak çözümlenmiş olması çok önemlidir.

e. Saydam yüzeylerin tasarımında malzeme seçimi; Saydam yüzeylerde; pencere karkasının malzemesi (ahşap, alüminyum, plastik) ve camın türü oldukça önemlidir. Isıl ve görsel konfor şartlarının iklim bölgesine ve iç mekan gerekliliklerine bağlı olarak sağlanabilmesi açısından iki malzemenin de doğru seçilmesi oldukça önemlidir.

Tam sızdırmazlık ve ısı köprülerinin kontrolü pencere karkası ile sağlanabilirken, seçilecek cama göre;

- Sıcak dönemde aşırı ısınmaya neden olmasını önlemek,
- Soğuk dönemde ısı kayıplarını minimum tutmak,
- İstenilen minimum günışığı aydınlatma düzeyini sağlamak,
- Rahatsız edici ışıklılık karşıtlıklarını azaltmak gibi konular kontrol edilebilir [16].

f. Saydam yüzeylerin yapısal performansı; Saydam alanların yapı ömrü boyunca verdiği hizmet oldukça önemlidir. Özellikle fiziksel çevre koşullarına bağlı olarak oluşabilecek (UV etkisi, rüzgar, yağmur, yangın, kirlilik, vandalizm gibi) etkiler sonucunda saydam alanlar için seçilmiş olan malzeme ve sistemler etkilenmektedir. Fiziksel çevre etkilerine karşı doğru tasarlanmamış bir yapı kabuğu ile; iç ve dış ortam kullanıcı güvenliği, sistemin performansı (dayanıklılık) ve kullanım maliyetleri (bakım-onarım) etkilenebilmektedir.

Belirtilen başlıklardan enerji performansı, kullanıcı konforu ve iç-dış mekan estetiği doğrudan opak-saydam yüzeylerin oransal ilişkisi ile ilgilidir. Malzeme seçimi ve sistemin yapısal performansı; ısıtma-soğutma-aydınlatma giderleri ve sistemin servis ömrü ve servis süresince bakım ekonomisi ile ilişkilidir.

3. ÇALIŞMA ALANI VE YÖNTEMİNİN TANIMLANMASI

3.1. Çalışma Alanının Tanımlanması

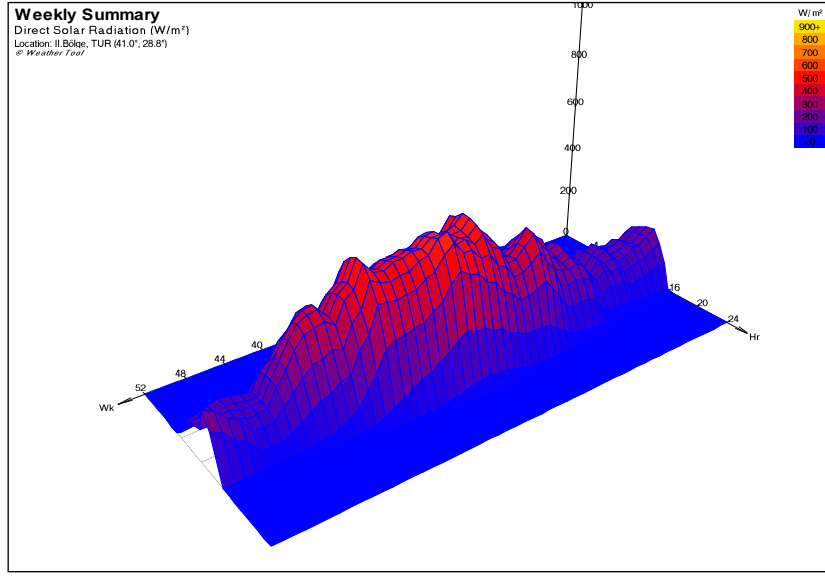
Yüksek yapı yoğunluğu ve hali hazırda hızla devam eden geniş ölçekli kentsel dönüşüm projelerinden dolayı bu çalışmada İstanbul ili pilot şehir olarak seçilmiştir. Böylece çalışmanın sonucunun geniş kitlelere referans sağlayabilmesi ve bu doğrultuda daha fazla tasarımcının kullanımına yönelik bir kaynak oluşturması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada; ılımlı-nemli iklim bölgesinde yer alan ve yapı yoğunluğu oldukça yüksek olan İstanbul örneği üzerinden, iç mekanda gerekli aydınlık düzeyine uygun olarak yapı kabuğundaki minimum saydam yüzey alanlarının belirlenebilmesi hedeflenmiştir.

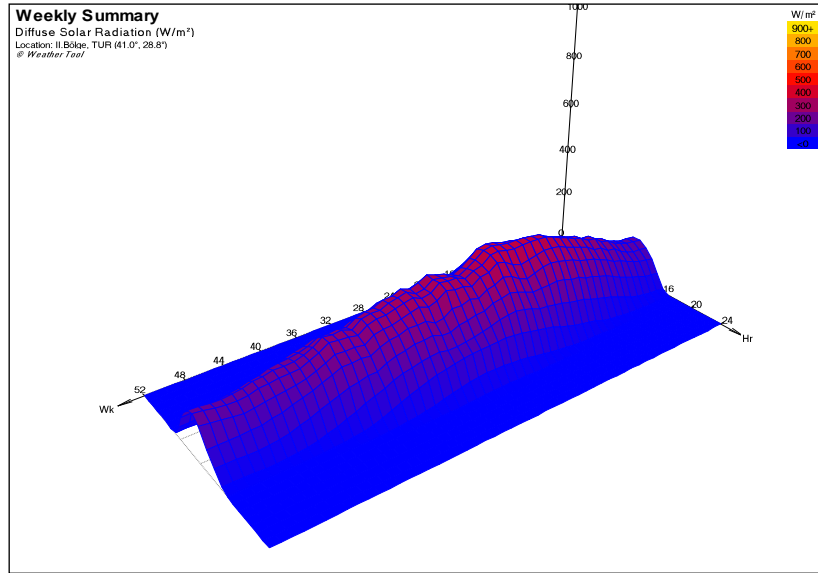
Bir bölgenin günışığı aydınlık düzeyinin belirlenebilmesinde bulunduğu bölgeye bağlı olarak direkt solar radyasyon, yaygın solar radyasyon ve bulutluluk oranları önemlidir. Çalışma alanı İstanbul'un yer aldığı koordinatlara göre direkt solar radyasyon, yaygın solar radyasyon ve bulutluluk oranı Şekil 1,2 ve 3'te görülmektedir. Direkt ve yaygın solar radyasyon, iç mekan pasif aydınlatması ya da günışığı aydınlatması için önemlidir. İstanbul'un direkt solar radyasyon grafiği, yaygın solar radyasyon grafiği, ve yıllık bulutluluk oranı grafiklerinin üretilebilmesi için Ecotect programı içinde yer alan Weather Tool modülü kullanılmıştır. Bu modül ile sadece grafikler üretilmiştir. Bu grafiklerin analizi sonucunda İstanbul'da gökyüzünün yıl boyunca çok bulutlu ya da çok güneşli olmadığı sonucu elde edildiği için, günışığı simülasyonları için ortalama gök koşulları tanımlanmıştır. Ecotect programı günışığı simülasyonu için kullanılmamıştır.

