



# Yüzeylerin Görünürlüklerinin Nesnel ve Öznel Yönden Değerlendirilmesi

## Objective and Subjective Determination of the Surface Visibility

Şensin AYDIN YAĞMUR,<sup>1</sup> Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN<sup>2</sup>

### ÖZ

Çevremizde yer alan yüzeyler birer ikincil ışık kaynağıdır. Kendileri ışık üretmez, üzerlerine gelen ışığı yansıtır ve/ya da geçirirler. Saydam, yarı saydam ve saydamsız olan bu yüzeyler; parlak, ipeğimsi ya da donuk (mat) ve renkli ya da renksiz olabilirler. Yüzeylerin görünürlüğü, nesnel ve öznel olmak üzere iki şekilde değerlendirilebilir. Nesnel değerlendirmede, hesap ve ölçme yoluyla bulunabilen ve görünen tek ışıkölçümsel büyüklük olan ışıklılık rol oynar. Öznel değerlendirmede ise araç insan gözü olduğu için, insan gözünün fizyolojik yapısına bağlı olarak, görünürlük ışıksal uyarının logaritması olan parlıltı ile belirlenir. Diğer bir deyişle, görünürlüğün öznel değerlendirmesinde, ışıklılığın ruhdüyumsal karşılığı olan parlıltı etkilidir. Işıklılığın/parlıltının çok olması, yüzey görünürlüğünün daha fazla olmasına, kimi zaman kamaşma yaratmasına, az olması ise yüzeylerin etkisiz görünmesine neden olur. Bu çalışmada, görünürlük kavramı ve bu kavramı etkileyen büyüklüklerle ilgili bilgi verilerek, renksiz ve renkli donuk (mat) yüzeylerin nesnel ve öznel yönden görünürlüklerinin değerlendirilmesine yer verilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Görünürlük, görünürlük çarpanı; ışıklılık; parlıltı.

### ABSTRACT

Surfaces in our environment are secondary light sources. They do not produce light, but reflect or transmit the light that comes upon them. These surfaces which are transparent, translucent and opaque can be bright, silky or dull and coloured or colourless. The visibility of the surfaces can be assessed by two ways as objective and subjective. In the objective evaluation, luminance is affective which can be found by calculation and measurement and is the only photometric magnitude that can be seen. In the subjective evaluation, visibility changes as the logarithm of the visual stimulus depending on the physiological structure of the human eye. In other words, brightness that is the sensation of luminance (visual stimulus) is affective in subjective evaluation. The more luminance/brightness quantity, the more visibility of surfaces. But, it should be noted that high luminances create glare, low luminances provide ineffective surface visibility. In this study, visibility phenomenon and magnitudes that affect this phenomenon are explained, objective and subjective visibility of dull surfaces are examined.

**Keywords:** Visibility; visibility factor; luminance; brightness.

<sup>1</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İstanbul

<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı Emekli Öğretim Üyesi, İstanbul

**Başvuru tarihi: 15 Ağustos 2019 - Kabul tarihi: 17 Ağustos 2019**

**İletişim:** Şensin AYDIN YAĞMUR. e-posta: sensina@yildiz.edu.tr

© 2019 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2019 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

## Giriş

İnsanların buldukları kapalı, yarı açık ya da açık ortamlarda onları saran çeşitli nitelikte yüzeyler söz konusudur. Bu yüzeyler, sınırlı ortam olarak tanımlanan kapalı hacimlerde tavan, duvar, döşeme, bölme gibi doğrudan mimari ile ilgili yüzeyler olduğu gibi, masa, koltuk, kanepeler gibi öteki taşınır nitelikteki nesnelere de ait yüzeylerdir. Açık ve yarı açık ortamlarda ise, yapı yüzleri başta olmak üzere, yol, meydan, yeşil alanlar, duvarlar ve kent mobilyaları gibi çeşitli nitelikte olan nesnelere ve öğelerin yüzeyleridir. Tüm bu yüzeylerin görünürlüklerinin ortaya çıkmasında güneş, lambalar gibi doğal ya da yapma birincil ışık kaynakları ve/ya da gök, çeşitli yüzeyler gibi ikincil ışık kaynakları tarafından aydınlatılması gerekir. Birincil ışık kaynakları kendileri ışık yayımlar, ikincil ışık kaynakları ise birincil ışık kaynaklarının ürettiği ışığı yansıtır ve/ya da geçirirler.

## Yüzey Özellikleri

Çeşitli nitelikte yüzey ya da gereçlerin görsel algılanması, bir anlamda yüzeylerin görünür kılınması ile gerçekleşir. Işığın yüzeylerden yansıyarak/gereçlerden geçerek ya da koşullara göre her ikisi birden gerçekleşerek, yüzeylerin/gereçlerin görünürlükleri ortaya çıkar.

Birer ikincil ışık kaynağı olan saydam, yarı saydam, saydamsız (saydam olmayan) yüzeyler/gereçler, ışığı yansıtma ve geçirme yönünden;

- Nitelik olarak (doku özelliklerine göre): Parlak, ipeğimsi, donuk (mat),
- Nicelik olarak: Açık, koyu; aynı zamanda renksiz, renkli olabilirler. Saydam olmayan parlak, ipeğimsi ve donuk (mat) yüzeylerin ışığı yansıtma biçimleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Ayna gibi parlak yüzeyler düzgün, ipeğimsi yüzeyler değişik nitelikte yayınlı, tam donuk (mat) yüzeyler izotrop yayınlı yansıma yapar. Kimi yüzeyler ise, karışık (hem düzgün hem de yayınlı) yansıma yapabilir, örneğin, üstünde cam olan masa yüzeyi gibi. İkincil ışık kaynaklarının görünürlüklerinin olması için, düzgün yansıma dışında, öteki tip yansımaları (yayınlı ya da izotrop yayınlı yansıma) yapması gerekir. Çünkü, düzgün yansıma yapan parlak yüzeyler aynalaşma nedeniyle kendileri görünmez, bakış doğrultusuna bağlı olarak yansıtıkları yüzeyleri gösterirler.

