



# Lamba Işığı ile Aydınlatmada Gölge Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Bir Yaklaşım

*An Approach to Determine the Attributes of Shadow Under Artificial Lighting*

Şensin AYDIN YAĞMUR, Leyla DOKUZER ÖZTÜRK

## ÖZET

Aydınlatma tasarımı ölçütlerinden biri, mimari mekanlarda ortaya çıkan gölgelerin özellikleridir. Gölgenin, sertlik-yumuşaklık ve açıklık-koyuluk olmak üzere iki ayrı özelliği vardır. Bir hacimde lamba ışığı ile yapılan aydınlatmada ortaya çıkan gölgelerin belirlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nce desteklenen "Lamba Işığı ile Aydınlatmada Gölge Niteliğinin Belirlenmesi ve Tasarım Kriteri Olarak Değerlendirilmesi İçin Bir Yaklaşım" başlıklı ve 2011-03-01-DOP01 numaralı bir araştırma projesi yürütölmüştür. Bu amaçla, gölge niteliğinin iki boyutu ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu çalışmada, gölgenin sertlik-yumuşaklık özelliğinin tanımlanması ve derecelendirilmesi ile ilgili açıklamalar ve ulaşılan sonuçlara yer verilmiştir.

## Giriş

Kapalı bir hacimde ortaya çıkan gölgeler kimi koşullarda nesnelerin biçim, doku gibi özelliklerinin rahat ve doğru algılanmasını sağlarken kimi koşullarda da nesnelerin söz konusu özelliklerinin algılanmasında hatalara yol açarak görsel algılanmanın yanlış ve zahmetli gerçekleşmesine neden olabilir. Bir hacimdeki gölgeler, nesne yüzeyindeki gölgeler ve atılan gölgeler olmak üzere iki ayrı açıdan değerlendirilebilir. Gerek nesne yüzeyindeki gerekse atılan gölgenin niteliğini, sertlik-yumuşaklık ve açıklık-koyuluk olmak üzere iki ayrı özellik belirler. Bir gölgenin sertlik-yumuşaklık özelliği, gölge sınırının kesin olup olmayışı ile ilgilidir. Sınırları kesin olarak algılanan gölge "sert" bir gölgedir. Gölge sınırının kolay algılanamadığı durumda "yumuşak" bir gölgeden söz edilir. Bir gölge ister sert ister yumuşak

## ABSTRACT

*The attributes of shadows produced in architectural spaces is one criterion of lighting design. A shadow has two different attributes; harshness-softness and lightness-darkness. The project entitled "An approach for definition and evaluation of shadow characteristics as a design criterion occurred under artificial lighting (2011-03-01-DOP01)" was implemented at Yıldız Technical University to develop an approach for determining and quantifying the characteristics of shadow. For this purpose, the two attributes of cast shadows were treated separately. This study presents the procedures and results of the project regarding the definition and grading of the harshness-softness attribute of shadows.*

olsun, hacim iç yüzeylerinden yansıyarak ve/ya da gölgeyi yaratan ışık kaynağı dışındaki başka kaynaklardan gelen ışıkla aydınlanıyorsa açık, aydınlanmıyorsa koyu gölge olarak tanımlanır (Şekil 1, 2).

Bir hacimdeki gölgelerin varlığı dolaylı aydınlatma yapılan ya da ışıklı tavan uygulanan hacimlerde algılanmaz. Bu iki özel koşul dışında her zaman gölgeler var olur ve aydınlatma düzeninin özelliklerine göre gerek sertlik-yumuşaklık gerekse açıklık-koyuluk bakımından çeşitli dereceler söz konusudur. Gölge özelliklerinin tanımlanmasına ve iç mimaride kabul edilebilir gölge derecelerine yönelik yapılmış çalışmalar çok sınırlıdır. Haeger, atılan ve nesne yüzeyindeki gölgeleri gölge oluşturan nesnenin boyutu, gelen ışığın açısı, gölge ve çevresi arasındaki ışıklılık farkı gibi farklı koşullar bağlamında görsel olarak değerlendirmiştir (Haeger, 1977).

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Faköltesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İstanbul.  
Yıldız Technical University, Faculty of Architecture, Building Design and Theory, İstanbul, Turkey.

**Başvuru tarihi: 18 Temmuz 2014 (Article arrival date: July 18, 2014) - Kabul tarihi: 26 Aralık 2014 (Accepted for publication: December 26, 2014)**

**İletişim** (Correspondence): Şensin AYDIN YAĞMUR. **e-posta** (e-mail): sensinay@hotmail.com

© 2015 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Faköltesi - © 2015 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Ohtani vd. ile Uchida vd. tarafından atılan gölgeler, ışık kaynağının boyutu, biçimi, sayısı ve konumu, hacim iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanı ve farklı nesne koşulları için incelenmiş ve 0 ile 1 arasında değişen gölge faktörü tanımlanmıştır (Ohtani, 1979, 1993, 1999, 2003; Uchida, 1999, 2000, 2003). Öztürk, gölgenin sertlik-yumuşaklığının, gölge çekirdeği ve toplam gölge alanının algılanan büyüklükleri arasındaki orana; açıklık-koyuluğunun gölge çekirdeği ve yakın çevresinin algılanan parlaklıkları arasındaki orana bağlı olarak belirlenebileceğini belirtmiştir (Öztürk, 2005). Genel olarak, bu çalışmalar gölge özelliklerini tanımlamakta, nesne ve yüzey görüntülerinin iyileştirilmesine yönelik genel bilgi vermektedir. Söz konusu çalışmalar, gölge özelliklerinin sayısal olarak tanımlanması ve kabul edilebilir sınır değerlerin belirlenmesine yönelik bilgiler içermemektedir. Yıldız Teknik Üniversitesi'nde "Lamba Işığı ile Aydınlatmada Gölge Niteliğinin Belirlenmesi ve Tasarım Kriteri Olarak Değerlendirilmesi İçin Bir Yaklaşım" başlıklı bir araştırma projesi yürütülmüştür. 2011-03-01-DOP01 numaralı proje Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nce desteklenmiştir (Öztürk, Yağmur, 2012).

Bir hacimde ortaya çıkan gölgelerin belirlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik bu çalışmada geliştirilen yaklaşımda gölge niteliğinin iki boyutu ayrı ayrı ele alınmıştır. Gölge niteliği temelde,

- sertlik-yumuşaklık açısından, algılanan gölge çekirdeği/toplam gölge oranına;
- açıklık-koyuluk bakımından, gölge çekirdeği parlaklığı ile toplam gölge sınırı parlaklığı arasındaki farka bağlı olarak tanımlanmıştır. Yaklaşımın temel adımları aşağıdaki gibidir:

1. Gölgenin sertlik-yumuşaklık özelliğini saptamaya yönelik yaklaşımın geliştirilmesi
  - a. Çok sayıda birbirinden farklı gölge örneklerinin

hazırlanması

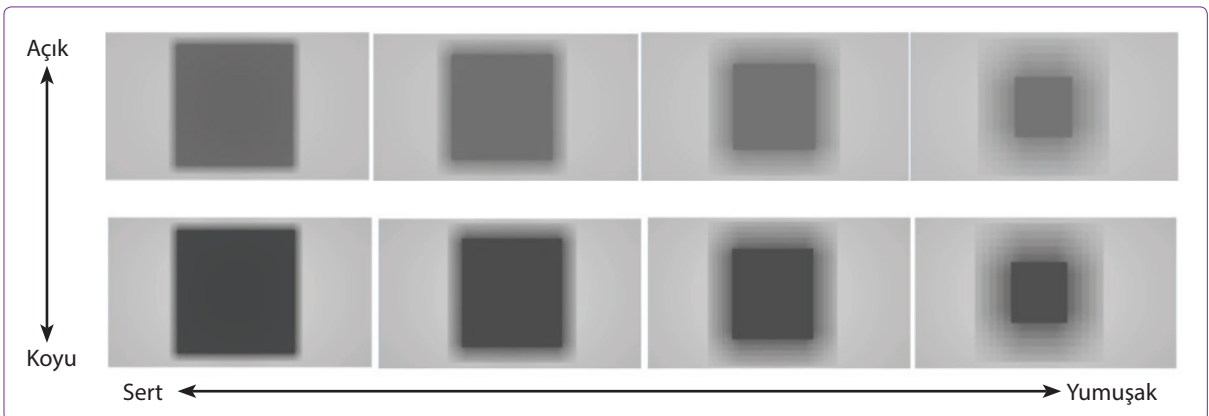
- b. Gölge örneklerini sertlik-yumuşaklık bakımından değerlendirmek amaçlı anket uygulaması
2. Gölgenin açıklık-koyuluk özelliğini belirlemeye yönelik, hesaplama dayanan bir yaklaşımın geliştirilmesi
  3. İki kişilik bir büro hacmi olarak tasarlanan bir deney hacminde gölgenin her iki özelliğinin görsel olarak değerlendirilmesi
  4. Gölgenin sertlik-yumuşaklık ve açıklık-koyuluk özellikleri açısından derecelendirilmesi

Gölge özelliklerinin görsel olarak değerlendirilebilmesi amacıyla 1/1 ölçekli deney hacmi oluşturulmuştur. Tefrişi iki kişilik büro olarak tasarlanan deney hacminde tek masanın kullanıldığı ve iki masanın birden kullanıldığı durumlar için çeşitli aydınlatma senaryoları hazırlanmıştır. Deney hacminde, çalışmanın 1. ve 3. adımları ile ilgili deneysel anketler yapılmıştır. Bu makalede, çalışmanın 1., 3. ve 4. adımları ile ilgili yapılan işlemler ve ulaşılan sonuçlara yer verilmiştir.