İstanbul'un kış mevsimindeki belirgin düşüşün yanında yıl boyunca dengeli direkt ve yaygın gün ışığı erişimine sahip olduğu görülmektedir. Bulutluluk oranı gün ışığından pasif yararlanabilmek için önemli bir faktördür. Bununla beraber, bulutluluk oranı yapıda pencere oranıyla ilişkili ve pencere oranı da ısı performans ve günışığı aydınlatma performansı ile ilişkilidir. Şekil 3'de verilen

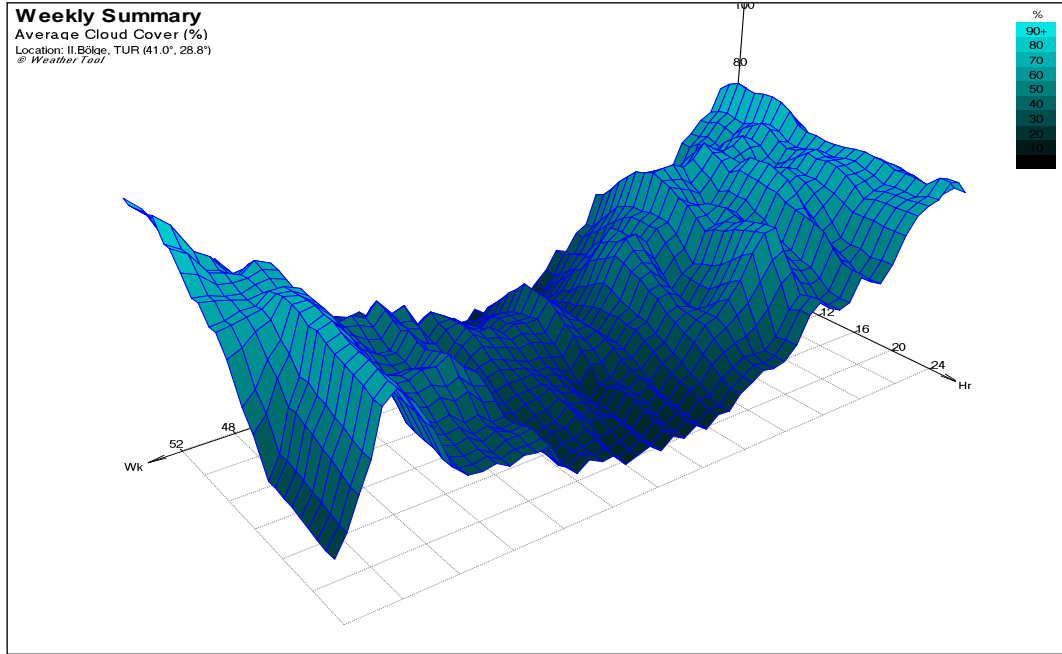
İstanbul'un yıllık bulutluluk oranı incelendiğinde, kış aylarında kısıtlı bir süre için %80 seviyelerine ulaşabilen bulutluluk oranının, bahar mevsimlerinde %50 seviyelerinde ve yaz mevsiminde ise daha düşük oranlarda olduğu görülmektedir.



Şekil 1. İstanbul için yıllık direkt solar radyasyon dağılım grafiği.



Şekil 2. İstanbul için yıllık yaygın solar radyasyon dağılım grafiği.



Şekil 3. İstanbul için yıllık bulutluluk oranı ve dağılım grafiği.

3.2. Çalışma Yönteminin Tanımlanması

Bu çalışmada günışığı simülasyonu için Design Builder ve Velux Daylight Visualizer-3 simülasyon programları kullanılmıştır. Design Builder simülasyon programı ticari bir program olup Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) kapsamında sağlanan destek ile temin edilmiştir. 64 adet mekan için yaklaşık 1792 alternatifin günışığı simülasyonunun Design Builder programı ile yapılması zaman kısıtlaması nedeni ile mümkün olamadığı için, ticari olmayan Velux Daylight Visualizer-3 programı kullanılarak, günışığı simülasyon sonuçları Design Builder programının simülasyon sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Her iki program ile elde edilen simülasyon sonuçları uyumludur. Sonuçların örtüşmesi üzerine ve birden fazla araştırmacının kullandığı [17,18,19,20] Velux Daylight Visualizer-3 simülasyon programı da eşzamanlı olarak kullanılmıştır. İstanbul için yapılan simülasyon analizlerinde kullanılan veriler (Çizelge 1-2): şöyledir:

- Referans günü ve saati olarak 21 Aralık tarihi ve saat 09:00 am olarak belirlenmiştir. Seçilen tarih gün ışığı performansının yıl içinde en düşük kabul edildiği zaman periyodudur. Saydam yüzey alanının komşu olduğu mekana yıl boyunca yeterli günışığı alabilmesi planlandığı için en kritik senaryoya göre test edilmiştir.
- Referans gökyüzü koşulu olarak; ortalama gök koşulları kullanılmıştır.
- Yapı yönelmesi veya pencere yönü ile ilgili en iyi yön olarak güney ve en kötü yön olarak kuzey belirlenmiş ve bu doğrultuda iki ayrı simülasyon yapılmıştır.
- Referans noktası analiz yüksekliği olarak kullanıcının iç mekandaki çalışma yüksekliği alınmış ve 85cm olarak belirlenmiştir. Çalışma yüksekliğine ilişkin olarak, ofis mekanları aydınlatma seviyesi üzerine yapılan çalışmada Yılmaz, F., günışığı değerinin ölçüldüğü referans yatay düzlem yüksekliğini, zeminden 80cm yükseklikte tanımlanmıştır [13]. Berköz ve diğerleri tarafından konut mekanları için yapılan başka bir çalışmada yatay düzlem yerden 85cm yükseklikte tanımlanmıştır [7].

• İç mekan aydınlık değeri olarak ortalama aydınlık değeri kullanılmıştır, birimi lüks'dür. Sümengen "Code for Lighting" (CIBSE, 2009) [21], "Lighting of work places" (CIE, 2011) [22], "Light and Lighting-Lighting of work places" (EN 12464-1, 2011) [23] ve "The Lighting Handbook 10th Edition" [24] kaynaklarında belirlenen aydınlatma düzeylerini kullanarak konutlar için temel alınabilecek minimum aydınlık düzeylerini oturma odası ve salon mekanları için 100 lux olarak tanımlanmıştır [12].

• Örnek binanın dış mekan koşulları için yapay olarak bir yerleşim dokusu önerilerek iç mekana ulaşabilecek olan doğrudan ve yansımış gün ışığı değerlerini bu dokuya uygun olarak program vermektedir.