Saydam gereçler ışığı düzgün geçme biçimiyle geçirir ve düzgün yansıtırlar (Örn; adi pencere camı), yarı saydam gereçler, ışık geçirme çarpanına bağlı olarak, ışığı çeşitli nitelikte yayınlı geçirir ve yansıtırlar (Örn; buzlu cam, opal cam). Tüm bu yüzeylerden (saydam, yarı saydam, saydamsız) ışık yansırken, yüzeylerin ışık yansıtma çarpanlarına, bir başka deyişle, açık ya da koyu olma durumlarına göre, gelen ışığın bir bölümü yutulmaktadır.

- Saydamsız gereçler için;  
**yansıtma çarpanı ( $\rho$ )+yutma çarpanı ( $\alpha$ )=1 (%100),**
- Saydam ve yarı saydam gereçler için ise;

## yansıtma çarpanı ( $\rho$ )+geçirme çarpanı ( $\tau$ )+yutma çarpanı ( $\alpha$ )=1 (%100)

Saydam, yarı saydam ve saydamsız yüzey ve/ya da gereçler renksiz ya da renkli olabilirler. Yüzeylerin/gereçlerin rengi, yansıtıkları/geçirdikleri ışığın rengine göre belirlenir ve algılanır. Diğer bir deyişle, bir yüzeyin/gerecin rengi o yüzeyin/gerecin tayfsal yansıtma/geçirme çarpanları eğrisine bağlıdır. Tayfsal yansıtma/geçirme çarpanları eğrisi, yüzey/gereç üzerine gelen ışığın tayfsal yapısına bağlı olarak yansıma/geçirme oranlarını gösterir. Renksiz yüzeylerin/gereçlerin tayfsal yansıtma/geçirme çarpanları, ışığın  $\lambda=380-780$  nm arasında her dalga boyu ( $\lambda$ ) için eşittir. Renkli yüzeylerin/gereçlerin tayfsal yansıtma/geçirme çarpanları ise ışığın her dalga boyu için farklı değer alabilir. Şekil 2'de renksiz ve renkli yüzeylerin tayfsal yansıtma çarpanları eğrilerine örnekler görülmektedir.<sup>1</sup>

Yüzeyler/gereçler renksiz ya da renkli, açık veya koyu olabilirler. Açıklık-koyuluk, ışık yansıtma ve geçirme çarpanlarını, dolayısıyla görünürlüğü etkileyen önemli bir etkidir. Bu çalışmada konu sınırlanarak, iç ve dış mimari mekanlarda en çok karşılaşılan saydamsız ve donuk (mat) yüzeyler ele alınarak görünürlükleri nesnel ve öznel yönden değerlendirilmiştir.

## Donuk Yüzeyler

Donuk yüzeyler üzerlerindeki pürüzlerin, bir anlamda girinti-cıkkıntılarının boyutunun, ışığın dalga boyundan ( $\lambda=380-780$  nm) büyük olduğu yüzeylerdir. İç ve dış mimari ortamlarda en fazla kullanılan yüzeyler, genellikle, donuk yüzeylerdir. Tam donuk yüzeyler (Lambert yüzeyi), üzerine gelen ışığı küresel olarak tüm doğrultulara (sonsuz) dağıtarak yansıtırlar. Bu nedenle, hangi açıdan bakılırsa bakılsın, görünürlükleri tamdır.<sup>2,3,4</sup>

## Görünürlüğün Nesnel Yönden Değerlendirilmesi

Donuk yüzeylerin görünürlüğü, nesnel olarak tek görünen ışıkölçümsel büyüklük olan "Işıklılık (Luminance)<sup>5</sup>" ile değerlendirilir.

Bir yüzeyin ışıklılığı ( $L$ );

- yüzeydeki aydınlık düzeyi ( $E$ ) ve
- yüzeyin ışık yansıtma çarpanı ( $\rho$ )

olmak üzere iki değişkene bağlıdır. Dolayısıyla, bu iki değişkenden birinin değişimi, yüzeyin ışıklılığının, bir başka deyişle görünürlüğünün değişimini getirir. Birincil ve ikincil ışık kaynaklarının ışıklılık değerleriyle ilgili çeşitli birimler kullanılmaktadır. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE: Commission Internationale de l'Eclairage) tarafından ışıklılık birimi  $cd/m^2$ - nit (nt) olarak önerilmektedir.

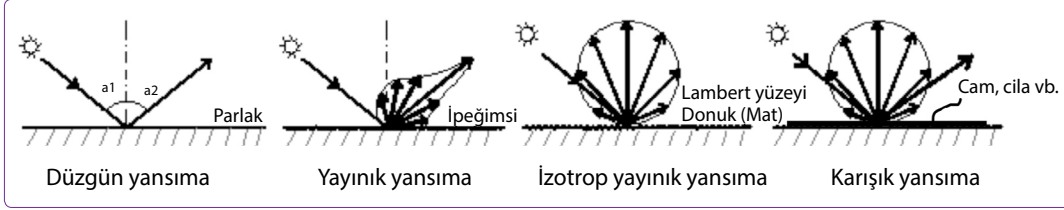
<sup>1</sup> Huda, 2015.