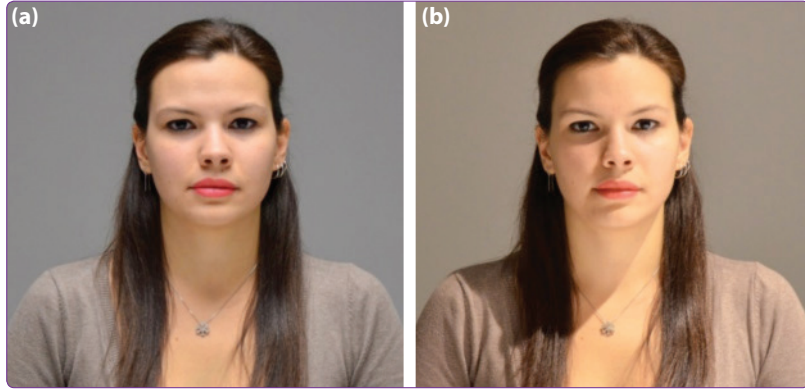
### Gölgenin Sertlik-Yumuşaklık Özelliğinin Saptanması

Bir gölgenin sertlik-yumuşaklık özelliği, gölge sınırının kesin olup olmayışı ile ilgilidir. Sertlik-yumuşaklık derecesi, gölgenin çekirdek ve yarı gölge ölçülerine göre değişir (Şekil 2, 3). Sertlik-yumuşaklık özelliği aydınlatma aygıtı ve gölge oluşturan nesnenin boyut ve konumuna bağlıdır. Aydınlatma aygıtının boyutu büyüdükçe, gölge oluşturan nesnenin boyutu küçüldükçe ve aydınlatma aygıtı nesneye yaklaştıkça gölge yumuşamaktadır.

Bu çalışmada, gölgenin sertlik-yumuşaklık özelliği, 'algılanan gölge çekirdeği alanı/toplam gölge alanı oranına' bağlı olarak tanımlanmıştır. Bu yol ile gölgede sertlik-yumuşaklık bakımından sınır durumlar 0 ile



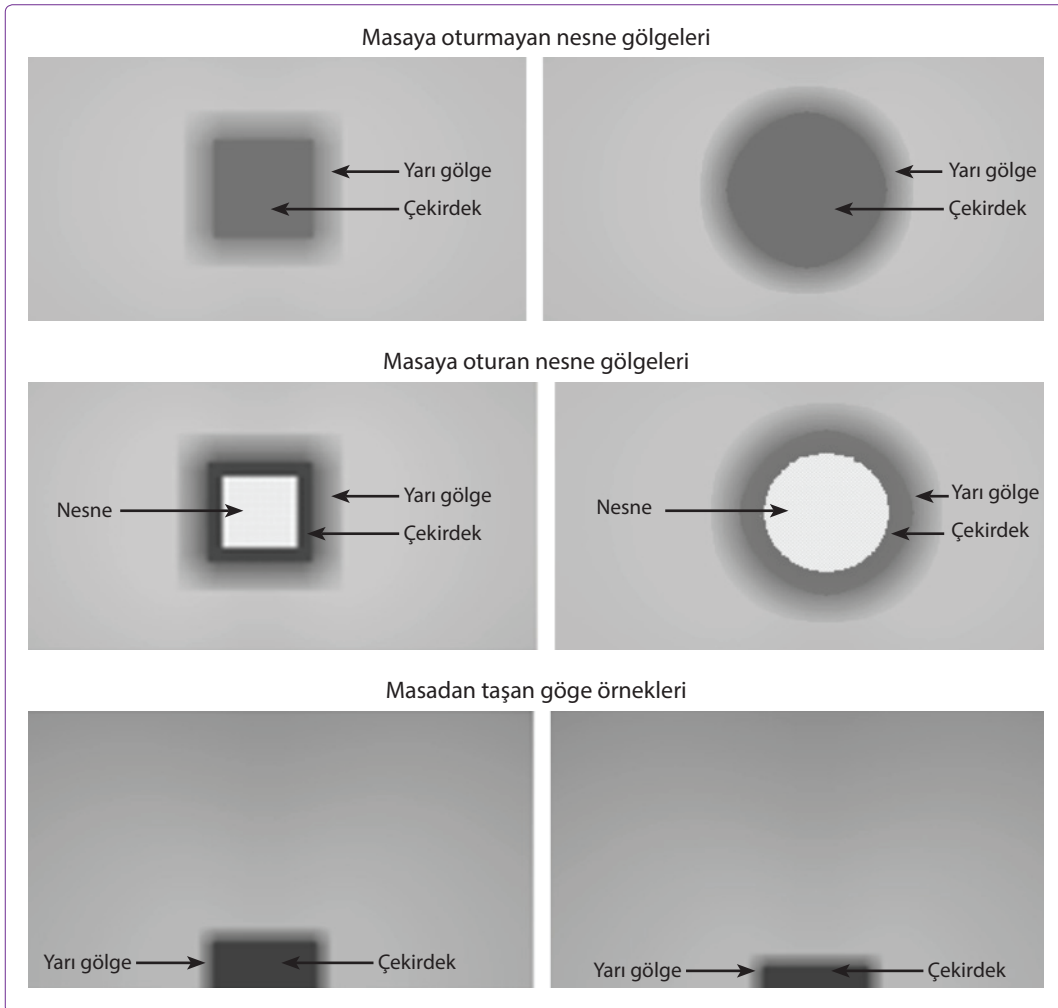
Şekil 1. Bir yüzeye atılan yumuşak ve sert gölgelere örnekler.



**Şekil 2.** İnsan yüzünde oluşan yumuşak ve sert gölgelere örnekler. **(a)** Yumuşak gölge. **(b)** Sert gölge.

1 arasında tanımlanabilmiştir. Böylece, sertlik-yumuşaklık bakımından çeşitli ara durumlar (sert, az sert, orta yumuşaklıkta, yumuşak vb.) 0-1 arasındaki sayılarla derecelendirilmiştir. "1" durumu, yarı gölge alanının hiç olmadığı en sert gölge koşulunu; "0" durumu,

çekirdek alanının ortadan kalktığı en yumuşak gölge koşulunu oluşturmaktadır. Şekil 3'te kare ve daire planlı nesnelerin bir masa yüzeyindeki gölgelerine örnekler verilmiştir. Gölge örnekleri, nesnenin masa üzerinde olduğu ya da masadan belli uzaklıkta bulunduğu, göl-



**Şekil 3.** Çeşitli koşullar için gölge çekirdeği ve yarı gölge alanları.

genin bütününün masa yüzeyinde yer aldığı ya da bir kısmının masa dışına taştığı çeşitli koşullar ile ilgilidir. Gölgenin bir bölümünün masa dışına taşması durumunda sertlik-yumuşaklık belirlenirken gölgenin yalnızca masa yüzeyine düşen bölümü dikkate alınmıştır (Öztürk, Yağmur, 2012; Yağmur, Öztürk, 2011; Yağmur, 2012; Yağmur, Öztürk, 2013).

Gölgenin sertlik-yumuşaklık özelliğinin saptanabilmesi için ihtiyaç duyulan çekirdek gölge ve yarı gölge alanın hesaplanmasında gölge faktörü dağılımından yararlanılmıştır. Ohtani'nin çalışmalarında gölge faktörü, 1 numaralı formül ile ifade edilmiştir (Ohtani, 1979, 1993, 1999, 2003).

$$S = (E_o - E_s) / E_o \quad (1)$$

S: gölge faktörü

$E_s$ : gölge içinde bir noktadaki aydınlık düzeyi

$E_o$ : gölge atan nesnenin olmadığı durumda aynı noktadaki aydınlık düzeyi

Gölgenin olduğu masa yüzeyindeki gölge faktörü dağılımı aracılığı ile gölgenin konumu ve büyüklüğü belirlenebilmiş, gölge faktörünün sayısal değerlerine bağlı olarak da toplam gölge içindeki çekirdek gölgenin yeri ayırt edilebilmiştir. Böylece, gölgenin sertlik-yumuşaklığı fiziksel uyarı olarak tanımlanmıştır. Ancak, gölge çekirdeği ve yarı gölge alanın algılanan büyüklükleri her koşulda hesaplanan fiziksel büyüklüklere eşit olmamaktadır. Çekirdek ve yarı gölge büyüklüklerinin, dolayısı ile toplam gölge büyüklüğünün görsel değerlendirilmesinde ulaşılan sonuçların, masa yüzeyindeki aydınlık düzeyi, iç yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı, nesnenin boyut (dolayısı ile gölgenin boyutuna) ve konumuna göre değişebileceği düşünülmüştür. Bu nedenle, çekirdek ve toplam gölge alanın matematik olarak hesaplanan fiziksel büyüklüklerinin duyulanma olarak karşılıklarının belirtilen koşullara göre ne ölçüde değişeceğinin araştırılması gerekmiştir.