• Bu çalışmada İstanbul ili için binanın kent dokusu içinde yer aldığı varsayımı yapılmıştır. Sokak içerisindeki yeşil dokuyu oluşturacak ağaç veya diğer engel oluşturabilecek etkenlerin olmadığı varsayımı yapılmıştır. Engel açısı hesaplanırken iki uç örnek dahilinde iki ayrı senaryo test edilmiştir. İlk senaryoda hiçbir engelin olmadığı (engel açısı 0-sıfır) gün ışığı etkisinin en yüksek olduğu durum ölçülmüştür. İkinci senaryoda ise engel açısının 40 (kırk) derece olduğu, kent dokusu içerisindeki bir konutun günışığı performansının irdelenmesi amaçlanmıştır. Engel açısı (40 derece) olan analizde, engel açısı hesaplanırken karşı binanın tepe noktası kullanılmıştır (Şekil 4). İstanbul'da kent dokusunda yer alan binaların kat yüksekliğine bağlı olarak oluşturabileceği açı göz önüne alınmıştır. Sokak dokusuna bağlı olarak sokağın iki yanındaki bina aralıklarının 10m, 13m, 16m, ve 20 metre olması durumlarında, 40 derecelik engel açısı 3, 4, 5, ve 6 katlı yapı yüksekliğine olanak sağladığı için, en yüksek engel açısı 40 derece olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Bu çalışma engel açısı 40 dereceden daha yüksek olabilecek sokak dokuları için sağlıklı bir sonuç vermeyeceği için kullanılmamıştır. Bunlara örnek olarak mevcut tarihi sokak dokuları ve kaçak yapılaşma sonucu oluşan sokak dokuları verilebilir.

• Oda genişliği 3 metre ile 8 metre arasında değişen tüm durumlar için test edilmiştir. Oda yüksekliği 2.70mt olarak alınmıştır. Hacim boyutlarında yükseklik sabit tutularak genişlik ve derinlik değerleri değiştirilerek günışığı ile aydınlatmada iç aydınlık düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Böylece iç mekanda optimum günışığı değerlerini sağlayabilen farklı mekan boyutlarına göre yapı kabuğunda olması gereken saydamlık oranları belirlenmiştir. Bu sonuçlar; iç mekan ve yapı kabuğu ilişkisinde etkin günışığı sağlayabilmeyi amaçlayan tasarımcılara karar verebilme kolaylığı sağlayabilecektir.

• Oda genişliği, yönlenme, engel açısı sabitken derinlik (3 metre ile 8 metre arasında değişen tüm durumlar) değişken olarak alınmıştır.

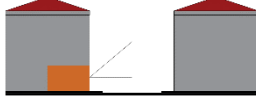
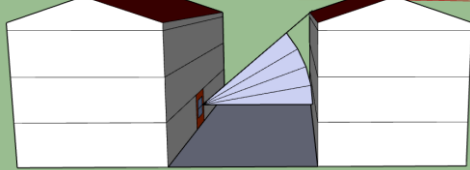
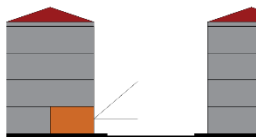
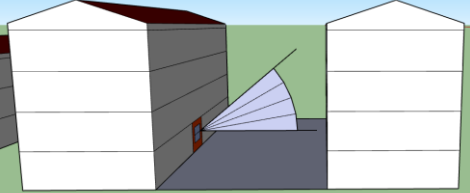
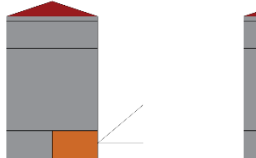
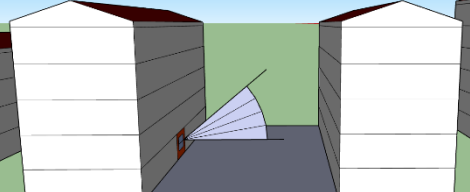
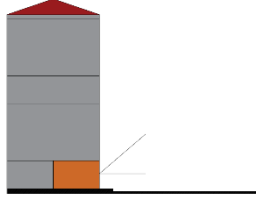
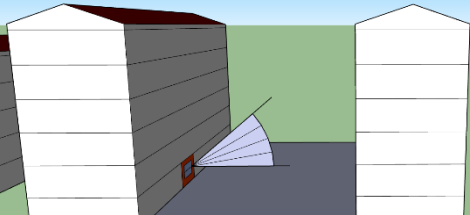
• Oda derinliği 3 metre ile 8 metre arasında değişen tüm durumlar için test edilmiştir. Tefriş elemanlarının yok kabul edildiği odanın penceresinin cephesine oranı 9 farklı durum için test edilmiştir. Tefriş elemanları renk-doku-boyut ve kullanıcı açısından çok farklı senaryoya bağlı olabildiğinden bu çalışma dahilinde göz önüne alınmamıştır.

• Saydamlık oranı değeri; pencere alanı/pencere duvar alanı olarak belirlenmiştir. %15 ile %45 arasında değişen pencere oranları test edilmiştir.

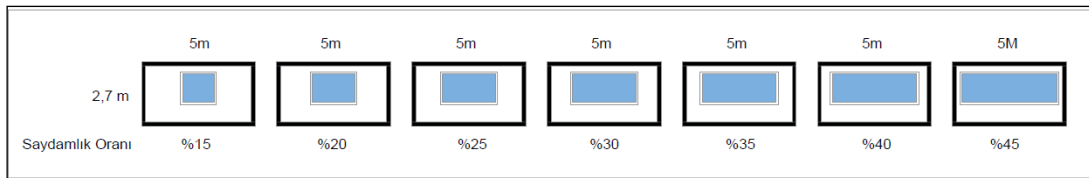
• Saydamlık oranında minimum sınır %20 psikolojik konfor, dış görüş olarak ifade edilmektedir. Dış görüş bina tasarımında dinamik bir şekilde dış çevrenin, güneş ışığı ve mevsimsel değişikliklerin algısının sağlandığı önemli bir etmen olarak tanımlanmaktadır (CIBSE LG 10:1999, BS 8206-2:2008). Saydamlık oranında maksimum sınır ise; ısıtma-soğuma yükleri, kamaşma ve mahremiyet olarak ifade edilmiştir. Buna göre minimum sınır %20 belirtilmesine rağmen %15 oranı da test edilerek uygunluğu kontrol edilmiştir.

• Yapı kabuğunda pencere parapet üstü olarak düşünülmüştür. Saydamlık oranı olarak alt sınır %15, üst sınır için pencere geometrisine göre saydamlık oranının maksimum %45 olabileceği hesaplandığı için %45 kabul edilmiştir (Şekil 5). Şekil 5'te saydamlık oranı 5 metre genişliğindeki hacim için örnek olarak gösterilmiştir. Diğer hacim genişlikleri için de benzer bir çalışma yapılmıştır.

- İç mekan yüzey yansıtıcılık seviyeleri sırasıyla tavan: 0.84 (White Paint Matte), duvarlar: 0.633 (Light Gray Paint) ve zemin: 0.35 (Fabric) olarak alınmıştır. Camın ışık geçirgenlik oranı 0.78'dir. Örnek oda için kabul edilen yeterli aydınlık seviyesi 100 lüks olarak kabul edilmiştir.

Kat Adedi	Sokak Kesiti	Sokak Dokusu
3		
4		
5		
6		

Şekil 4. Sokak genişlikleri-Bina yükseklikleri-Engel açısı ilişkisi.



Şekil 5 . Saydamlık oranı.

İstanbul ili simülasyon için kullanılan veriler ve değişkenler Çizelge 1-2 'de, simülasyon için çalışılan hacim boyutları ise Şekil 6'da görülmektedir.

Çizelge 1. Simülasyon için kullanılan veriler.