<sup>4</sup> Sirel, 1989 a.

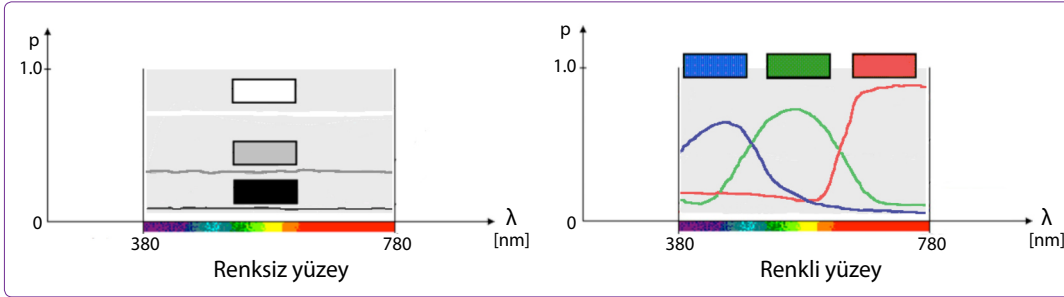
<sup>2</sup> CIE Uluslararası Aydınlatma Sözlü-

<sup>3</sup> Sirel, Aydınlatma Sözlüğü, 1997.

<sup>5</sup> Işıklılık (TR): Luminance (İng), Luminance (Fr), Leuchtdichte (Alm).



Şekil 1. Yüzeylerin ışığı yansıtma biçimleri.



Şekil 2. Renksiz ve renkli yüzeylerin tayfsal yansıtma çarpanı eğrileri.<sup>1</sup>

Tablo 1. Yansıtma çarpanları belirlenen renksiz yüzeylerin hesaplanan ışıklılık değerleri

$\rho=1.00$ (BaSO <sub>4</sub> )	$\rho=0.70$ (Beyaz yüzey)	$\rho=0.50$ (Gri yüzey)	$\rho=0.30$ (Koyu gri yüzey)
$L = 100 \times 1.00 / \pi$	$L = 100 \times 0.70 / \pi$	$L = 100 \times 0.50 / \pi$	$L = 100 \times 0.30 / \pi$
$L = 31.83 \text{ cd/m}^2$ (nit)	$L = 22.28 \text{ cd/m}^2$	$L = 15.92 \text{ cd/m}^2$	$L = 9.55 \text{ cd/m}^2$

$$L = E \times \rho / \pi \text{ dir.} \quad (1)$$

L: ışıklılık

E: aydınlık düzeyi (lm/m<sup>2</sup> – lx)

ρ: ışık yansıtma çarpanı (%)

Yüzeylerin ışık yansıtma çarpanları, yukarıda değinildiği gibi, açıklık ve koyuluklarına bağlıdır. Açık renkli yüzeylerin yansıtma çarpanı yüksek, koyu renkli yüzeylerin yansıtma çarpanı ise düşüktür. Yansıtma çarpanı, bir nesnenin yansıtması ya da yayınmasız yansıttığı tüm ışık akısının, aldığı tüm ışık akısına oranı olarak tanımlanmaktadır.<sup>2,3</sup> Yüzeyin yansıtma çarpanının düşük ya da yüksek olması, söz konusu yüzeyin görünürlüğünün, yani, ışıklılığının az ya da çok olmasını belirler. Aynı aydınlık düzeyinde, biri koyu diğeri açık renkli iki farklı yüzeyden koyu renkli yüzeyin ışıklılığı az olduğu için görünürlüğü az, açık renkli yüzeyin ışıklılığı fazla olduğu için, görünürlüğü de daha fazladır. Yani daha ışıklıdır.

#### • Hesap Yolu ile Değerlendirme

Yüzey görünürlüğünün nesnel değerlendirilmesi fizik bir olay olup matematiksel verilere bağlı olduğu için, görünürlüğü ifade eden ışıklılık, yukarıda değinildiği gibi  $L = E$

$\times \rho / \pi$  eşitliği bağlamında bulunabilir. Örneğin, yansıtma çarpanları;  $\rho=0.70$  (beyaz),  $\rho=0.50$  (gri),  $\rho=0.30$  (koyu gri) olan renksiz yüzeylerin üzerine gelen aydınlık düzeyinin 100 lm/m<sup>2</sup> olduğu durum için hesaplanan ışıklılık (L) değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Burada, bugün dünyada ışık yansıtma çarpanı en yüksek olan BaSO<sub>4</sub> (Baryum Sülfat) yüzeyinin yansıtma çarpanı  $\rho=1.00$  kabulü ile göreceli olarak ışıklılıklar hesaplanmıştır.

#### • Ölçme Yolu ile Değerlendirme

Yüzeylerin görünürlüğünün belirlenmesinde bir başka yöntem, ışıklılık ölçümüdür. Ölçmelerde ışıklılıkölçerler (luminancemeter) kullanılmaktadır. Yukarıda hesap yolu ile ışıklılıkları belirlenen dört örnek, bu kez YTÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Fiziği Laboratuvarı ortamında ölçülmüştür. Ölçmelerde, kalibrasyonu yapılmış Minolta LS 110 marka ışıklılıkölçer kullanılmıştır.