Çekirdek alanın toplam gölge içinde kapladığı alanın duyulanma karşılığının saptanmasında ilk aşamada Stevens ve Hubert'in yaklaşımlarından yararlanılabileceği düşünülmüştür (Stevens, 1975; Hubert, 1989). Yani sertlik-yumuşaklığı sayısal olarak belirlemek üzere, doğrudan doğruya çekirdek alanın toplam gölgeye oranını veren sayıyı kullanmayıp, toplam gölge ve çekirdeğin fiziksel büyüklüklerinin 0.7 üs sayısını dikkate almak hedeflenmiştir. Ancak, Stevens ve Hubert'in çalışmalarında deneklere art arda gösterilerek karşılaştırılması istenen örnekler, sınırları kesin olarak belli olan yüzeylerdir. Bu çalışmada ise gölge çekirdeği ve toplam gölge alanın aynı anda görülerek büyüklükleri arasındaki oranın değerlendirilmesine ihtiyaç vardır. Öte yandan, ışıklılığı kendi içinde genelde düzgün ya-

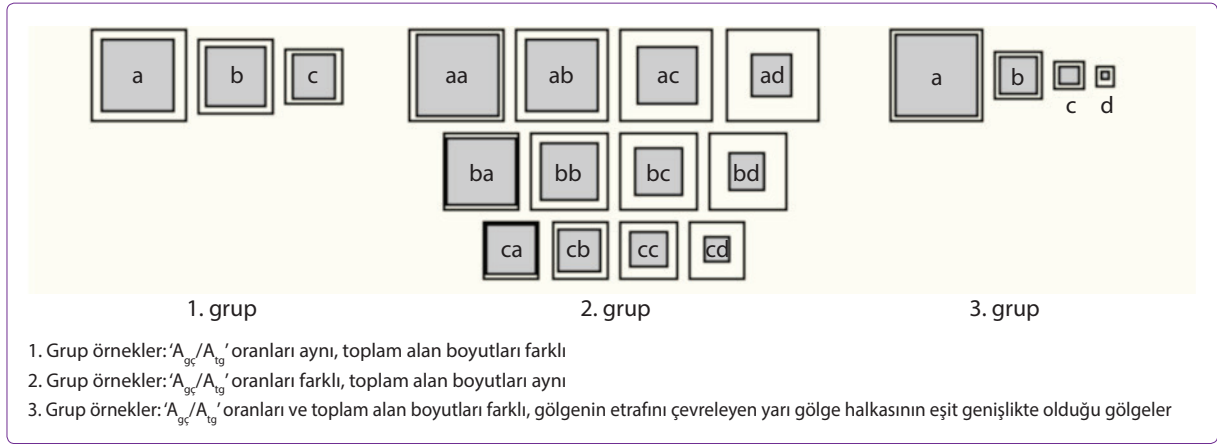
yılı olan gölge çekirdeğinin sınırlarının belirgin olması, büyüklüğünün rahat algılanmasına olanak sağlamasına karşın, yarı gölge içindeki ışıklılığın gölge çekirdeğinden gölge sınırına doğru giderek artması, yarı gölge sınırının belirgin olarak algılanmasını güçleştirmektedir. Ayrıca masa üzerindeki ortalama aydınlık düzeyinin farklı olduğu koşullarda, gölgelerdeki ışıklılığın, dolayısıyla algılanan parlaltının da büyüklüğü farklı olmaktadır. Algılanan parlaltıdaki farkların gölgedeki sertlik-yumuşaklık değerlendirmesini de etkilemesi olasıdır. Örneğin, gölge çekirdekleri ve yarı gölge alanları biçim ve boyut açısından aynı, ancak açıklık koyuluk açısından biri koyu öteki açık olan iki ayrı gölge farklı sertlik-yumuşaklıkta algılanabilir. Belirtilen nedenlerle, sertlik-yumuşaklık ve açıklık-koyuluk açısından gölgede olabilecek farklı koşulların görsel olarak değerlendirilmesine yönelik iki aşamalı deneysel bir çalışma yapılmıştır.

İlk aşamada, gölge örneklerinin görsel değerlendirmesi bilgisayar ortamında yapılmıştır. Çünkü sertlik-yumuşaklık ve toplam gölge boyutu açısından belli adımlara karşılık gelen gölge özelliklerinin bir deney hacminde yaratılması çok güçtür. Masaya oturmeyen nesnelere için istenen koşulların yaratılması da kolay görünmemektedir. Bunların yanı sıra, deneysel çalışmada birbirinden farklı çok sayıda durumun ele alınması planlanmıştır ve değerlendirmelerde bir durumdan ötekine hızla geçilmesi gerekmektedir. Her farklı durum için nesne boyut ve konumuna yönelik ayarlamaların yapılması için harcanacak zamanın da deneğin dikkatini dağıtarak değerlendirmeleri olumsuz etkileyeceği açıktır. İkinci aşamadaki görsel değerlendirme, bir deney hacminde farklı aydınlatma senaryolarında ortaya çıkan gölgelere yönelik yapılmıştır.

### Gölge Örneklerinin Bilgisayar Ekranında Değerlendirilmesi

Gölgenin sertlik-yumuşaklık özelliğinin belirlenebilmesi için gölge çekirdeğinin toplam gölge içinde kapladığı alan yüzde cinsinden görsel olarak sorgulanmıştır. DIA-Lux aydınlatma programı kullanılarak, aşağıdaki koşullar için çeşitli gölge örnekleri (137 adet) hazırlanmıştır.

- masa yüzeyindeki ortalama aydınlık düzeyi: 300 lx, 500 lx, 750 lx
- masa yüzeyinin ışık yansıtma çarpanı: 0.60
- duvar yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanları: 0.50, 0.80
- gölge oluşturan nesnenin biçimi: dikdörtgenler prizması (kare planlı nesne), silindir (daire planlı nesne)
- gölge oluşturan nesnenin boyut ve konumu: çeşitli



Şekil 4. Deneysel çalışma için oluşturulan gölge örnekleri.

- aydınlatma aygıtları içindeki lamba türleri: kompakt ve doğrusal flüoresan lamba

Gölge oluşturan nesnelerin gerek boyutları gerekse masa yüzeyinden uzaklıkları gölge çekirdeğinin ( $A_{g_c}$ ) toplam alan içinde ( $A_{t_g}$ ) kapladığı alanın 0.2, 0.4, 0.6 ve 0.8 olmasını olabildiğince sağlayacak biçimde ayarlanarak sertlik-yumuşaklıkları farklı örnekler oluşturulmuştur (Şekil 4). Bürolarda daha çok köşeli nesnelere kullanıldığı için, nesnelere ağırlıklı olarak kare planlı hazırlanmıştır.

Ortalama aydınlık düzeyinin 500 lx, duvar ışık yansıtma çarpanının 0.80 olduğu durumda yukarıda açıklanan yol uyarınca elde edilen ve Şekil 4'te belirtilen 2a grubundaki gölgelere örnekler Şekil 5'de gösterilmiştir.

Gölge örnekleri Power Point programı kullanılarak peş peşe gösterilmiştir. Gölgelerin dizilişinde masa yüzeyinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi, kullanılan lamba türü ve gölgelerin ait olduğu nesnelerin özellikleri açısından aşağıda belirtilen sıra izlenmiştir:

1. 300 lx, kare planlı masa yüzeyine oturmeyan nesne, kompakt flüoresan lamba
2. 500 lx, kare planlı masa yüzeyine oturmeyan nesne, kompakt flüoresan lamba

3. 750 lx, kare planlı masa yüzeyine oturmeyan nesne, kompakt flüoresan lamba
4. 500 lx, daire planlı masa yüzeyine oturmeyan nesne, kompakt flüoresan lamba
5. 500 lx, kare planlı masa yüzeyine oturan nesne, kompakt flüoresan lamba
6. 500 lx, kare planlı masa yüzeyine oturmeyan nesne, doğrusal flüoresan lamba

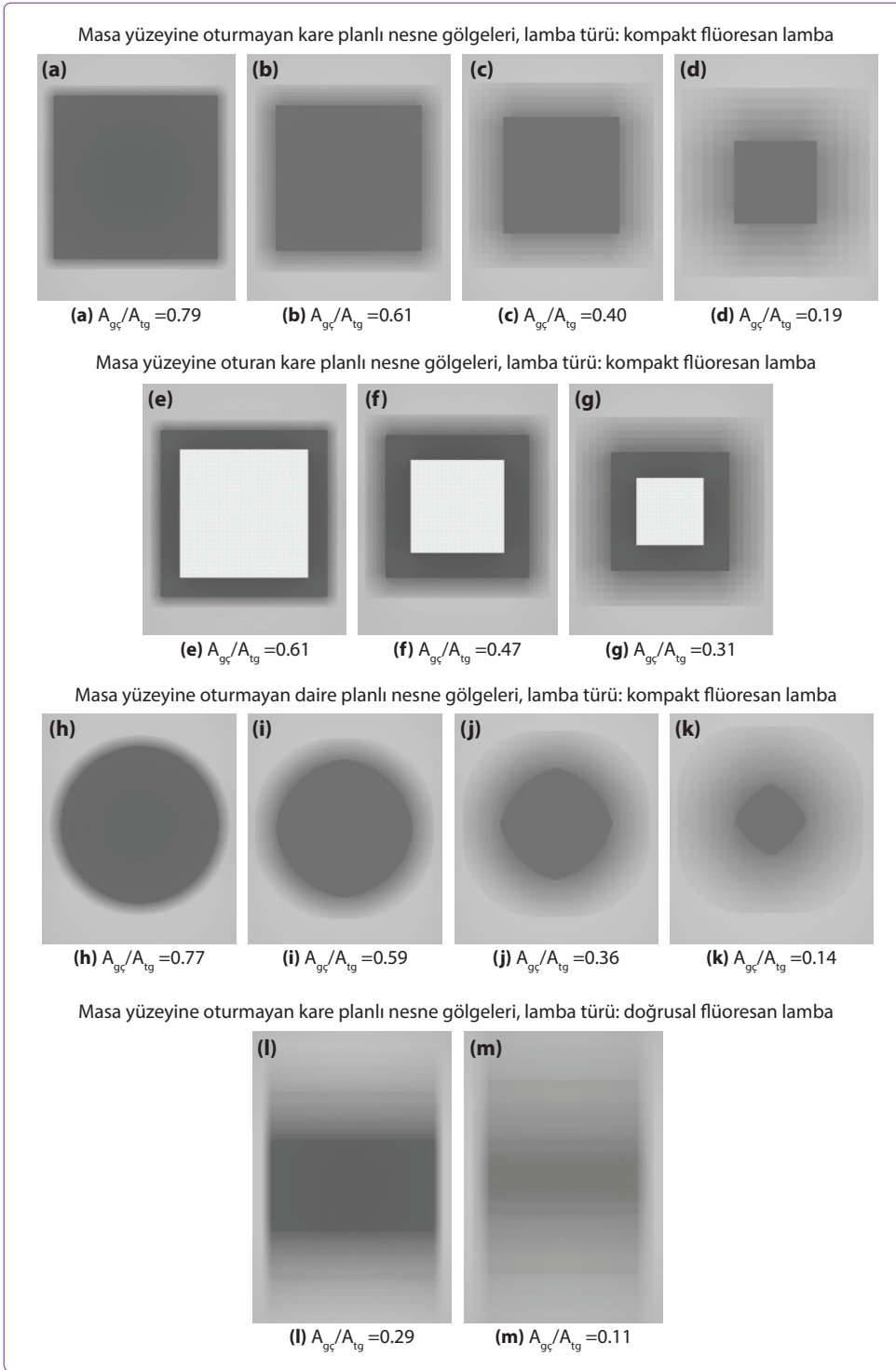
Her farklı grup içindeki gölge örnekleri, deneklere rastgele gösterilmiştir. Anket uygulamasına 20 kadın, 12 erkek olmak üzere toplam 32 kişi katılmıştır (Tablo 1, Şekil 6). Anket çalışmasına başlamadan önce deneklere gölge özellikleri hakkında görsellerle desteklenen bilgi verilmiş ve sertlik-yumuşaklık açısından sınır durumlara yönelik yapılan kabuller aktarılmıştır. Bu kabullere göre, en sert gölge, yarı gölgenin hiç olmadığı durum; en yumuşak gölge, gölge çekirdeğinin hiç olmadığı durumdur.