Hacim Genişliği (mt)	Hacim Derinliği (mt)	Yön	Engel Açısı
3	3-4-5-6-7-8	Güney-Kuzey	0 (sıfır)-40 (kırk) derece
4	3-4-5-6-7-8	Güney-Kuzey	0 (sıfır)-40 (kırk) derece
5	3-4-5-6-7-8	Güney-Kuzey	0 (sıfır)-40 (kırk) derece
6	3-4-5-6-7-8	Güney-Kuzey	0 (sıfır)-40 (kırk) derece
7	3-4-5-6-7-8	Güney-Kuzey	0 (sıfır)-40 (kırk) derece
8	3-4-5-6-7-8	Güney-Kuzey	0 (sıfır)-40 (kırk) derece

Çizelge 2. Simülasyon için kullanılan değişkenler.

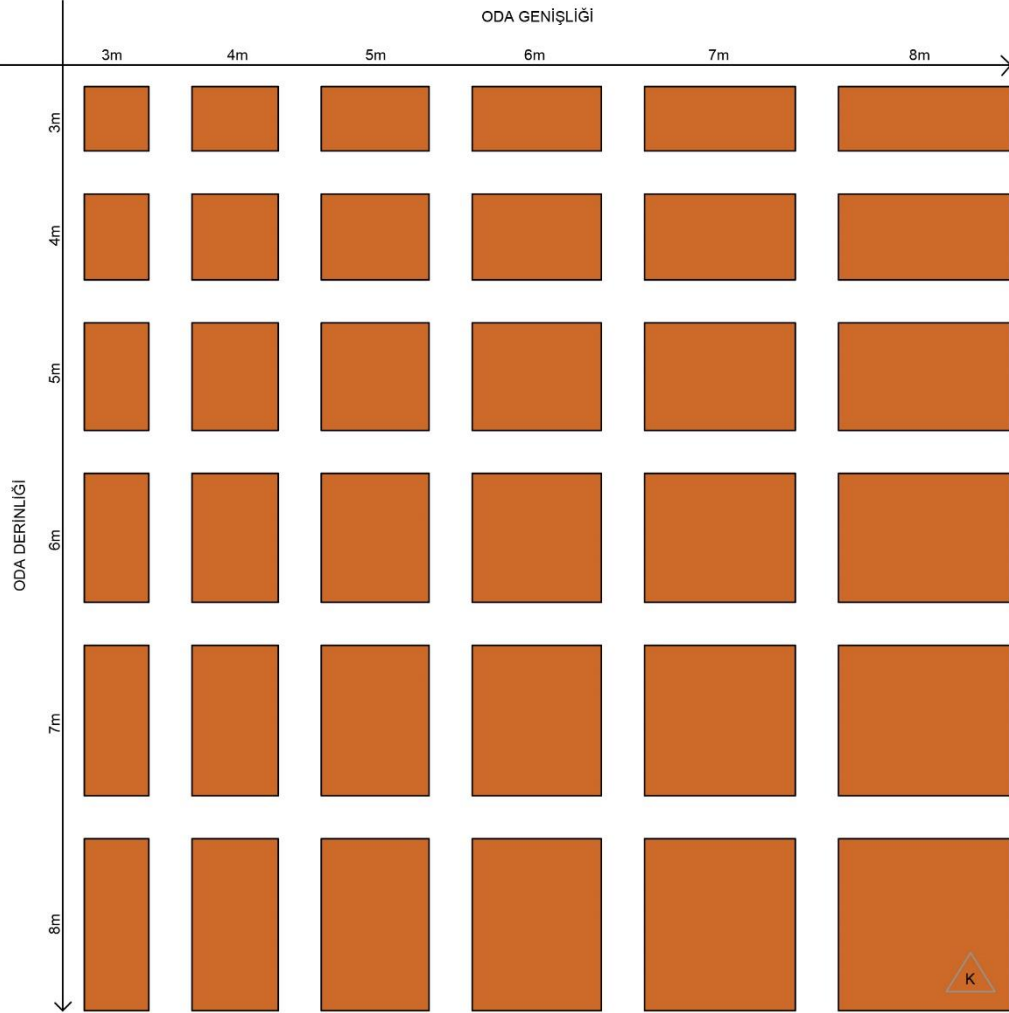
Değişken Çeşidi	Değişken Sayısı	Değişkenler						
Mekan Boyutu	64 adet	3m x 3,4,5,6 ,7-8m	4m x 3,4,5,6 ,7-8m	5m x 3,4,5,6 ,7-8m	6m x 3,4,5,6 ,7-8m	7m x 3,4,5,6 ,7-8m	8m x 3,4,5,6 ,7-8m	
Engel Açısı	2 Adet	0	40					
Yönlenme	2 Adet	Kuzey	Güney					
Saydımlık Oranı	7 adet	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%
Simülasyonu Yapılan Alternatif Sayısı	1792							

4. ANALİZ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

4.1. Analiz Sonuçları

Bu çalışma kapsamında, yöntemde tanımlanan parametreler kullanılarak uç değer simülasyonları yapılmış ve bunlara göre İstanbul ili için kuzey ve güney yönlerine ilişkin sonuçlar (Çizelge 3-4, Şekil 7a-7b) elde edilmiştir. Şekil 7a-7b; 3 mt genişlik kuzey-güney yönleri için günışığı performans analizini göstermektedir. Tüm ölçüler için bu çalışma yapılmıştır.

Araştırma sonucu elde edilen verilerin aktarıldığı tablolarda yeterli aydınlık seviyesi olarak belirlenen 100 Lüks değeri alınmıştır. Tablolarda 95 lüks altında kalan değerler (-), 95-100 lüks arasındaki değerler (0), 100 lüksün üstündeki değerler ise (+) olarak ifade edilmiştir. Çalışmada İstanbul ili için birbirinin tam zıttı koşullara sahip olmasından dolayı özellikle güney ve kuzey yönleri için inceleme yapılmıştır. Ele alınan değişkenler açısından homojen ve yeterli aydınlatmayı etkileyen başlıca faktörlerin; mekan derinliği ve engel açısı olduğu görülmüştür. Buna göre güney yönünde elde edilen sonuçlar:



Şekil 6. Simülasyon için çalışılan hacim genişlikleri ve derinlikleri.

- Güney yönünde engel açısının 0 (sıfır) derece olduğu seçeneklerde 4 metre derinliğe kadar tüm mekanlarda psikolojik alt sınır olarak kabul edilen %20 saydamlık oranında dahi mekan içerisinde istenen aydınlatma seviyeleri sağlanabilmiştir. Mekan derinliği 8 metre çıktığında 6 metreye kadar olan hacim genişliklerinde saydamlık oranı değeri %30'lara çıkmıştır. 6 metreden geniş hacimler için mekan derinliği 8 metreye varan hacimlerde ise %25 oranı yeterli olmuştur.
- Güney yönünde engel açısının 40 (kırk) derece olduğu seçeneklerde yeterli en az saydamlık oranı %25 olarak hesaplanmıştır. 5 metre derinlikten sonra saydamlık oranı değerleri %35'in üzerine çıkmaktadır. Hacim derinliği 7 metreyi aştığında ise saydamlık oranları ısıtma ekonomisi açısından sınır değer olarak kabul edilen %45 oranını aşmaktadır.