Seçilen örnekler ile ilgili ölçmeler, Şekil 3’te görülen deney düzeneğinde, aydınlık düzeyi 100 lm/m<sup>2</sup> olan düşey düzlemde, yapılmıştır. Ölçüm sonuçları Tablo 2’de görülmektedir. Tablo 3’te ise, hesap ve ölçme yolu ile elde edilen değerlerin karşılaştırması verilmiştir. Hesap ve ölçme yolu ile elde edilen sonuçlarda çok küçük ayrımlar olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, ölçülen yüzeylerin zamanla biraz kirlenmesi olarak düşünülebilir.

<sup>1</sup> Huda, 2015.

<sup>3</sup> Sirel, Aydınlatma Sözlüğü,

<sup>2</sup> CIE Uluslararası Aydınlatma Sözlüğü, 1987.

1997.

**Tablo 2.** Yansıtma çarpanları belirlenen renksiz yüzeylerin ölçülen ışıklılık değerleri

$\rho=1.00$ (BaSO <sub>4</sub> )	$\rho=0.70$ (Beyaz yüzey)	$\rho=0.50$ (Gri yüzey)	$\rho=0.30$ (Koyu gri yüzey)
$L = 31.80 \text{ cd/m}^2$ (nit)	$L = 22.25 \text{ cd/m}^2$	$L = 15.89 \text{ cd/m}^2$	$L = 9.52 \text{ cd/m}^2$

**Tablo 3.** Hesaplanan ve ölçülen örneklerin ışıklılık değerlerinin karşılaştırması

Yüzeyler ve ışık yansıtma çarpanları ( $\rho$ )	Hesap Yoluyla Bulunan Işıklılık ( $\text{cd/m}^2$ )	Ölçme Yoluyla Bulunan Işıklılık ( $\text{cd/m}^2$ )
Baryumsülfat (BaSO <sub>4</sub> ) ( $\rho=1.00$ )	31.83	31.80
Beyaz Yüzey ( $\rho=0.70$ )	22.28	22.25
Gri yüzey ( $\rho=0.50$ )	15.92	15.89
Koyu gri yüzey ( $\rho=0.30$ )	9.55	9.52

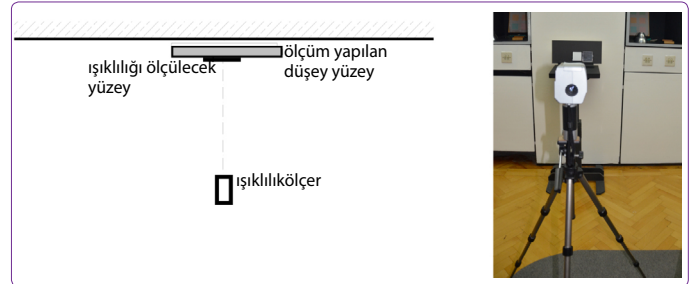
### Görünürlüğün Öznel Yönden Değerlendirilmesi

Hesap ve ölçme yoluyla değerlendirilen ışıklılık, görme organımızda ışıksal uyarı oluşturan fiziksel bir büyüklüktür. Görünürlük ise uyarılma sonucu oluşan görsel duyulanma ile ilgili bir kavramdır. Görsel duyulanmayı oluşturan uyarı ışıklılıktır. Uyarılma sonucu meydana gelen duyulanma ise "Parıltı (Brightness)"<sup>6</sup> olarak tanımlanmaktadır. Parıltı, ışıklılığın ruhduyumsal karşılığıdır.<sup>2,3</sup>

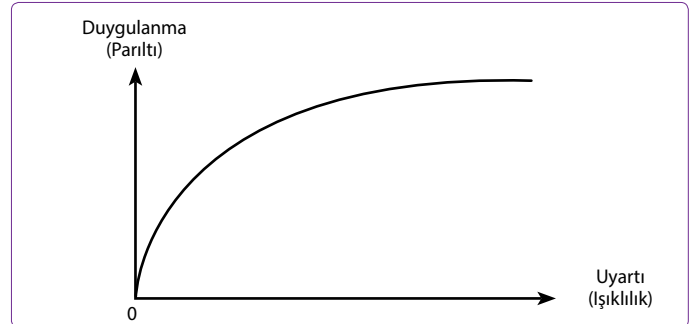
Weber-Fechner yasasına göre "duyulanma, uyarının logaritması gibi değişir" tanımı bağlamında, parıltının büyüklüğü, ışıklılığın logaritması ile ilişkilidir.<sup>7</sup> Stevens'a göre ise parıltı, ışıklılığın 0.33 üssü gibi değerlendirilmektedir.<sup>8</sup> Şekil 4'de Weber-Fechner yasasına göre ışıklılık-parıltı ilişkisi grafik olarak gösterilmiştir.