Her gölge örneği için aşağıdaki iki soru sorulmuştur.

- a) Ekranda gördüğünüz her bir gölgenin çekirdeğinin alanı 100 birim ise, toplam gölge alanı kaç birimdir?
- b) Ekranda gördüğünüz her bir gölgenin sertlik-yu-

Tablo 1. Anket çalışmasına katılan deneklerin özellikleri

Yaş	Lise		Üniversite Lisans		Yüksek Lisans		Doktora	
	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek
18-25	1		6	3				
26-30			5	2	2	1		
31-40				2				1
41-50			1		1		3	2
51-60							1	1



Şekil 5. Bilgisayar ekranında gösterilen gölge örnekleri.

muşaklık izlenimini 1 ile 10 arasında derecelendiriniz.

10: en sert gölge, 1: en yumuşak gölge

Toplam gölge alanın öznel değerlendirmelerinin, nesne boyutu, nesne biçimi ve ışık kaynağı biçimine

göre değişimini izleyebilmek için, 137 gölge örneğine alınan yanıtlar gruplanarak 50 farklı durum elde edilmiştir (Tablo 2). Her bir durum için bir grafik oluşturulmuştur. Grafiklerin x ekseninde gölgenin 'çekirdek alan/toplam alan' oranı (fiziksel uyarı), y ekseninde



Şekil 6. Çalışmanın birinci adımı ile ilgili yapılan anket çalışmaları.

**Tablo 2.** Gölge atan nesnenin biçimi, boyutu ve lamba türüne göre gruplanan gölge örnekleri

Nesne	Gölge grubu	Aydınlık düzeyi, lx	Duvar yansıtma çarpanı	Lamba türü	Durum no		
Kare, masaya oturmayan	1. grup; 1a, 1b, 1c	300	0.50	Noktasal	1		
			0.80		2		
		500	0.50		3		
			0.80		4		
		750	0.50		5		
			0.80		6		
		Kare, masaya oturan		500	0.80	Doğrusal	7
					0.50	Noktasal	8
					0.80		9
		Daire, masaya oturmayan		500	0.80	Noktasal	10
Kare, masaya oturmayan	2. grup; 2aa, 2ab, 2ac, 2ad	300	0.50	Noktasal	11		
			0.80		12		
		500	0.50		13		
			0.80		14		
		750	0.50		15		
			0.80		16		
		Kare, masaya oturan		500	0.80	Doğrusal	17
					0.50	Noktasal	18
		Daire, masaya oturmayan		500	0.80		19
					0.80		20
Kare, masaya oturmayan	2. grup; 2ba, 2bb, 2bc, 2bd	300	0.50	Noktasal	21		
			0.80		22		
		500	0.50		23		
			0.80		24		
		750	0.50		25		
			0.80		26		
		Kare, masaya oturan		500	0.80	Doğrusal	27
					0.50	Noktasal	28
		Daire, masaya oturmayan		500	0.80		29
					0.80		30
Kare, masaya oturmayan	2. grup; 2ca, 2cb, 2cc, 2cd	300	0.50	Noktasal	31		
			0.80		32		
		500	0.50		33		
			0.80		34		
		750	0.50		35		
			0.80		36		
		Kare, masaya oturan		500	0.80	Doğrusal	37
					0.50	Noktasal	38
		Daire, masaya oturmayan		500	0.80		39
					0.80		40
Kare, masaya oturmayan	3. grup; 3a, 3b, 3c, 3d	300	0.50	Noktasal	41		
			0.80		42		
		500	0.50		43		
			0.80		44		
		750	0.50		45		
			0.80		46		
		Kare, masaya oturan		500	0.80	Doğrusal	47
					0.50	Noktasal	48
		Daire, masaya oturmayan		500	0.80		49
					0.80		50

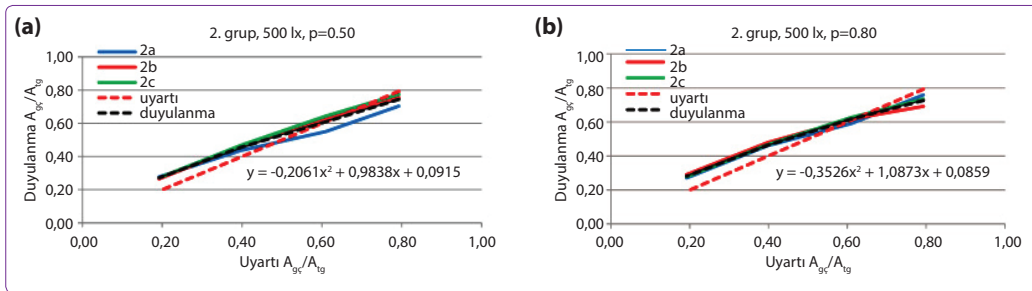
ise algılanan 'çekirdek alan/toplam alan' oranı (duyulanma) gösterilmiştir.

Alınan yanıtları değerlendirmek üzere oluşturulan her durum ile ilgili, Microsoft Excel programı kullanılarak uygun eğilim çizgisi araştırılmıştır. Her grafiğin verilerine uygun polinom eğilim çizgisi ve bu polinoma karşılık gelen denklem grafik üzerinde gösterilmiştir. Şekil 7'de kare planlı nesnenin masa yüzeyine oturmadığı ve ortalama aydınlık düzeyinin 500 lx olduğu durum için elde edilen grafikler verilmiştir.

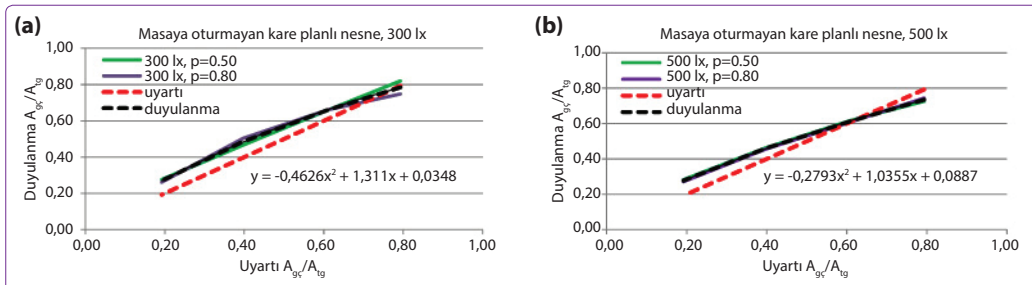
Şekil 7'de görüldüğü gibi, duyulanmanın nesne boyutuna göre gösterdiği değişim küçüktür ve ihmal edilebilir. Elde edilen bu sonuç bağlamında, duyulanmanın duvar yansıtma çarpanına göre gösterdiği değişimi ortaya koyabilmek için, nesne boyutuna göre ortalama alınmış eğilim çizgileri kullanılarak, iki farklı yansıtma çarpanı için ayrı ayrı gösterilmiştir (Şekil 8).