- Bu durumda güneye bakan mekanlarda engel açısının 0 (sıfır) derece olarak alındığı koşulda, ısıtma enerjisi tasarrufunun yanı sıra aydınlatma enerjisi açısından da tasarruf sağlamak mümkündür. Ancak, bina önündeki engel büyüdükçe, özellikle 6 metreden derin mekanlarda aydınlatma için gerekli olan saydamlık oranları, ısıtma ekonomisi açısından sınır değerleri yakaladığından uygun değildir. Bu nedenle Güney yönünde dahi olsa engel açısının 40 derece değerlerine ulaşması gereken şartlarda mekan derinliklerinin 7 metreyi aşmaması enerji verimliliği açısından daha uygun olacaktır. Ancak, şartlara, yapının türü ve işlevine bağlı olarak güney yönünde, engel açısının 40 (kırk) dereceyi aştığı durumda ve 7 metreden daha derin mekan yapılması gerektiği durumlarda gelişmiş gün ışığı sistemleri, güney yönünde cephe elemanları ile birlikte tasarlanabilir.

Çalışma alanı için kuzey yönünde elde edilen sonuçlar:

- İklimsel açıdan en kötü yön olarak kabul edilen kuzey yönüne bakan mekan analizlerinde, engel açısının 0 (sıfır) derece olması durumunda dahi gerekli olacak en az saydamlık oranı %25 olarak hesaplanmıştır. Hacim derinliği 5 metreye yaklaştığında saydamlık oranı değerleri %35'e çıkmaktadır. Hacim derinliği 7 metredeki saydamlık oranı değerleri, kuzey yönü için öngörülen değerlerin üzerine çıkmaktadır.

- Kuzey yönündeki engel açısı 40 (kırk) derece olduğunda gerekli olan en az saydamlık oranı %30 olarak hesaplanmıştır. Hacim derinliği 4 metreyi aştığındaki saydamlık oranı değeri %40'a çıkmaktadır. Hacim derinliği 6 metreyi aştığında ise saydamlık oranları ısıtma ekonomisi açısından sınır değer olarak kabul edilen %45 oranını aşmaktadır.

- Bu durumda kuzey yönüne bakan mekanlarda, engel açısının 0 (sıfır) derece olarak alındığı koşulda dahi enerji ekonomisi açısından 7 metreden derin mekanlar tasarlamak sakıncalı olmaktadır. Engel açısı 40 (kırk) derece olarak alındığında kuzey cephesine komşu olacak mekanların derinliklerinin 4 metreyi aşmaması gerekmektedir. Aynı yönde 6 metreden derin mekanların tasarlanması enerji ekonomisi açısından da uygun değildir.

4.2. Değerlendirme

Çizelge 3-4, opak-saydam yüzey alanları için günışığından yararlanma prensibine dayanarak, güney ve kuzey yöne bakan farklı boyutlara sahip mekanlar için hesaplanmış olan saydamlık oranlarını içermektedir. Mimar, İstanbul ilinde yer alan ilgili projesinde, yapı kabuğu tasarımında saydam yüzey alanlarını belirlemek amaçlı, mekan boyutlarına ve yöne göre Çizelge 3-4'de belirlenmiş minimum oranlar ile opak-saydam alanlarına ilişkin ön kabuller yapılabilir.

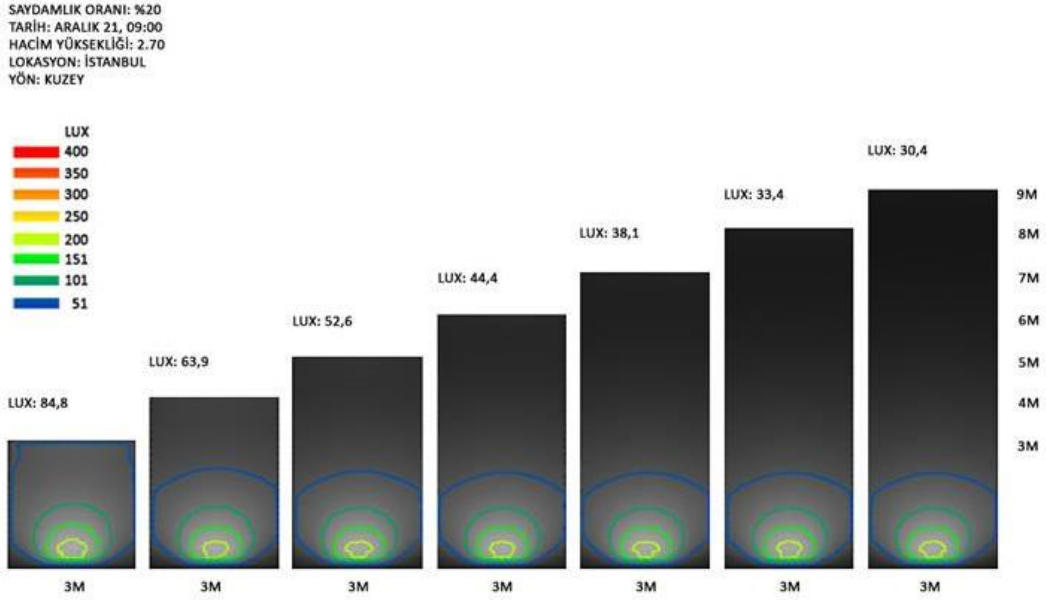
Çizelge 3-4'ün kullanımı bir örnekle değerlendirildiğinde; hacim derinliği 3 metre, hacim genişliği 3 metre olan bir mekan için güney yönünde minimum saydamlık oranının %20, kuzey yönünde ise minimum saydamlık oranının %30 olarak hesaplandığı görülmektedir. Bu veri, ilgili mekana komşu yapı kabuğu için tavsiye edilen minimum saydam yüzey alanını tarif etmektedir. 3x3 metre boyutlarında bir mekanın güney yönünde saydamlık oranı için hem psikolojik alt sınır %20, hem de bu mekan için hesaplanan minimum saydamlık oranı %20'dir. Çalışma parapet üstü pencere tipi (Şekil 5) üzerinden çalışıldığı için, dolu yüzeyler çıkarıldığında maksimum saydamlık oranı yaklaşık %45 olarak hesaplanmaktadır. 3x3 metre boyutlarında bir mekanın yapı kabuğu tasarımında saydamlık oranı minimum %20, maksimum %45 aralığı görsel ve ısıl konfor açısından verimli ve ekonomik bir aralıktır. Mimar, cephe tasarımına bağlı olarak bu aralığın üstünde bir saydamlık oranı da kullanabilir. %100'e yakın saydam yüzeyden oluşan bir cephe de tasarlayabilir. Ancak, belirtilen aralığın üstünde bir oran için çeşitli parametrelerin kontrolünün sağlanması gerekir.

Çizelge 3. Engel açısı 0° (sıfır) için günışığı performans analizleri.