Yukarıda da değinildiği gibi, duyulanmayı oluşturan fiziksel uyarı, ışıklılıktır. Işıklılığın iki bileşeninden biri olan, yüzeylerin ışık yansıtma çarpanları dikkate alınarak görünürlük çarpanları hesaplanabilir. Yüzeylerin görünürlüklerinden bahsederken ışıklılık, görünürlük çarpanlarından bahsederken de yansıtma çarpanları önem taşımaktadır. Görünürlük çarpanları hesaplanırken, yansıtma çarpanlarının logaritması alınarak hesap yapılabilir.<sup>9</sup>

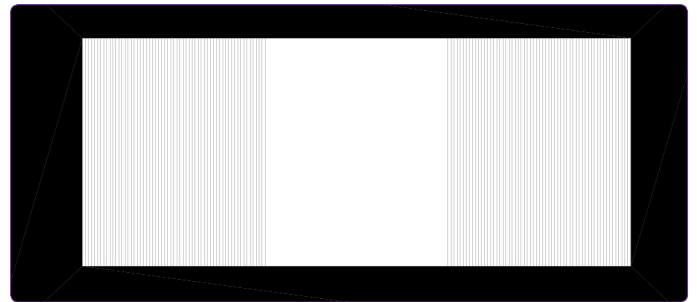
Aynı büyüklük ve sayıda, eşit dağılmış siyah ( $\rho=0.05$ ) ve beyaz ( $\rho=0.85$ ) küçük parçacıklardan ya da aynı kalınlıkta siyah ve beyaz ince ve paralel çizgilerden oluşmuş bir yüzeye uzaktan bakılınca, görüntünün bu siyah ve beyazın tam ortasında bir gri olması beklenir. Fakat görünen gri, eşit alan kaplayan siyah ve beyazdan aynı uzaklıkta olarak değil, beyaza daha yakın bir gri olarak algılanır (Şekil 5). Bunun nedeni; toplamsal bileşim yoluyla;  $\rho=(0.85+0.05)/2=0.45$  değerinde oluşan söz konusu grinin yansıtma çarpanının,



**Şekil 3.** YTÜ Yapı Fiziği Laboratuvarı'nda deney düzeneği ve görüntüsü.



**Şekil 4.** Weber-Fechner yasasına göre uyarıma-duyulanma ilişkisi.<sup>7</sup>



**Şekil 5.** Siyah ve beyazın toplamsal bileşimi.<sup>9</sup>

logaritmusal değerlerle oluşturduğu duyulanmasının beyaza daha yakın algılanmasıdır.

<sup>2</sup> CIE Uluslararası Aydınlatma Sözlüğü, 1987. <sup>7</sup> <http://www.neuro.uu.se/fysiologi/gu/nbb/lectures/WebFech.html>, 2018.  
<sup>3</sup> Sirel, Aydınlatma Sözlüğü, 1997. <sup>8</sup> Stevens, 1975.  
<sup>6</sup> Parıltı (TR): Brightness (İng), Luminosité (Fr), Helligkeit (Alm). <sup>9</sup> Sirel, 1989b.

**Tablo 4.** Çeşitli yansıtma çarpanları ve ele alınan yöntemle hesaplanan görünürlük çarpanları

Işık Yansıtma Çarpanı ( $\rho$ )	Log $\rho$	Görünürlük Çarpanı
0.85	1.929	1.000
0.75	1.875	0.956
0.65	1.813	0.906
0.55	1.740	0.847
0.45	1.653	0.776
0.35	1.544	0.687
0.25	1.398	0.568
0.15	1.176	0.388
0.05	0.699	0.000

Görsel duyulanma, yukarıda da değinildiği gibi, siyah ve beyaz yüzeylerden gelen uyarının logaritmaları ile orantılı olduğundan siyahla beyazdan aynı uzaklıkta bir gri elde etmek için, yani ortalama duyulanmayı bulmak için, uyarıların logaritmalarının ortalamasını almak gerekir. Diğer bir deyişle, ele alınan siyahın yansıtma çarpanının ( $\rho=0.05$ ) logaritması ile beyazın yansıtma çarpanının ( $\rho=0.85$ ) logaritmasının aritmetik ortalaması alınır ve bu değere karşılık gelen yansıtma çarpanı bulunur.

Örneğin,

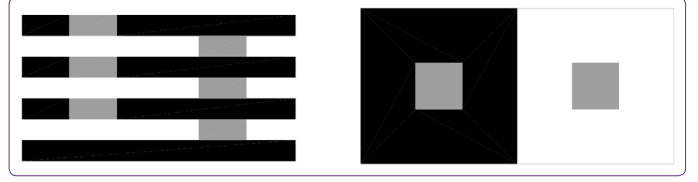
$$\begin{aligned} \log 5 &= 0.699 & 0.699 + 1.929 &= 2.628 & \log \rho &= 1.314 \\ \log 85 &= 1.929 & 2.628 / 2 &= 1.314 & \rho &= 10^{1.314} \\ & & & & \rho &= 21 \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

Bu durumda, ele alınan siyah ve beyazdan aynı uzaklıkta olarak algılanan grinin yansıtma çarpanı  $\rho=0.45$  değil, 0.21 olarak bulunur. Yani, siyah ile beyazın tam ortasında algılanan grinin yansıtma çarpanının  $\rho=0.21$  olduğu söylenebilir.

Yüzeylerin görünürlüğünün yansıtma çarpanına göre değişimini belirleyebilmek için, görünürlüğün en fazla ve en az olduğu yansıtma çarpanlarına ilişkin bir üst ve alt sınırın tanımlanması gerekir. Yansıtma çarpanının üst sınırı için, görünürlükleri en üst düzeyde olarak belleklerde yer etmiş 0.85 ile yansıtma çarpanının alt sınırı için, belleklerde yüzey görünürlüğünün göreceli en az olduğu 0.05 olarak alınabilir.

Söz konusu hesaplama için;

1. Görünürlüğün alt ve üst sınırına karşılık gelen yansıtma çarpanları arasındaki yansıtma çarpanlarının logaritmalarının, alt sınırdaki 0 olacak biçimde değişimlerini bulmak,
2. Bu değişimin üst değerini 1'e eşitleyerek, orantı yolu ile görünürlük çarpanlarını hesaplamak gerekmektedir.<sup>9</sup> Sözü edilen 1. ve 2. hesaplama adımla-



**Şekil 6.** Yüzey görünürlüğünde çevre etkisi.<sup>10,11</sup>

rina yönelik işlemler aşağıdaki gibidir. Tablo 4'de, açıklanan yöntemle hesaplanan görünürlük çarpanlarına ait örnekler verilmiştir.

