



**Makale  
(Article)**

## **Ç Mekkân Aydınlatmasında Renk Seçiminin Aydınlatma Ekonomisi ve Görsele E Etkisi**

**Mustafa AH N\*, Yüksel O UZ\*, Fuat BÜYÜKTÜMTÜRK\*\*\***

\*Erzincan Üniversitesi M.Y.O. Uçak Teknolojisi Bölümü, Erzincan/TÜRK YE

\*\* Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Fak. Elk & Elek. Müh. Böl., Afyonkarahisar/TÜRK YE

\*\*\* Marmara Üniversitesi Teknik E itim Fak. Elk. E t. Böl., stanbul/ TÜRK YE

[yukseloguz@aku.edu.tr](mailto:yukseloguz@aku.edu.tr)

Geli Tarihi: 27.11.2013

Kabul Tarihi: 09.01.2014

### **Özet**

Bu çalı mada, iç mekkân aydınlatmasında renk seçiminin aydınlatma ekonomisine ve aydınlatma ergonomisine katkısından bahsedilmi tir. Çalı ma için örnek bir ortam seçilmi ve tüm fiziksel ortam ko ulları aynı kalmak artıyla sadece ortamın duvar rengi de i tirilmi tir. Duvar kirli beyaz ve pembe olarak boyanmı ve bu iki renk için ayrı ayrı ortam içerisinde yerden 90 cm sabit yükseklikte birçok noktada aydınlık düzeyi ölçümleri yapılmı tir. Ölçülen bu de erler bir kâ it üzerine matris eklinde kaydedilmi tir. Daha sonra, bu iki renk için kaydedilen bu de erler MATLAB ortamında üç boyutlu olarak modellenip kar ıla tırılmı tir. Böylece bir aydınlatma sisteminin tasarımı a masında seçilen mekkân renginin aydınlatma elemanlarının gereksinim duydu u enerji talebindeki azalmaları da beraberinde getirdi i gözlemlenmi tir. Sonuç olarak bu çalı mada, iç mekkân rengi ve aydınlık düzeyi da ılımı ili kisi, yapılan ölçümlerle sayısal olarak kar ıla tırılmı ve renk seçiminin hem ekonomiklik hem de kullanım açısından aydınlatma sistemlerine olumlu katkıda bulundu u sonucuna ula ılmı tir.

**Anahtar Kelimeler:** Ç Mekkân Aydınlatması, Mekkân Rengi, Aydınlatma Ekonomisi, Ergonomi.

## **Effect of Lighting Economy and Visuality to Color Section in ndoor Lighting**

### **Abstract**

In this study, the effect of color choice for interior lighting on lighting economy and visual quality is explained. For the study, a sample environment was selected and only the wall color of the environment was changed on condition that all the physical environment conditions would remain the same. The wall was painted in broken white and pink colors and for these two colors; lighting level measurements were made at many points, in height of 90 cm from the ground, separately in the environment. These measured values were recorded on a paper in a matrix form. Then, the values recorded for these two colors were modeled as three-dimensional in MATLAB medium and then they were compared. In this way, it was observed that the color of place selected in designing phase of a lighting system brought along decreases in energy demand required by lighting elements. Consequently, interior color and lighting level distribution relation was compared numerically with the measurements realized in this study and it was concluded that color choice had positive contribution to lighting systems in terms of both economy and usage.