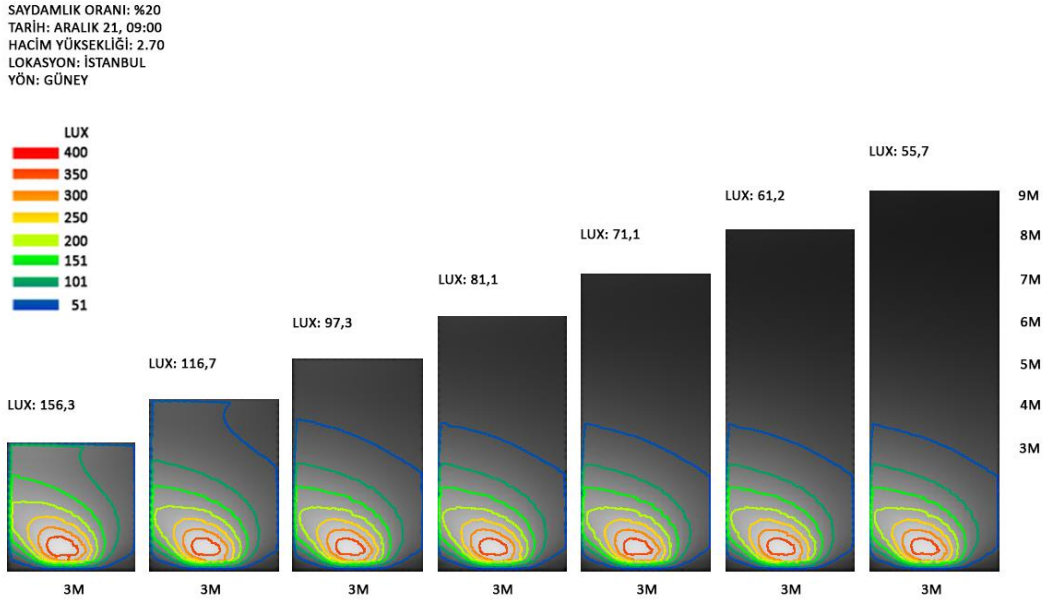
Hacim Genişliği	Hacim Derinliği	GÜNEY Pencere Oranı (%)						KUZEY Pencere Oranı (%)							
		15	20	25	30	35	40	45	15	20	25	30	35	40	45
3m	3m	0	+	+	+	+	+	+	-	-	0	+	+	+	+
	4m	-	0	+	+	+	+	+	-	-	-	0	+	+	+
	5m	-	0	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	0	+
	6m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	0
	7m	-	-	-	0	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	8m	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	-	-	-	-
4m	3m	+	+	+	+	+	+	+	-	-	0	+	+	+	+
	4m	0	+	+	+	+	+	+	-	-	-	0	+	+	+
	5m	-	0	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	+	+
	6m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	0
	7m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	0
	8m	-	-	-	0	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
5m	3m	+	+	+	+	+	+	+	-	0	+	+	+	+	+
	4m	0	+	+	+	+	+	+	-	-	0	+	+	+	+
	5m	-	0	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	+	+
	6m	-	0	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	0	+
	7m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	0
	8m	-	-	-	0	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
6m	3m	+	+	+	+	+	+	+	-	-	0	+	+	+	+
	4m	0	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	+	+
	5m	-	0	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	0	+
	6m	-	0	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	0
	7m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	8m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
7m	3m	+	+	+	+	+	+	+	-	0	+	+	+	+	+
	4m	0	+	+	+	+	+	+	-	-	0	+	+	+	+
	5m	-	0	+	+	+	+	+	-	-	-	0	+	+	+
	6m	-	0	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	+	+
	7m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-	0	+
	8m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	0
8m	3m	+	+	+	+	+	+	+	-	0	+	+	+	+	+
	4m	0	+	+	+	+	+	+	-	-	0	+	+	+	+
	5m	0	+	+	+	+	+	+	-	-	-	0	+	+	+
	6m	-	0	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	+	+
	7m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-	0	+
	8m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	0

Çizelge 4. Engel açısı 40° (Kırk) için günışığı performans analizleri.

Hacim Genişliği	Hacim Derinliği	GÜNEY Pencere Oranı (%)						KUZEY Pencere Oranı (%)							
		15	20	25	30	35	40	45	15	20	25	30	35	40	45
3m	3m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	0	+	+	+
	4m	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	-	0	+	+
	5m	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
	6m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4m	3m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	0	+	+	+
	4m	-	-	-	0	+	+	+	-	-	-	-	0	+	+
	5m	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	-	-	0	+
	6m	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
	7m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5m	3m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	0	+	+	+	+
	4m	-	-	-	0	+	+	+	-	-	-	-	0	+	+
	5m	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	-	-	0	+
	6m	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
	7m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6m	3m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	0	+	+	+	+
	4m	-	-	-	0	+	+	+	-	-	-	0	+	+	+
	5m	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	-	-	0	+
	6m	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
	7m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7m	3m	-	-	0	+	+	+	+	-	-	0	+	+	+	+
	4m	-	-	-	0	+	+	+	-	-	-	0	+	+	+
	5m	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	-	-	0	+
	6m	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
	7m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8m	3m	-	0	+	+	+	+	+	-	-	0	+	+	+	+
	4m	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	0	+	+	+
	5m	-	-	-	0	+	+	+	-	-	-	-	0	+	+
	6m	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	+
	7m	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
	8m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Şekil 7. (a) 3 mt genişlik kuzey yönü için günışığı performans analizi.



Şekil 7. (b) 3 mt genişlik güney yönü için günışığı performans analizi.

Çizelge 3-4 ile mekan boyutlarına göre görsel konfor için gerekli olan saydamlık oranları elde edilebilir. Ancak, yapı kabuğunun görsel konfor ile birlikte yerine getirmesi gereken farklı görevleri de bulunmaktadır. Bunun için yapı kabuğunda saydam yüzeylerin tasarımı bölümünde bilgi verilen kriterler; Enerji performansı, Kullanıcı konforu, Dış cephe estetiği, İç mekan estetiği, Malzeme seçimi ve Yapısal performans bağlamında değerlendirme yapmak gerekir. Buna göre;

Enerji performansı; Enerji korunumu amaçlı tasarımda Türkiye için kullanabileceğimiz kaynak TS 825 (2013) Binalarda Isı Yalıtım Kurallarıdır [25]. Yapı kabuğunun TS 825'de verilen derece gün bölgelerine göre tavsiye edilen değerlere uygun olarak hesaplanması ve malzeme seçiminin yapılması gerekmektedir. Ancak, standart yapı kabuğu tasarımında doluluk (duvar)-boşluk (pencere) oranlarına ilişkin bilgi vermemektedir. Verilen bilgi bir yapı bileşeni için tavsiye edilen toplam ısı geçirgenlik katsayısıdır (U). TS 825'de verilen değerlere bakıldığında (Çizelge 5) yapı kabuğunu oluşturan yüzeyler duvar ve açıklık (pencere,kapı) olarak; duvar için U_d : 0,66 W/m²K, pencere için U_p : 1,8 W/m²/K'dir. Opak-saydam oranları tanımsız olduğu gibi, aynı yüzeyi oluşturan iki bileşenin tavsiye edilen U değerleri arasında da üç (3) katı fark bulunmaktadır.

Çizelge 5. Derece Gün Bölgelerine göre en fazla kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri [25].