**1. Adım      2. Adım**

$$\begin{aligned} \rho_1 &= 0.85 \text{ için } \log \rho_1 = 1.929 \text{ (-0.699)} = 1.230 \text{ ( / 1.230)} = 1.000 \\ \rho_5 &= 0.45 \text{ için } \log \rho_5 = 1.653 \text{ (-0.699)} = 0.954 \text{ ( / 1.230)} = 0.776 \\ \rho_9 &= 0.05 \text{ için } \log \rho_9 = 0.699 \text{ (-0.699)} = 0.000 \text{ ( / 1.230)} = 0.000 \end{aligned}$$

Yüzeylerin görünürlüğünün öznel olarak değerlendirilmesinde, görme sisteminden kaynaklanan ve öznel değerlendirmede büyük bir etken olan çevre etkisi de büyük önem taşımaktadır.

Örneğin, yansıtma çarpanı aynı olan bir gri, siyah bir çevrede daha açık, beyaz bir çevrede daha koyu görünür (Şekil 6).<sup>10,11</sup>

Görme alanı içinde yer alan farklı ışıklıktaki yüzeyler karşıtlık oluşturarak görsel algılamayı etkiler. Örneğin, birbirine yakın grilikte iki yüzeyi ayırt etmek, siyah ve beyaz iki yüzeyi ayırt etmekten daha güçtür. İki yüzey arasındaki ışıklılık karşıtlığı arttıkça görsel algılama artar. İki yüzey arasındaki ışıklılık karşıtlığı 2 numaralı bağıntı ile belirlenebilir.<sup>12</sup>

$$C = L_{\text{yüksek}} / L_{\text{alçak}} \quad (2)$$

C : Karşıtlık oranı

$L_{\text{yüksek}}$  : Yüksek ışıklılık

$L_{\text{alçak}}$  : Alçak ışıklılık

Gri bir çevrede gri bir yüzeyi algılamak, siyah bir çevrede beyaz bir yüzeyi algılamaktan daha zor olur. Böyle bir durumda, görme eyleminin konforlu gerçekleşmesi için, görme alanı ile çevre alan arasında ışıklılık karşıtlığı oluşturulmalıdır. Görme alanı ile çevre alan arasındaki ışıklılık karşıtlığı 3 numaralı eşitlik ile hesaplanabilir.<sup>12</sup>

$$C = (L_b - L_c) / L_c \quad (3)$$

C: Karşıtlık oranı

$L_b$ : Bakılan alan ışıklılığı

$L_c$ : Çevre alan ışıklılığı

Önemli olan diğer bir konu da, ışıklılıklar yükseldikçe iki yüzey arasındaki karşıtlığa yönelik duyarlılığın artmasıdır. Yani, yüksek ışıklılıklarda iki yüzey arasında daha çok karşıtlık varmış gibi algılanmaktadır (Şekil 7).<sup>12</sup>

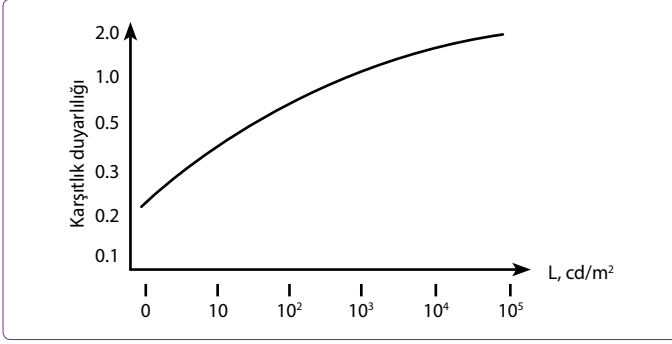
<sup>9</sup> Sirel, 1989b.

<sup>10</sup> Özakpınar Yılmaz, 2006, s. 1-8.

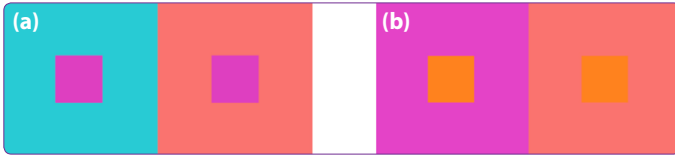
Laboratuvarı, 2019.

<sup>11</sup> YTÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Fiziği <sup>12</sup> Bommel, Rouhana, 2016.