Şekil 8 incelendiğinde, duyulanmanın iç yüzey ışık yansıtma çarpanına göre çok az değiştiği görülmektedir. Kare planlı masa yüzeyine oturan ve oturmayan nesne, daire planlı nesne ve doğrusal lambanın kullanıldığı duruma ilişkin çeşitli sonuçlar da araştırılmış, birbirleriyle karşılaştırılmış ve ulaşılabilecek sonuca etkileri araştırılmıştır. Yapılan inceleme ve karşılaştırmalar sonunda yalnızca kare planlı masa yüzeyine oturmayan nesnelere yönelik sonuçların değerlendirmeye alınmasına karar verilmiştir. Varılan kararın nedenleri aşağıda açıklanmıştır:

- Kare planlı nesne ve noktasal lamba kullanımına yönelik örnekler farklı aydınlık düzeyi (300 lx, 500 lx, 750 lx) ve duvar yansıtma çarpanına göre hazırlandığı için örnek sayısı en fazla sayıdadır.
- Masa yüzeyine oturmayan nesne için hazırlanan örnekler yalnızca 500 lx aydınlık düzeyi içindir. Ayrıca, oturan nesneye yönelik gölge örnekleri hazırlanırken gölgenin içinde nesnenin kendisi de algılanmaktadır ve bu deneysel çalışmanın koşullarında nesnenin varlığının duyulanmayı belli oranda etkilediği düşünülmektedir. Buna karşın, masa yüzeyine oturan nesnelere ile ilgili sonuçlar masa yüzeyine oturmayanlar ile yakın olmuştur, ancak her iki grubun birleştirilmesi tercih edilmiştir.
- Daire planlı, masaya oturmayan nesnelere için hazırlanan örnekler de yalnızca 500 lx aydınlık düzeyi ve 0.80 ışık yansıtma çarpanı içindir. Daire planlı nesne için yapılan değerlendirmeler, kare nesne için yapılan değerlendirmelere oldukça yakın çıkmıştır.
- Doğrusal flüoresan lambanın kullanıldığı durum için hazırlanan örnekler de yalnızca 500 lx aydınlık düzeyi ve 0.80 ışık yansıtma çarpanı içindir. Işık kaynağının uzunluğu, nesne boyutundan genellikle büyük olduğu için, kaynağın boyuna kesitinde gölge çekirdeği kaybolmakta ve gölge çe-



Şekil 7. Duyulanmanın nesne boyutuna göre değişimine örnekler. (a) Durum 13+23+33. (b) Durum 14+24+34.



Şekil 8. Duyulanmanın yansıtma çarpanına göre değişimine örnekler. (a) Durum 11+12+21+22+31+32. (b) Durum 13+14+23+24+33+34.



kirdeği ile yarı gölge sınırının boyuna kesitte ayırt edilmesi zorlaşmaktadır. Gölge çekirdeğinin ayırt edilmesindeki güçlük deneklerin toplam alan değerlendirilmesini güçleştirmektedir.

Sonuçların aydınlık düzeyine göre ne ölçüde değiştiğini incelemek amacıyla, nesne boyutu ve yansıtma çarpanına göre farklı koşulların duyulanmalarına karşılık gelen eğilim çizgilerinin ortalaması alınarak her bir farklı aydınlık düzeyi için elde edilen eğilim çizgileri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma Şekil 9'da izlenebilmektedir.

Şekil 9'da, 500 lx ve 750 lx için ulaşılmış eğilim çizgilerinin çakıştığı, ancak 300 lx için olan eğilim çizgisinin bunlardan bir parça uzakta kaldığı görülmektedir. Toplam gölge alanı duyulanmasına göre yapılan değerlendirmeler sonucunda gölgenin sertlik-yumuşaklık boyutunun ortalama aydınlık düzeyinin 300 lx olduğu durumda 2,  $\geq 500$  lx olduğu durumda 3 numaralı formül ile belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

$$y = -0,4626x^2 + 1,311x + 0,0348; E: 300 \text{ lx için} \quad (2)$$

$$y = -0,1801x^2 + 0,9365x + 0,1023; E: \geq 500 \text{ lx için} \quad (3)$$

x: Hesaplanan 'Gölge çekirdeği alanı/Toplam gölge alanı' (fiziksel uyartı)

y: Algılanan 'Gölge çekirdeği alanı/Toplam gölge alanı' (duyulanma)

Toplam gölge alanının görsel değerlendirmesine yönelik elde edilen sonuçların genel değerlendirmesi aşağıdaki gibi yapılabilir:

- Genel olarak, yumuşak gölgeler olduğundan daha sert algılanmakta, gölgeler sertleştikçe duyulanma uyarıya yaklaşmakta, sert gölgeler ise olduğundan yumuşak algılanmaktadır.
- Aydınlık düzeyinin 300 lx olduğu durumda, duyulanma ile uyartı 'Çekirdek/Toplam gölge' oranının 0.77 olduğu koşulda birbirine eşit olmaktadır. Bu oran büyüdükçe, yani gölge sertleştikçe duyulanma uyardıdan daha küçük olmaya başlamaktadır.

- Aydınlık düzeyinin  $\geq 500$  lx olduğu durumda, duyulanma ile uyartı 'Çekirdek/Toplam gölge' oranının 0.60 olduğu koşulda birbirine eşit olmaktadır. Bu oran büyüdükçe, yani gölge sertleştikçe duyulanma uyardıdan daha küçük olmaya başlamaktadır.

- Aydınlık düzeyi yükseldikçe, gölgeler daha yumuşak algılanmaktadır.

- Sertlik-yumuşaklık duyulanması iç yüzey ışık yansıtma çarpanına göre çok az değişim göstermektedir.

- Sertlik-yumuşaklık duyulanmasının nesne boyutuna göre de değişim göstermediği söylenebilir.

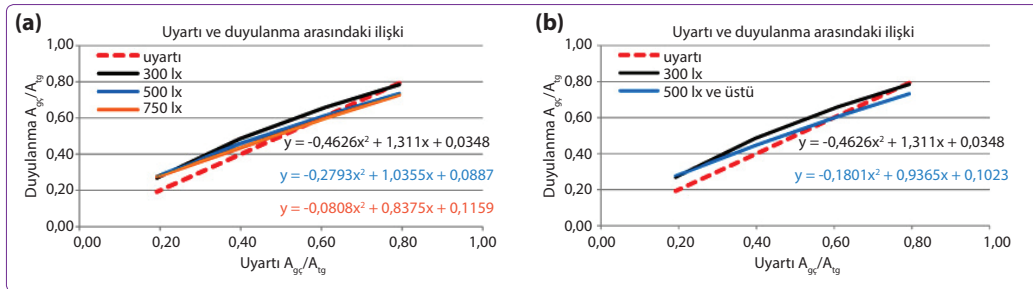
Sertlik-yumuşaklık derecelendirmesinde toplam alan duyulanması ve sertlik-yumuşaklık izlenimine ilişkin bulgulardan yola çıkılmıştır. Toplam alan duyulanmasına ilişkin geliştirilen 2 ve 3 numaralı formüllerdeki x büyüklüğüne gölge çekirdeği alanının ( $A_{gc}$ ) toplam gölge alanına ( $A_{tg}$ ) oranı ( $A_{gc}/A_{tg}$ ) açısından olabilecek sınır değerler olan 0 ve 1 yerleştirilerek fiziksel uyardının duyulanma karşılığının sınır değerleri bulunmuştur.

Bu değerler,

- 300 lx durumunda, 0 için 0.03; 1 için 0.88;
- $\geq 500$  lx durumunda, 0 için 0.10; 1 için 0.86 büyüklüğündedir.

On adımdan oluşan bir derecelendirme yapabilmek için, duyulanmanın saptanan sınır değerleri arasındaki fark on eşit adıma bölünmüştür ((0.88-0.03)/10; (0.86-0.10)/10) (Tablo 3, kolon 3, 5).

Gölge örneklerinin, alan değerlendirmesi yaklaşımı uyarınca elde edilen S-Y dereceleri ile deneklerin bu örnekler için 1-10 arasındaki sayılarla belirttikleri S-Y izlenimlerin karşılaştırması örnek olarak kompakt flüoresan lamba, masa yüzeyindeki ortalama aydınlık düzeyi 500 lx ve duvar ışık yansıtma çarpanının 0.50 olduğu koşul için Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4, kolon 4'te alan değerlendirmesi uyarınca elde edilen S-Y de-

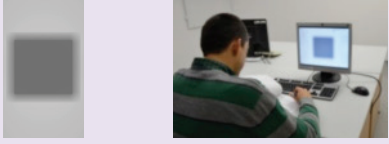
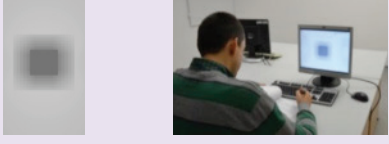
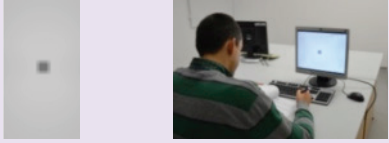
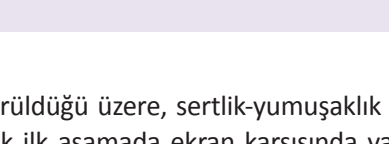
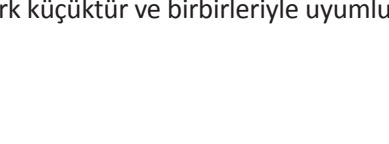


Şekil 9. (a) Farklı aydınlık düzeyleri için duyulanmanın karşılaştırılması [Durum (11-16)+(21-26)+(31-36)] ve (b) sertlik-yumuşaklık değerlendirmesinde kullanılması önerilen formüller [Durum (11-16)+(21-26)+(31-36)].