	U_D (W/m ² °C)	U_T (W/m ² °C)	U_t (W/m ² °C)	U_P (W/m ² °C)
1. Bölge	0,66	0,43	0,66	1,8
2. Bölge	0,57	0,38	0,57	1,8
3. Bölge	0,48	0,28	0,43	1,8
4. Bölge	0,38	0,23	0,38	1,8
5. Bölge	0,36	0,21	0,36	1,8

Bu nedenle TS 825'de derece gün bölgelerine göre U değerleri tanımlanmış olsa da oransal ilişkiyi kontrol edebilecek bir kriter bulunmadığı, tasarımcının yapı kabuğunu (opak-saydam oranları) nasıl tasarlayabileceğine ilişkin ön kabuller olmadığı için, opak-saydam ilişkisi gelişigüzel verilen kararların sonucu olmaktadır. Bu gelişigüzel kararlar iç mekanda kamaşma etkisi, ısıtma performansının azalması, yapının yıllık ısıtma-soğutma yüklerinin artması gibi olumsuz etkilere sahiptir.

Çizelge 3-4'den yönlere bağlı olarak elde edilen minimum saydamlık oranları ile TS 825 birlikte ele alındığında, hem görsel konforun günışığı ile sağlanması, hem de ısıl konfor açısından yapı bileşenlerinin daha etkin kullanımının sağlanması ile ısıtma ve aydınlatma açısından daha verimli mekan ve yapılar tasarlamak mümkün olacaktır. Burada yapı bileşenlerinin malzeme seçimi oldukça önemlidir. Saydamlık oranı Çizelge 3-4'de verilen minimum değerlerin üstünde yapılabilir. Üst sınır %45'in üstüne de çıkabilir, yüzey tamamen cam malzeme ile de tasarlanabilir. Ancak, seçilecek olan camın U değeri çok önemlidir. Bu değer duvarın (U_d) değerine yaklaşmalıdır.

Kullanıcı konforu; Çizelge 3-4'e göre tavsiye elde edilen değerler iç mekanda kullanıcının görsel konforunun sağlanabilmesi için mimara, gerekli olan alt sınırı vermektedir. Tasarımcı bu alt değer ile günışığı ile sağlanan aydınlatma anlamında güvenli alandadır. Tasarımcı bu alt değeri temel kabul ederek; yapının türü, kullanıcının eylem türü, kullanıcının mekanda kalma süresi gibi birtakım kriterlere bağlı olarak bir oranda kullanılabilir. Pencerenin oranı sabit kalarak yeri ve geometrisi ile ilgili değişiklik yapabilir. Bunlar gün ışığının iç mekana ulaşmasında kullanıcının bir iç

mekanda temel ihtiyaçları anlamında tasarımcı tarafından kontrol edilebilir parametrelerdir. Sonrasında kullanıcı kendi isteğine bağlı olarak mekanda kullanabileceği çeşitli tefriş elemanları ile içeriye alınan ışığın etkisini arttırabilir/azaltabilir.

Dış cephe estetiği; Çalışmada farklı mekan boyutlarına göre saydamlık oranları belirlenmiştir. Örneğin güney yöne bakan iki ayrı 3x3 metre yada 3x6 metre boyutlarındaki iki ayrı mekan için tavsiye edilen saydamlık oranları farklıdır. Tasarımcı çizelgeden her mekanın boyutlarına göre gerekli olan alt sınır değerleri mutlaka kabul ederek kararlar almalıdır. Öncelikle mimar yapının bulunduğu yerleşim dokusu içinde yapının nasıl yer alması gerektiğine ilişkin bir fikir üzerinden dış cephe tasarım prensiplerini belirlemelidir. Bu tasarımda dış cephede tek tip ya da farklı boyut ve geometride pencere kullanıp/kullanmama kararları bu prensip kararları içinde yer almalıdır. Tek tip pencere boyutu-geometrisi kullanılacak ise alt sınır üstünde kalacak şekilde ortak bir değer belirlenebilir. Cephede daha hareketli, farklı boyut ve geometride pencere kullanmak için her bir mekan kendi saydamlık oranı ile de değerlendirilebilir.

İç mekan estetiği; Yapı kabuğunda pencerelerin yeri, boyutu ve geometrisi iç mekanda ışığın hareket alanını/dağılımını, dış mekanda ise yapının kimliğini ifade etmektedir. Pencerelerin yeri, boyutu ve geometrisi gibi değişkenlerin kararı sadece yapının dışarıda kendini nasıl ifade edebileceği üzerinden değil, iç mekandaki ihtiyaçlara, oluşturulmak istenen iç ve dış algıya da bağlı olarak düşünülmelidir. Normal şartlarda Çizelge 3-4'den elde edilen veriler ile alt ve üst sınırlar arasında kalmak önemlidir. Çok özel mekanlarda bu sınır değerler değiştirilebilir; iç mekanda farklı etkiler oluşturmak istendiğinde dışarıdan gelen ışığın oranı yapı kabuğundan geçişi sırasında arttırılabilir/azaltılabilir, yada iç mekanda kullanılacak olan yüzey kaplama, tefriş elemanları ile de bu etki ışık-gölge-renk gibi parametrelerle farklılaştırılabilir. İç mekan tasarımı şahıs için tasarlanan yapılarda direk kullanıcıya, çok kullanıcıli mekanlarda ise tasarımcıya bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.

Malzeme seçimi; Çizelge 3-4'den elde edilen değerler saydamlık oranını tanımlar. Bu oran net cam alanını ifade etmektedir. Malzeme seçiminde teknik konular (görsel, ısı, işitsel konfor vs) ele alınırken, yapının estetik bir değerinin de olması gerektiği unutulmamalıdır. Mimar, Çizelge 3-4 ve TS 825 ile İstanbul ili için makro ölçekte görsel ve ısısal anlamda yapı kabuğunun tasarımında kullanabileceği alt değerlere sahiptir. Bu veriler tasarımcının projeye ilişkin artı parametreleri üzerinden geliştirilerek malzeme seçimi yapılmalıdır. Bu seçimde yapı kabuğunun görevleri arasında olan ses, yangın ve su-nem yalıtımının da optimum koşullarda sağlanması gerekliliği unutulmamalıdır.

Çizelge 3-4'den elde edilen net açıklık (saydamlık) oranına bağlı olarak yapılacak doğrama sistemi ve cam seçimi oldukça önemlidir. Yapı kabuğu giydirme cephe sistemi ya da geleneksel sistem olabilir. Hangi sistem olursa olsun;

- U değerleri ile enerji performansı,
- Işık ve ısı geçirgenliği ile kullanıcı konforu,
- Renk-doku-boyut-geometri özellikleri ile dış cephe estetiği,
- Özellikle cam rengi, cam türü, camın boyut ve geometrisi ile iç mekan estetiği,
- Kullanılacak olan geleneksel ya da giydirme cephe sisteminin kendi gereklilikleri ile servis ömrü süresince yapısal performansı optimum düzeyde sağlanmış olmalıdır.

5. SONUÇ

Tasarımcının kontrol edemediği fiziksel çevre koşullarına bağlı olarak kontrol edebildiği yapı türü ve işlevine göre tasarladığı yapılar; farklı mekan boyutları ve ona komşu olan farklı dış duvar (yapı kabuğu) çözümleri gerektirmektedir. Kullanıcı konforu ve kullanım ekonomisini yakından ilgilendiren bu ilişkide çevresel etkilere bağlı olarak yapısal çözümlerin doğru yapılması ile aydınlatma-ısıtma-soğutma açısından konforlu ve enerji verimli yapılar üretebilmek mümkündür.