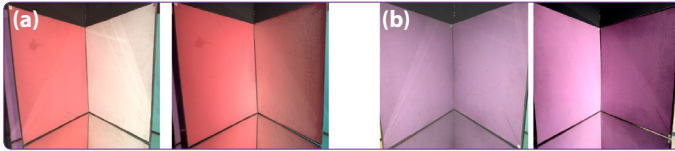




Şekil 7. Karşıtlık-duyarlılık eğrisi -ışıklılık adaptasyon fonksiyonu.<sup>12</sup>



Şekil 8. Renkli yüzeylerin görünürlüğünde çevre etkisi.<sup>11</sup>



Şekil 9. Yüzeylerin birbirine ışık yansıtması sonucu oluşan renk dönmesi ve renk yoğunlaşması örnekleri.<sup>11</sup>

Görsel algılamada, ışıklıklar mekan ve zaman içinde yan yana bulunmakta ve görme organı, ışıklık ayrımlarına ve/ya da ortalama ışıklılığa göre uymalar yapmakta, yani duyarlılığını değiştirmektedir. Bu nedenle, aydınlatmada duyulanma değil, uyarma ile ilgili büyüklükler kullanılmaktadır. Işık ölçme aletleri de sonuçları fizik büyüklükler cinsinden vermekte ve bu sonuçlar logaritmalsal olmadıkları için aritmetik işlemlerle toplanabilmektedir.<sup>4,9</sup>

#### • Renkli Yüzeylerin Görünürlüğü

Yüzeylerin görünürlükleri doğal ve/ya da yapma ışık kaynakları tarafından aydınlatıldığı zaman ortaya çıktığı için, aydınlatan ışık kaynaklarının tayf özellikleri renkli yüzeylerin görünürlüklerinde etkin rol oynamaktadır. Bilindiği gibi ışık ve renk birbirinden soyutlanamaz. Renkli yüzeylerin kuramsal beyaz ışık altında görünen renkleri öz renkleridir. Aydınlatan ışığın tayfsal yapısı değiştiğinde ortaya çıkan renkler ise yüzeylerin görünen rengidir. Öz rengi aynı olan yüzeylerin farklı ışık kaynakları altında görünen renkleri, yüzeyler arasında ölçüştürme yapılmadıkça ayrımlar göz tarafından algılanamaz.

Aynı ışık kaynağı altında farklı renkli yüzeylerin bir arada olması da yüzey renklerinin farklı algılanmasına neden olabilir. Görme alanı içinde bakılan alan ile çevre alan arasındaki renk ayrımları da farklı renk izlenimi yaratır.

Örneğin, aynı yüzey rengi soğuk renkli bir çevrede daha sıcak, sıcak renkli bir çevrede daha soğuk renk olarak algılanmaktadır (Şekil 8a). Diğer bir deyişle, çevre alan rengi ile bakılan alanın rengi arasındaki karşıtlık artar ve renk dönmesi oluşur. Şekil 8b'deki gibi çevre alan rengi ile bakılan alan rengi birbirinin tümleri ise, bakılan alanın rengi daha canlı görünür, renksel yoğunlaşma oluşur.<sup>11</sup>

Birbirine ışık yansıtan yüzeylerde de, yüzeylerin renklerine göre renk dönmesi ve/ya da renksel yoğunlaşma söz konusudur. Örneğin, Şekil 9a'da görüldüğü gibi, renkli bir yüzeye gelen ışık diğer renkli ya da renksiz yüzeye renklenerek yansıdığı için, bu yüzeyin rengi kendi renginde algılanmamaktadır. Yani, renk dönmesi oluşmaktadır. Aslında, peş peşe yansımalar sonucu her iki yüzeyde de renk dönmesi oluşabilmektedir. Şekil 9b'de görüldüğü gibi, yüzeyler aynı renkte ise, bir yüzeyden diğerine yansıyan ışıkla aydınlanan yüzeyin rengi daha canlı algılanarak, renk yoğunlaşması oluşmaktadır.

#### Değerlendirme ve Sonuç

İzotrop yayıncı yansıma yapan yüzeylerin görünürlükleri ışıklılıklarına ve ışıklılığın ruhdüyumsal karşılığı olan parıltılarına bağlıdır. Bu çalışmada saydamsız, donuk (mat) yüzeyler ele alınarak, görünürlüklerinin nesnel ve öznel olarak değerlendirilmesine yönelik yöntemler irdelenmiştir. Nesnel değerlendirmede hesap ve ölçme yolları kullanılabilir. Öznel değerlendirmede ise duyulanma önem taşıdığı için parıltı ya da görünürlük çarpanları ile işlem yapılması söz konusudur.

Gerek iç mimari aydınlatma gerekse kent aydınlatmada, yüzeyler üzerindeki aydınlık düzeyi ve bu yüzeylerin ışık yansıtma çarpanlarına (açık renkli yüzey-koyu renkli yüzey) bağlı olarak farklı ışıklılıklar oluşur. İyi bir görsel algılama için, hacim iç yüzeyleri arasındaki ışıklılık oranlarının belli sınırlar içinde kalarak dengeli olması gerekir. Özellikle, bakış doğrultusunda yer alan ve görme alanına giren değişik yüzey ve nesnelerin ışıklılıkları arasındaki oranın belirli sınırlar içinde kalması gerekir.<sup>13</sup> Literatürde, genel aydınlatma altında çalışma düzlemleri için; merkez alan/çevre alan/dış alan için en uygun ışıklılık oranları 5/2/1, sınır değerler ise 10/3/1 olarak belirlenmiştir.<sup>13,14,15</sup> İki yüzey arasındaki ışıklılık karşıtlığının az olması görmede güçlüğü açarken, çok fazla olması da görsel konforsuzluk oluşturmaktadır.

Aynı aydınlatma düzeylerinde, yüzeylerin ışık yansıtma çarpanları büyüdükçe, yani renkleri açıldıkça ışıklılıkları artar, dolayısı ile görünürlükleri de artar. Bu durum, günümüzün önemli konuları olan sürdürülebilirlik ve enerjinin etkin kullanımı açısından da önemlidir. Açık renkli yüzeyleri görünür kılmak için gerekli aydınlığı oluşturacak enerji daha az olmaktadır. Ayrıca, iç yüzeyleri açık renkli olan bir

<sup>4</sup> Sirel, 1989a.