**Tablo 3.** 300 lx ve  $\geq 500$  lx için sertlik-yumuşaklık (S-Y) derecelendirmesi

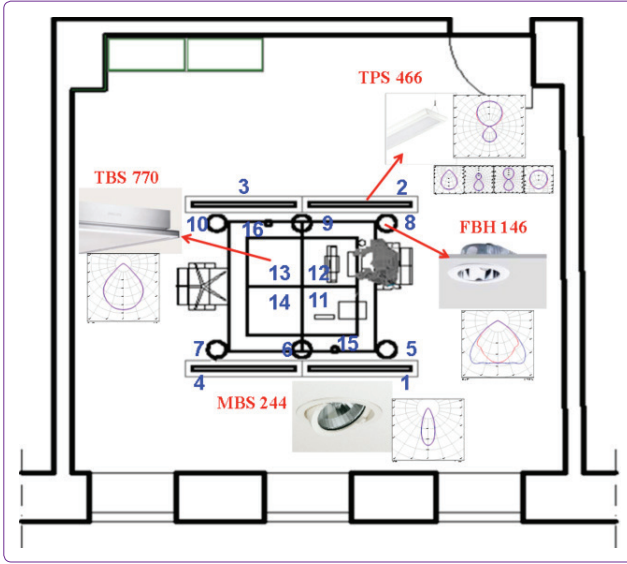
Derece	Sertlik-yumuşaklık (S-Y) tanımı	300 lx		$\geq 500$ lx	
		Duyulanma	Duyulanmanın karşılığı olan fiziksel uyarı ( $A_{g_c}/A_{t_g}$ )	Duyulanma	Duyulanmanın karşılığı olan fiziksel uyarı ( $A_{g_c}/A_{t_g}$ )
1	Çok yumuşak gölge	0.03 – $\leq$ 0.12	0.00 – $\leq$ 0.07	0.1 – $\leq$ 0.18	0.00 – $\leq$ 0.08
2	Yumuşak gölge	0.12 – $\leq$ 0.20	0.07 – $\leq$ 0.13	0.18 – $\leq$ 0.25	0.08 – $\leq$ 0.16
3	Az yumuşak gölge	0.20 – $\leq$ 0.29	0.13 – $\leq$ 0.21	0.25 – $\leq$ 0.33	0.16 – $\leq$ 0.26
4	Orta yumuşaklıkta gölge	0.29 – $\leq$ 0.37	0.21 – $\leq$ 0.28	0.33 – $\leq$ 0.40	0.26 – $\leq$ 0.34
5	Orta sertlik-yumuşaklıkta gölge	0.37 – $\leq$ 0.46	0.28 – $\leq$ 0.37	0.40 – $\leq$ 0.48	0.34 – $\leq$ 0.44
6	Orta sertlik-yumuşaklıkta gölge	0.46 – $\leq$ 0.54	0.37 – $\leq$ 0.46	0.48 – $\leq$ 0.56	0.44 – $\leq$ 0.54
7	Orta sertlikte gölge	0.54 – $\leq$ 0.63	0.46 – $\leq$ 0.57	0.56 – $\leq$ 0.63	0.54 – $\leq$ 0.64
8	Az sert gölge	0.63 – $\leq$ 0.71	0.57 – $\leq$ 0.67	0.63 – $\leq$ 0.71	0.64 – $\leq$ 0.76
9	Sert gölge	0.71 – $\leq$ 0.80	0.67 – $\leq$ 0.82	0.71 – $\leq$ 0.78	0.76 – $\leq$ 0.87
10	Çok sert gölge	0.80 – $\leq$ 0.88	0.82 – $\leq$ 1.00	0.78 – $\leq$ 0.86	0.87 – $\leq$ 1.00

**Tablo 4.** Toplam alan duyulanması ve öznel değerlendirme ile elde edilen S-Y dereceleri

Grup	Toplam Alan Duyulanması			Öznel Değerlendirme	Gölge Örneği
	Uyarı $A_{g_c}/A_{t_g}$	Duyulanma	S-Y Derecesi	S-Y Derecesi	
1a	0.40	0.45	5	5	
1b	0.40	0.45	5	5	
1c	0.40	0.45	5	5	
2aa	0.79	0.73	9	7	
2ab	0.61	0.61	7	5	
2ac	0.40	0.45	5	5	
2ad	0.19	0.28	3	4	
2ba	0.81	0.74	9	8	
2bb	0.59	0.59	7	6	
2bc	0.40	0.45	5	5	
2bd	0.22	0.30	3	4	
2ca	0.83	0.75	9	8	
2cb	0.60	0.60	7	6	
2cc	0.40	0.45	5	5	
2cd	0.21	0.29	3	4	
3a	0.79	0.73	9	8	
3b	0.61	0.61	7	7	
3c	0.40	0.45	5	7	
3d	0.22	0.30	3	4	

receleri, kolon 5'de ise deneklerin S-Y izlenimleri yer almaktadır. Tablo 4, kolon 6 ve 7'de ise, ankette kullanılan üç örneğin (1a, 2bd ve 3d) ekrandaki görüntüleri görülmektedir.

Tablo 4'te görüldüğü üzere, sertlik-yumuşaklık belirlenmesine yönelik ilk aşamada ekran karşısında yapılan deneysel çalışmanın her iki basamağında ulaşılan sonuçlar arasındaki fark küçüktür ve birbirleriyle uyumludur.













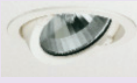
Şekil 10. Deney hacminin planı.

### Gölge Örneklerinin Deney Hacminde Değerlendirilmesi

Gölge özelliklerinin görsel olarak değerlendirilmesi 1/1 ölçekteki iki kişilik büro olarak tasarlanan bir deney hacminde yapılmıştır. Deney hacminde tek masanın kullanıldığı ve iki masanın aynı anda kullanıldığı durumlar için toplam 56 farklı aydınlatma senaryosu düzenlenmiştir. Gölge özelliği bakımından değişik görüntüler elde edebilmek için dört farklı tip aydınlatma aygıtı (toplam 16 adet aygıt) kullanılmıştır. Söz konusu aydınlatma aygıtlarının deney hacminin planı üzerindeki konumu Şekil 10'da, özellikleri ise Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tek masanın kullanıldığı durum için 29, iki masanın kullanıldığı durum için 27 aydınlatma senaryosu oluşturulmuştur. Masa yüzeyinde farklı niceliklerde ortalama aydınlıklar (300 lx, 500 lx, 750 lx ve 1000 lx) oluşturulmuştur.

Tablo 5. Deney hacminde yer alan aydınlatma aygıtlarının özellikleri

Aygıt	Lamba türü	Aygıt sayısı (aygıt no)	Aydınlatma biçimi	Aygıt kodu ve ağız açıklığı ölçüleri
	Üç adet 54 W doğrusal flüoresan lamba	4 (1-2-3-4)	 Dolaysız aydınlatma  Yarı dolaysız aydınlatma  Dolaylı-dolaysız aydınlatma  Yarı dolaylı aydınlatma  Dolaylı aydınlatma	<b>TPS 466</b> 11.6 cm x 116.1 cm
	Altı adet 24 W doğrusal flüoresan lamba	4 (11-12-13-14)	 Dolaysız aydınlatma	<b>TBS 770</b> 59.7 cm x 59.7 cm
	İki adet 26 W kompakt flüoresan lamba	6 (5-6-7-8-9-10)	 Dolaysız aydınlatma	<b>FBH 146</b> Ø 14.5 cm
	Bir adet 35 W metal halide lamba	2 (15-16)	Dolaysız aydınlatma	<b>MBS 244</b> Ø 7 cm

Aydınlatma senaryoları dört grup altında toplanmıştır. Gruplar oluşturulurken,

- gölgenin sertlik-yumuşaklığını değerlendirmek ve sertlik-yumuşaklık değerlendirmesinde gölgenin aydınlık düzeyinin etkisini saptamak (Grup I),
- gölgenin açıklık-koyuluk değerlendirmesinde gölgeyi yaratan kaynak dışındaki başka kaynakların etkisini incelemek (Grup II),
- gölgenin açıklık-koyuluk değerlendirmesinde aydınlatma biçiminin etkisini incelemek (Grup III),
- gölgenin açıklık-koyuluk değerlendirmesinde gölgeyi yaratan kaynak dışındaki başka kaynakların ve aydınlatma biçiminin etkisini incelemek (Grup IV)

amaçlanmıştır.

Her bir aydınlatma senaryosunda masa yüzeyinde oluşan gölgelerin değerlendirilmesine yönelik anket uygulanmıştır. Anket uygulamasında masa üzerinde biri yatay, öteki düşey konumda bulunan iki adet A4 boyutunda ve 5 cm kalınlığındaki ahşap nesnenin masa üzerine düşen gölgeleri değerlendirilmiştir. Görsel değerlendirme sertlik-yumuşaklık ve açıklık-koyuluk olmak üzere iki ayrı açıdan yapılmıştır. Deneklerin gölgenin iki özelliği bakımından izlenimlerini ayrı ayrı 1-10 arasındaki sayılar ile belirtmeleri istenmiştir. Ayrıca, her iki gölge özelliğini de kapsayacak biçimde 1-10 arasında bir genel izlenim derecesi vermeleri istenmiştir. Anket sorularında,

- gölgenin sertlik-yumuşaklığı (S-Y) bakımından; 1: en yumuşak, 10: en sert,
- gölgenin açıklık-koyuluğu (A-K) bakımından; 1: en açık, 10: en koyu,
- genel izlenim açısından; 1: en olumlu, 10: en olumsuz

durum olarak nitelendirilmiştir.