Bu çalışmada İstanbul ili, kuzey-güney yönleri için mevcut çevre verilerine göre saydamlık oranları farklı genişlik ve derinlikte mekanlar için test edilerek belirlenmiştir. Bu sonuçlar iç mekan boyutlarına bağlı olarak yapı kabuğunda opak-saydam yüzey oranlarını vermektedir.

TS 825 (2013) makro ölçekte Türkiye'yi beş derece gün bölgesine ayırmaktadır. Bu ayırım mimara makro ölçekte proje alanına ilişkin enerji korunumlu bir yapı tasarımı için gerekli olan ön kabulleri vermektedir. Bir yapının mikro ölçekte yakın çevresindeki doku özelliklerine göre yapıyı etkileyen koşullar daha farklı olmasına rağmen, TS 825'de verilen bilgiler ısı konfor anlamında bir bina için ön verileri, alt sınır değerlerini ifade etmektedir. Aynı düşünce ile bu çalışmada elde edilen sonuçlarda (çizelge 3-4) İstanbul için opak-saydam oranlarına ilişkin makro ölçekte bir genelleme yapılmakta, tasarımcının saydamlık oranına ilişkin alt sınır değerine sahip olmasını sağlamaktadır. Her iki bilgi örtüştürülerek hem aydınlatma hem ısıtma anlamında alt sınır değerler üzerinden mikro ölçekte şartlar yeniden tanımlanarak binaların, toplam enerji simülasyonları yapılarak optimum çözüm alternatifleri ile avan proje aşamasında kullanılacak kesin kabul değerleri elde edilebilir. Bu durumda gerçek enerji etkin bina tasarımı mümkün olabilecektir.

Bu çalışma devamında;

- Belirlenen saydamlık oranları sadece yapı kabuğunda opak-saydam yüzey oranını ifade etmektedir. Buna bağlı olarak saydam yüzeylerin (pencere) geometrisi, sayısı ve iç mekana göre yeri de çalışılmalıdır.

- İç mekan aydınlık düzeyine bağlı olarak hesaplanan en uygun saydam yüzey alanlarının, TS 825'e göre ısı özellikleri ile birlikte değerlendirilerek hem görsel hem de ısı parametrelere en uygun yapı kabuğu çalışılmalıdır. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standartında tanımlanan makro iklim bölgeleri için belirlenen sınır değerler ile ısı konfor koşullarını sağlamak ve enerji korunumlu binalar tasarlayabilmek amacı vardır. Enerji korunumlu bir bina tasarımı sadece ısı özelliklerin iyileştirilmesini değil, aynı zamanda enerji tasarrufu yapabileceği diğer konfor parametrelerinde de ısı konfora uyumlu bütünlük tasarım yapabilmektir. Bu açıdan enerji tüketiminde büyük bir bütçe oluşturan yapma aydınlatma yerine günışığı kullanımının planlanması daha uygun bir yaklaşım olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma MSGSÜ Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir. Destek için kuruma teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- [1] Yılmaz, F. Ş., Yener, A. K., (2013), Aydınlatma Tasarımında Görsel Konfor, Enerji Performansı ve Çevresel Etki Değerlendirmesi, VII. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu.
- [2] The IESNA Lighting Handbook (2000), Reference & Application. 9. Baskı, New York: Illuminating Engineering Society of North America.
- [3] Okutan, H., (2008), Gün Işığı Aydınlatmanın Temel İlkeleri ve Gelişmiş Gün Işığı Aydınlatma Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- [4] http://www.emo.org.tr/ekler/d77279f7d325eec_ek.pdf (Son erişim: Nisan 2017).
- [5] Ünver, R., (2002), Yapı Dış Engellerin Hacim İçi Gün ışığı Aydınlığına Etkisi: İstanbul Örneği, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi, İstanbul.
- [6] Murt, Ö., (2006), Gün Işığı Aydınlik Düzeyinin Diyarbakır Tarihi Konut Mimarisinde Mekan Pencere Açıklıkları Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- [7] Berköz, E., Aygün, Z. Y., Kocaaslan, G., Yıldız, E., Ak, F., Küçükdoğu, M., Enarun, D., Ünver, R., Yener, A. K., ve Yıldız, D., (1995), Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Tübitak, INTAG 201.
- [8] Ünalın, H., Gökaltın, E., (2015), Farklı Yönlere göre Değişen Opaklık Saydamlık Oranının Isıtma ve Soğutma Enerjisine Etkisi, Fırat Üni Mühendislik Bilimleri Dergisi 27(1), 57-64.
- [9] Erlalelitepe, İ., Aral, D., Kazanasız, T., (2011), Eğitim Yapılarının Doğal Aydınlatma Performansı Açısından İncelenmesi, Megaron Dergisi, 6(1), 39-51.
- [10] Aksoy, U. T., Ekici, B. B., (2013), TS 825 İklimsel Verilerinin Farklı Derece Gün Bölgeleri için Uygunluğunun Değerlendirilmesi, METU JFA, 30(2), 163-179.
- [11] Güvenkaya, R. K., Küçükdoğu, M. Ş., (2009), İlköğretim Dersliklerinde Aydınlatma Enerjisi Yönetiminde Yönlere Uygun Cephe Seçeneklerinin Değerlendirilmesi, İTÜ Dergisi/a Mimarlık, Planlama, Tasarım 8(2), 77-88.
- [12] Yener, A. K., Sümengen, Ö., (2013), Konutlarda Aydınlatma Enerjisi Performansı ve Görsel Konfor Koşulları. VII. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu.
- [13] Yılmaz, F. Ş., (2016), Güneş Kontrolü Tasarımının Görsel Konfor ve Günışığı Performansına Etkisi: Ofis Binaları, Online Journal of Art and Design, 4(4).
- [14] Yurttakal, Ö. (2007), Pencere Sistemlerinin Isıl Performansının Eleman ve Bina Düzeyinde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.

- [15] International Energy Agency Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme, (2000), Daylight in Buildings, A Source Book on Daylighting Systems and Components, A Report of IEA SHC Task 21/ ECBCS Annex 29.
- [16] Gedik, G. Z., (2017), Yapı Kabuğunun Saydam Alanları için Uygun Cam Türlerinin Belirlenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans ders notları.
- [17] Mohelnikova, J., and Hirs, J., (2016), Effect of externally and internally reflective components on interior daylighting, *J. Build. Eng.*, 7, 31–37.
- [18] Soori, P. K., and Vishwas, M., (2013), Lighting control strategy for energy efficient office lighting system design, *Energy Build*, 66, 329–337.
- [19] Debnath, R. and Bardhan, R., (2016), Daylight Performance of a Naturally Ventilated Building as Parameter for Energy Management, *Energy Procedia*, 90, 382–394.
- [20] Acosta, I., Munoz, C., Campano, M. A., and Navarro, J., (2015), Analysis of daylight factors and energy saving allowed by windows under overcast sky conditions, *Renew. Energy*, 77, 194–207.
- [21] CIBSE., (2009), The Society of Light and Lighting Code For Lighting.
- [22] CIE., (2011), International Commission on Illumination: Lighting of Work Places - Part 1: Indoor.
- [23] EN 12464-1 Standardı., (2011), Light and Lighting of Workplaces.
- [24] IESNA., (2011), Illuminating Engineering Society –The Lighting Handbook Reference and Application /10th Edition.
- [25] TS 825., (2013), Binalarda Isı Yalıtım Kuralları.