**Keywords :** Indoor Lighting, Indoor color, Lighting economy, Ergonomics

*Bu makaleye atf yapmak için*

*ahin M., O uz, Y., Büyüktümtürk, F., " Ç Mekkân Aydınlatmasında Renk Seçiminin Aydınlatma Ekonomisi ve Görsele E Etkisi " Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2013, (10) 15-26*

*How to cite this article*

*ahin M., O uz, Y., Büyüktümtürk, F., "Effect of Lighting Economy and Visuality to Color Section in ndoor Lighting" Electronic Journal of Machine Technologies, 2013, (10) 15-26*

## 1. G R

Günümüzde teknolojik faaliyetlerin temel girdisi olan elektrik enerjisinin kullanım alanının artması elektrik enerjisine olan talebi de arttırmaktadır. En büyük yerle im biriminden en küçük yerle im birimlerine kadar uzanan elektrik da ıtım ebekelerinin tüketiciye sa ladı ı kullanım kolaylı ı, elektrik enerjisi tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payını da arttırmı tır. Türkiye’de tüketilen toplam elektrik enerjisinin yakla ık %20’si aydınlatma amaçlı kullanılan elamanlara aittir.

Elektrik enerjisinin üretim ve kullanım maliyeti yüksek olması nedeniyle verimli kullanılması gerekmektedir [1]. Kullanmakta oldu umuz enerji kaynaklarının hızlı ve bilinçsiz bir ekilde tüketilmesi insano lunu yeni alternatif enerji kaynakları bulmaya itmi tir. Aynı zamanda mevcut enerji potansiyellerini de en ekonomik bir ekilde kullanmak amacıyla bir takım enerji tasarrufu yöntemleri geli tirmeye sevk etmi tir. Bu amaçla özellikle son zamanlarda gerek Türkiye’de gerekse uluslararası düzeyde alternatif enerji kaynakları ile ilgili birçok ara tırma yapılmı tır. [2-3-4].

Yapılan bu ara tırmaların birço u elektrik enerjisinin optimal kullanılmasına yönelik, aydınlatma sistemlerinde enerji tasarrufu ile ilgilidir. Enerji tasarrufu için akıllı aydınlatma sistemleri [5], bürolarda, ofislerde enerji kontrol sistemleri [6], havalandırma ve aydınlatma sistemlerinde enerji tasarrufuna yönelik etkin bina tasarımı [7] ve binalarda enerji kontrolü sa lamak amacıyla akıllı kontrol sistemlerinin kullanımı [8-9] gibi çalı malar enerji tasarrufuna yönelik yapılan çalı malara örnek olarak gösterilebilir. Aynı ekilde son zamanlarda aydınlatma sistemleri ve aydınlatma sistemlerinde enerji tasarrufuna yönelik yapılmı birçok yerli [10-11] ve yabancı çalı ma da mevcuttur [12-13-14].

Bu çalı mada farklı olarak aynı aydınlatma elemanlarını kullanmak artıyla sadece mekân rengi de i tirilip aydınlık düzeyi da ılımı irdelenmi tir. Böylece bir iç mekânda kurulum a amasında bilinçli renk seçimi ile daha ergonomik ve daha ekonomik bir aydınlatma sistemi tasarımı yapılmasının önemi vurgulanmı tır.

## 2.1 AYDINLATMA S STEMLER

nsan var oldu undan beri enerjiye ihtiyaç duymu tur. En ilkel enerji ihtiyaçlarından biri ısınmanın yanında ık olmu tur [15]. I ık insan ya amının vazgeçilmez bir ö esi oldu u kadar, mekânların ve cisimlerin niteliklerinin algılanmasını sa laması açısından da yapı mekanizmasının ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir [16]. Günümüzde iç mekânların ihtiyaçları arasında aydınlatma önemli bir unsurdur. Aydınlatma, en basit tanımıyla, bir i levlin görülebilmesi için gerekli aydınlık düzeyinin sa lanmasıdır. Aydınlatma, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından “çevrenin ve nesnelerin gere i gibi görülmesini sa lamak amacıyla ık uygulamak” ekinde tanımlanmı tır. Söz konusu nesne ve çevre her aydınlatma uygulamasında amaca göre farklılıklar gösterir. Bu farklılıklar ‘Aydınlatma Tekni i’ kavramının çıkmasına sebep olmu tur. Aydınlatma tekni i, bir yandan görsel algılamanın en iyi ko ullarda gerçekleşmesini sa larken, öte yandan, bunun, ilk yapım giderleri ve kullanma harcamaları bakımından en ekonomik çözümlerle elde edilmesini, insan do asına uygunlu unu ve sonucunda estetik de erler ve mimariye uyum bakımından da doyurucu olmasını sa lamak zorundadır [17].