Deney hacminde görsel olarak derecelendirilen ahşap nesnelerin gölgeleri gerek sertlik-yumuşaklık gerekse açıklık koyuluk açısından ayrıca hesaplama yolu ile de saptanmıştır. Sertlik-yumuşaklık bakımından hesaplama 2 ve 3 numaralı eşitlik uyarınca yapılmıştır. Açıklık-koyuluk bakımından hesaplamada izlenen yaklaşıma bu çalışmanın içinde yer verilememiştir. Deneklerce görsel olarak yapılan değerlendirmeler ve aynı koşullar için hesaplama yolu ile ulaşılan sonuçlara kimi örnekler Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'da yer verilen aydınlatma senaryoları masa üzerindeki ortalama aydınlık düzeyinin 500 lx olduğu koşulları kapsamaktadır. Söz konusu senaryolar gölgedeki sertlik-yumuşaklık derecesi bakımından en yumuşaktan en serte doğru sıralanmıştır. Tablo 6'da ilk kolon, ilgili aydınlatma se-

naryosunda kullanılan aydınlatma aygıtı tipi ve sayısını; ikinci ve üçüncü kolon, hesap yöntemi ve öznel değerlendirme ile belirlenen sertlik-yumuşaklık (S-Y) derecesini; dördüncü ve beşinci kolon hesap yöntemi ve öznel değerlendirme ile saptanan açıklık-koyuluk (A-K) derecesini; son kolon ise deneklerin genel izlenimlerini göstermektedir.

Tablo 6'da yer alan senaryolar arasından on adedi seçilmiş ve seçilen senaryolardaki 'atılan gölge' ve 'insan yüzündeki gölgelerin' resimleri Tablo 7'de verilmiştir.

Bu araştırma projesi kapsamında ulaşılan genel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Gölgenin sertlik-yumuşaklık ve açıklık-koyuluk özelliklerine yönelik ayrı ayrı geliştirilen hesaplama yöntemleri uyarınca elde edilen derecelendirmeler ile deney hacminde denekler tarafından yapılan öznel derecelendirmeler birbirine oldukça yakın çıkmıştır.
- Deneklerin gölgenin sertlik-yumuşaklık özelliği bakımından aydınlatma senaryosu tercihindeki sıralama,
  - doğrusal flüoresan lamba ile yapılan yarı dolaylı aydınlatma ve
  - doğrusal flüoresan lamba ile yapılan dolaylı-dolaysız aydınlatma,
  - doğrusal flüoresan lamba ile yapılan yarı-dolaysız aydınlatma,
  - doğrusal flüoresan lamba içeren kare aygıtlarla yapılan dolaysız aydınlatma
  - doğrusal flüoresan lamba ile yapılan dolaysız aydınlatma,
  - kompakt flüoresan lamba ile yapılan dolaysız aydınlatma

biçiminde olmuştur. Bu sıralama, deneklerin gölgenin her iki özelliğini de dikkate alarak belirttikleri genel izlenim sıralaması ile hemen hemen aynı olmuştur.

- Doğrusal flüoresan lamba ile yapılan dolaysız, yarı-dolaysız, dolaylı-dolaysız, yarı-dolaylı aydınlatma biçimlerinde, aydınlatma aygıtı sayısı arttıkça deneklerin genel izlenimleri daha olumlu olmuştur. Çünkü aygıt sayısındaki artışa dayalı olarak gölgeler daha çok aydınlanmış, bir başka deyişle daha açık renkli algılanmıştır. Doğrusal flüoresan lambalı aygıtların yarattığı gölgelerde gölgenin aygıtın boyuna doğrultusunda enine doğrultuya göre daha az belirgin olması, dolaysız aydınlatma dışındaki öteki aydınlatma biçimlerinde tavandan yansıyan ışıkların da gölgeyi ayrıca aydınlatması denek tercihinde rol oynayan öteki etkenler olarak sıralanabilir.

**Tablo 6.** Hesaplama ve öznel değerlendirme ile belirlenen gölge derecelerine örnekler

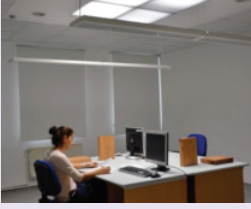

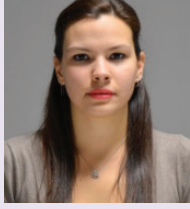
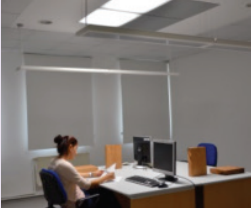


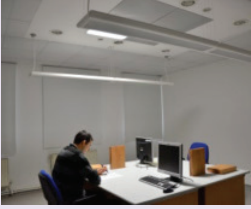

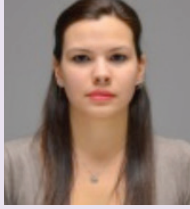
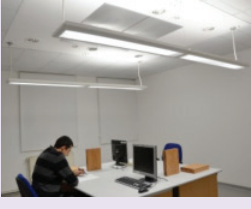


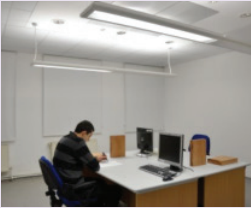
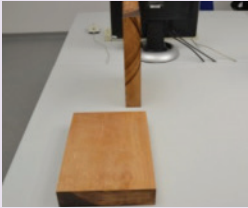

Aydınlatma senaryosu	S-Y derecesi		A-K derecesi		Genel izlenim
	Hesap yöntemi	Öznel değerlendirme	Hesap yöntemi	Öznel değerlendirme	
Dört adet kare aygıt, <i>Aygıt no: 11+12+13+14</i>	1	1	3	2	2.7
İki adet kare aygıt, <i>Aygıt no: 11+12</i>	1	1	3	1	2.9
Kare aygıt, <i>Aygıt no: 11</i>	1	1	3	1	2.8
Dört adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (yarı dolaylı aydınlatma), <i>Aygıt no: 1+2+3+4</i>	3	1	3	1	1.5
Dört adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (dolaylı-dolaysız aydınlatma), <i>Aygıt no: 1+2+3+4</i>	3	1	3	1	1.5
Dört adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (yarı dolaysız aydınlatma), <i>Aygıt no: 1+2+3+4</i>	3	1	3	2	1.6
Dört adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (dolaysız aydınlatma), <i>Aygıt no: 1+2+3+4</i>	3	2	4	4	4.1
İki adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (yarı dolaylı aydınlatma), <i>Aygıt no: 1+2</i>	3	1	3	2	2.3
İki adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (dolaylı-dolaysız aydınlatma), <i>Aygıt no: 1+2</i>	3	2	4	2	2.6
İki adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (yarı dolaysız aydınlatma), <i>Aygıt no: 1+2</i>	3	2	4	2	2.6
İki adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (dolaysız aydınlatma), <i>Aygıt no: 1+2</i>	3	4	5	4	5.3
Doğrusal flüoresan lambalı aygıt (dolaysız aydınlatma), <i>Aygıt no: 1</i>	3	6	8	6	6.4
Kompakt flüoresan lambalı aygıt, <i>Aygıt no: 6</i>	8	7	6	7	6.3
İki adet kompakt flüoresan lambalı aygıt, <i>Aygıt no: 5+6</i>	8	6	5	7	6.5
Dört adet kompakt flüoresan lambalı aygıt, <i>Aygıt no: 5+6+8+9</i>	8	4	3	4	6.6
Altı adet kompakt flüoresan lambalı aygıt, <i>Aygıt no: 5+6+7+8+9+10</i>	8	4	2	4	6.9

- Kompakt flüoresan lambalı aygıtlarla yapılan dolaysız aydınlatmada aygıt sayısının artması, gölge sayısını da arttırmış, bu durum görsel algılamada rahatsızlık yarattığından olumsuz olarak nitelen-

dirilmiştir.

- Doğrusal flüoresan lamba içeren kare aygıt sayısındaki artışın deneklerin tercihinde herhangi bir değişikliğe yol açmadığı söylenebilir.

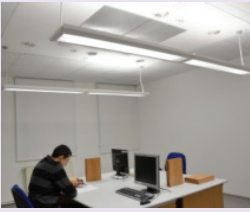




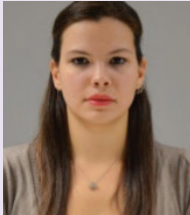
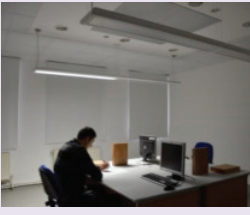


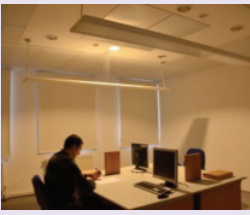


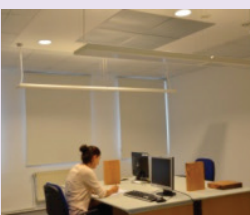


**Tablo 7a.** Aydınlatma senaryolarındaki gölge görünümüne örnekler

Aydınlatma senaryosu	Gölgenin görünümü		S-Y derecesi		A-K derecesi	
	Atılan gölge	Kişideki gölge	H	Ö	H	Ö
			1	1	3	2
Dört adet kare aygıt, <i>Aygıt no: 11+12+13+14</i> , genel izlenim derecesi: <b>2.7</b>						
			1	1	3	1
İki adet kare aygıt, <i>Aygıt no: 11+12</i> , genel izlenim derecesi: <b>2.9</b>						
			1	1	3	1
Kare aygıt, <i>Aygıt no: 11</i> , genel izlenim derecesi: <b>2.8</b>						
			3	1	3	1
Dört adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (yarı dolaylı aydınlatma), <i>Aygıt no: 1+2+3+4</i> , genel izlenim derecesi: <b>1.5</b>						
			3	1	3	2
İki adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (yarı dolaylı aydınlatma), <i>Aygıt no: 1+2</i> , genel izlenim derecesi: <b>2.3</b>						

H: Hesap yöntemi.