<sup>11</sup> YTÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Fiziği Laboratuvarı, 2019.

<sup>9</sup> Sirel, 1989b.

<sup>12</sup> Bommel, Rouhana, 2016.

<sup>11</sup> YTÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Fiziği Laboratuvarı, 2019. <sup>14</sup> Faviex vd, 1962.

<sup>13</sup> Aydın Yağmur, Şerefhanoglu Sözen, 2016, s. 49-62. <sup>15</sup> IES, 2011.

hacmin çalışma düzlemindeki ortalama aydınlık düzeyi de bu yüzeylerden yansıyarak gelen dolaylı ışıkla yükselerek gerekli aydınlık düzeyini oluşturmak için yapma aydınlatmaya harcanan enerjiyi de azaltmaktadır. Güneşten daha fazla yararlanma yönünden de yüzeylerin açık renkli olması önemlidir. Açık renkli yüzeyler iç mekanların daha ferah algılanmasında ve oluşan gölgelerin de aydınlanarak ışık-gölge karşıtlıklarının azalmasıyla etkin rol oynayarak daha konforlu ortamlar yaratılması sağlanmaktadır.

Yüzey görünürlüğü, kent aydınlatma yönünden de büyük önem taşır. Örneğin, cepheleri açık renk olan yapılar, çok az aydınlatılarak gece koşullarında rahatlıkla görünür kılınabilir. Bu nedenle, yüzeylerdeki aydınlık yerine ışıklılık değerlerinin belirlenmesi çok daha anlamlıdır. Aksi durumda, ışıklılık değeri yüksek olan yapı yüzleri adeta bir ışık kaynağı gibi görsel açıdan rahatsız edici olmakta, elektrik enerjisi boşa harcanmakta, kimi koşullarda görsel kirlilik yaratılmaktadır. Bu nedenle, kent aydınlatmasında da kentsel bölgelerin CIE tarafından belirlenen özelliklerine göre, yapı yüzleri için ortalama 5-25 cd/m<sup>2</sup> (nit) ışıklılık değerleri uygun görülmektedir.<sup>16</sup> Yol, meydan, tünel gibi işlevsel aydınlatmalar yönünden de yol tiplerine göre; yol yüzeyindeki ortalama ışıklılık, ortalama düzgünlük, boyuna düzgünlük, kamaşma sınırlaması değerleri önerilmektedir. Örneğin, kent içinde sinyalizasyonu olan M3 sınıfına giren bir yol için ortalama yol yüzeyi ışıklılığı Kort=1.0 cd/m<sup>2</sup>'dir.<sup>17</sup>

Bu çalışmada, görünürlük kavramı ve bu kavramı etkileyen büyüklüklerle ilgili bilgi verilerek, renksiz ve renkli donuk (mat) yüzeylerin nesnel ve öznel yönden görünürlükleri değerlendirilmiştir. Yüzey görünürlüğünün, iyi görme koşullarını oluşturmanın yanı sıra sürdürülebilirlik ve enerjinin etkin kullanımı açısından da önemi vurgulanmıştır.

## Kaynaklar

- Aydın Yağmur, Ş., Şerefhanoglu Sözen, M., (2016) "Dersliklerde Görsel Konfor ve İç Yüzeylerin Etkisi", YTÜ e- dergisi MEGARON, 11(1) s.49-62, İstanbul.
- Bommel, W., Rouhana, A., (2016) Philips The Science of Lighting, Lighting University, Eindhoven, The Netherlands.
- CIE Uluslararası Aydınlatma Sözlüğü, 1987.
- CIE 115.2010 (2010), Lighting for Roads for Motor and Pedestrian Traffic, Vienna.
- Faviex, J. W. vd., (1962) Lighting Philips Technical Library, Eindhoven, Netherland.
- IES, (2011) The Lighting Handbook, 10th Edition, Illuminating Engineering Society, New York.
- Özarpınar Yılmaz, (2006) "Açıklık Değişmezliği: Zihin ve Fiziksel Dünya İlişkisi Üzerine Düşünceler", s.1-8, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi, İstanbul.
- Sirel, Ş., (1997), Aydınlatma Sözlüğü, YEM Yayınları, İstanbul.
- Sirel, Ş., (1989 a) "İkincil Işık Kaynağı Düzlem Yüzeyler ve Işıklılık Konularında Birkaç Belirleme", Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınları.
- Sirel, Ş., (1989 b) "İzotrop Yayıncı Yansıma Yapan Yüzeylerin Görünürlük Çarpanları", Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınları.
- Stevens, S. S., (1975) Psychophysics: introduction to its perceptual, neural and social prospects, John Wiley & Sons, USA.
- Şerefhanoglu Sözen, M., (2015) "Kent Aydınlatma-Etkin Enerji Kullanımı", Kent ve Elektrik Sempozyumu Kitabı, EEMKON 2015, Elektrik Elektronik Mühendisliği Kongresi, İstanbul.
- Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Fiziği Laboratuvarı.

## İnternet Kaynakları

- Huda, M., "How Spectrophotometers Work", August 2015, x-rite PANTONE, <http://www.xrite.com/ja-jp/blog/what-is-a-spectrophotometer> [Erişim tarihi: Haziran 2019].
- <http://www.neuro.uu.se/fysiologi/gu/nbb/lectures/WebFech.html>, [Erişim tarihi: 2018].

<sup>16</sup> Şerefhanoglu Sözen, 2015.

<sup>17</sup> CIE, 2010.