Ö: Öznel değerlendirme.

**Tablo 7b.** Aydınlatma senaryolarındaki gölge görünülerine örnekler

Aydınlatma senaryosu	Gölgenin görünümü		S-Y derecesi		A-K derecesi	
	Atılan gölge	Kişideki gölge	H	Ö	H	Ö
			3	2	4	4
Dört adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (dolaysız aydınlatma), Aygıt no: 1+2+3+4, genel izlenim derecesi: <b>4.1</b>						
			3	4	5	4
İki adet doğrusal flüoresan lambalı aygıt (dolaysız aydınlatma), Aygıt no: 1+2, genel izlenim derecesi: <b>5.3</b>						
			3	6	8	6
Doğrusal flüoresan lambalı aygıt (dolaysız aydınlatma), Aygıt no: 1, genel izlenim derecesi: <b>6.4</b>						
			8	7	6	7
Kompakt flüoresan lambalı aygıt, Aygıt no: 6, genel izlenim derecesi: <b>6.3</b>						
			8	4	3	4
Dört adet kompakt flüoresan lambalı aygıt, Aygıt no: 5+6+8+9, genel izlenim derecesi: <b>6.6</b>						

H: Hesap yöntemi.

Ö: Öznel değerlendirme.

## Sonuç

Bir hacimdeki gölgelerin varlığı nesnelere biçimsel ve dokusal özelliklerinin doğru ve zorlanmadan algılanması bakımından önemlidir. Yumuşak ve aydınlanarak açıklanmış gölgeler birçok işlev için görsel konforun oluşmasına katkıda bulunur. Gölge niteliğinin bir aydınlatma tasarım ölçütü olarak değerlendirmeye alınabilmesi için gerek sertlik-yumuşaklık gerekse açıklık-koyuluk açısından belirlenebilmesi ve değerlendirilebilmesi gereklidir.

Bu çalışmada, bir yüzeyde oluşan gölgenin sertlik-yumuşaklık boyutu gölge çekirdeği ile toplam gölge arasındaki algılanan orana; açıklık-koyuluk boyutu gölge çekirdeği parıltısı ile toplam gölge sınırındaki parıltı arasındaki farka bağlı olarak tanımlanmıştır.

Sertlik-yumuşaklık tanımında yararlanmak amacıyla, ilk aşamada çeşitli gölge örneklerinin bilgisayar ekranında değerlendirilmesini kapsayan bir deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu deneysel çalışma sonucunda 300 lx ve  $\geq 500$  lx koşulları için ayrı ayrı uygulanmak üzere iki formül geliştirilmiş gölgenin sertlik-yumuşaklık özelliği 1-10 arasında derecelendirilmiştir. Gölgedeki sertlik-yumuşaklık değerlendirmesine yönelik ikinci aşama bir deney hacminde gerçekleştirilmiştir. Deney hacminde çeşitli aydınlatma senaryoları oluşturularak, gölgenin her iki özelliği görsel değerlendirmeye dayalı sayısal olarak derecelendirilmiştir. Deney hacminde denekler tarafından gerçekleştirilen görsel derecelendirmeler, bu araştırma kapsamında ayrı ayrı sertlik-yumuşaklık ve açıklık-koyuluk ile ilgili geliştirilen hesaplama yöntemleri uyarınca yapılan derecelendirmeler ile uyumlu çıkmıştır.

Deney hacmindeki görsel değerlendirmeler, doğrusal flüoresan lambalı aydınlatma aygıtları ile yapılan yarı-dolaylı, dolaysız-dolaylı ve yarı-dolaysız aydınlatma biçimleri ile doğrusal flüoresan lambalı kare aygıtlar ile yapılan dolaysız aydınlatma biçiminde kabul edilebilir gölge özelliklerinin oluştuğunu göstermiştir. Buna karşın, doğrusal flüoresan lamba ile yapılan dolaysız aydınlatma ve özellikle kompakt flüoresan lamba ile yapılan dolaysız aydınlatma yarattıkları gölge özellikleri bakımından olumsuz olarak nitelendirilmiştir. Doğrusal flüoresan lambalı aygıtlar için aygıt sayısı arttıkça çalışma masası yüzeyinde oluşan gölgeler daha olumlu bulunmuş, buna karşın kompakt flüoresan lambalı aygıt kullanımında artan aygıt sayısı olumlu karşılanmamıştır.

Doğal olarak, gölgenin sertlik-yumuşaklığı ve genel gölge izlenimi bakımından bu çalışmada tercih edilen koşullar deney hacminde kullanılan aydınlatma aygıtlarının özelliklerine bağlıdır. Oysa uygulamada kullanıla-

bilecek aydınlatma aygıtları biçim, boyut ve aygıtta yer alan örtücü, yayıcı, siperlik gibi ek parçalar açısından çok farklı özelliklerde olabilir. Bununla birlikte, herhangi bir aygıtın oluşturacağı gölgenin sertlik-yumuşaklık ve açıklık-koyuluk derecesi bu araştırma projesinde geliştirilen yaklaşım uyarınca hesaplanabilir. Belirlenen derecenin kabul edilebilirliği konusundaki karar, bu çalışma kapsamında deneklerin olumlu bulunduğu koşullardaki derecelere yakınlık dikkate alınarak verilebilir.

Birçok hacimde yumuşak ve aydınlandığı için açık renkli algılanan gölgeler önerilmekle birlikte, hacim işlevi, içindeki nesnelere özellikleri ve görsel algılama konusu her koşulda çok yumuşak ve çok açık gölgeler gerektirmeyebilir. Bu çalışmada geliştirilen yaklaşımın başka işlevli hacimlerde de gölge özelliklerini saptamak üzere uygulanması, saptanan gölge derecelerinin bu hacimlerdeki kullanıcı tercihlerini ortaya koyan anket uygulamalarıyla değerlendirilmesi sonucunda farklı işlevler için de veri oluşturulmuş olacaktır. İşleve göre kabul edilebilir gölge derecelerinin belirlenmesi, gölge niteliğinin mimari aydınlatmada yaygın bir biçimde aydınlatma tasarım kriteri olarak dikkate alınmasını sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Aydın Yağmur, Ş. (2012) "Lamba Işığı İle Aydınlatmada Gölge Niteliğinin Belirlenmesi ve Tasarım Kriteri Olarak Değerlendirilmesi İçin Bir Yaklaşım", YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- Aydın Yağmur, Ş., Dokuzer Öztürk, L. (2013) "An approach for evaluation the harshness-softness attribute of a shadow", Lux Europa 2013, Krakow, Poland, 17-19 September 2013, 77-82.
- Aydın Yağmur, Ş., Dokuzer Öztürk, L. (2011) "Investigation of the shadow quality occurred in interiors under artificial lighting", The 27th Session of the CIE, Sun City, South Africa, 10-15 July 2011, 1029-1038.
- Dokuzer Öztürk, L. (2005) "Bestimmung des Guten Sehwirkungsgrads", Lux Europa 2005, 366-369, Berlin, Germany, 19-21 September 2005.
- Dokuzer Öztürk, L., Aydın Yağmur, Ş. (2012) Lamba Işığı İle Aydınlatmada Gölge Niteliğinin Belirlenmesi ve Tasarım Kriteri Olarak Değerlendirilmesi İçin Bir Yaklaşım, YTU, BAPK, Proje no: 2011-03-01-DOP01, İstanbul.
- Haeger F. (1977) "Untersuchung zur Schattigkeit als Gütekriterium der Innenraumbeleuchtung", Lichttechnik, Nr. 5-6.
- Hubert EG. (1989) Physics experiments and projects for students, Edited by C. Isenberg & S. Chomet.
- Ohtani, Y., Ohta, K., Takubo, A., Yamaya, T. (1993) "Shadow characteristics of a column in an infinite length room", Journal of Light & Visual Environment, 17(1):5-13.
- Ohtani, Y., Uchida, A., Yamaya, T. (1999) "Illuminance characteristics within a shadow in a rectangular parallelepiped room", 24th Session of the CIE, 24-30 June 1999, 1(2):65-67.



- Ohtani, Y., Uchida, A., Yamaya, T. (2003) "On the shadow characteristics in a rectangular parallelepiped room – In the case of the varied positions, numbers and sizes of the light source", 25th Session of the CIE, 25 June-2 July 2003, Proceedings 2:D3-24.
- Ohtani, Y., (1979) "Shadow characteristics under various light sources - in the case of a horizontal disk as a shadow caster-". Journal of Light & Visual Environment, 3(1): 42-51.
- Stevens, S.S. (1975) Psychophysics: introduction to its perceptual, neural and social prospects, John Wiley & Sons, USA.
- Uchida, A., Ohtani, Y., (2000) "Fundamental study of shadow characteristics under task ambient lighting", Journal of Light & Visual Environment, 24(1):50-58.
- Uchida, A., Ohtani, Y. (1999) "Prediction of the shadow characteristics under the task ambient lighting -in the case of varied positions of light sources-", 24th Session of the CIE, 24-30 June 1999, Proceedings 1(2):84-86.
- Uchida, A., Ohtani, Y. (2003) "Study on the shadow characteristics under the task ambient lighting -About the setting of partition-", 25th Session of the CIE, 25 June-2 July 2003, Proceedings 1:D3-196.

---

**Anahtar sözcükler:** Gölge çekirdeği; gölge faktörü; gölge özellikleri; sert gölge; yarı gölge; yumuşak gölge.

**Key words:** Umbra; shadow factor; shadow attributes; penumbra; harsh shadow; soft shadow.