Görüldü ü üzere aydınlatma tekni i, estetik, psikolojik ve ekonomik kazanımlar pe inde olan bir kavramdır. Günümüzde aydınlatma; öncelikle ki ilerinin fizyolojik görme ihtiyacına cevap vermeyi amaç edinmenin yanı sıra, görme konforunu, i verimlili ini ve mimaride hacim ve yüzeylerin mimari

özelliklerini ön plana çıkarmayı amaç edinen bir konu haline gelmiştir. Uygulamada aydınlatmanın nicelik ve nitelik olarak iki önemli boyutu vardır [18].

Aydınlatmanın niceliksel ve sayısal değer olarak gerekli aydınlık düzeyinin saptanmasıdır. Bu saptamada yapılan işin özelliği, çalışma süresi, işin hızı, çevre koşulları ve çalışan kişilerin yaşı gibi etkenler önem taşımaktadır. Aydınlatmada önemli olan kullanılan hacimlerde yapılan işin amaçlarına uygun bir aydınlatmayı sağlayacak düzeni oluşturur. Burada ışığın rengi, doğrultusu, elde edilen aydınlıkta oluşan gölgelerin yumuşaklığı ve sertliği gibi özellikler rol oynamaktadır. Renkli bir nesnenin doğru algılanmasında ise ışık kaynağının renk özelliği büyük önem taşımaktadır [19].

Bugün gerek kişilerin özel isteklerine cevap vermek ve gerekse normal ve olağan üstü koşullar karşısında bulunan toplumların çeşitli sorunlarını çözmek amacıyla iyi bir aydınlatma zorunluluğu haline gelmiştir [20].

Aksi halde, uygun olmayan aydınlatmada göz yorgunluğu ortaya çıkar ve çalışma alanlarında ciddi yaralanmalara sebep olur. Bir ortamında yapılan çalışmada, her üç kişiden ikisinde işyerindeki fiziksel yorgunluğun zayıf aydınlatmadan dolayı olduğu belirlenmiştir [21].

## 2.2 GÖRSEL İHTİYAÇLAR, RENK VE MEKÂNSAL ETKİLER

Verimliliğinin ve eylem performansının nicel ve nitel olarak artması için görsel konfor ihtiyaçlarının optimum seviyede olması sağlanmalıdır. Gerekli görsel konfor koşullarının sağlanması için, aydınlatma yoğunluğu, çevredeki yüzeyler, aydınlatma araçları, parlaklık, çevredeki egemen olan renkler gibi görsel çevre öğelerinin iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Görsel konforu oluşturan temel öğeler şunlardır:

- Renk
- Doku
- Aydınlatma düzeyi

Görsel konforu oluşturan bu temel unsurlar kullanıldıkları mekânda kullanıcıları hem fiziksel hem de psikolojik olarak etkiler. Doğru kullanıldıklarında motivasyonu ve verimliliği olumlu etkiledikleri düşünülmektedir [22].

**Renk:** Işığın belirli dalga boylarının gözün retinasına ulaşması ile oluşan algıya renk denir. Bu algılama, ışığın maddeler üzerine çarpması ve kısmen soğurulup kısmen yansıtılması nedeniyle çeşitlilik gösterir ki bunlar renk tonu veya renk olarak adlandırılır.

Doğada 3 ana renk vardır. Bunlar kırmızı, sarı ve mavi renktir.

Doğadaki diğer renkler bu üç ana rengin farklı karışım ve tonları ile elde edilir. Siyah ve beyaz rengin oluşumu ise daha farklıdır. Tüm dalga boyları birden aynı anda gözümüze ulaşsa bunu beyaz, hiç ışık ulaşmazsa siyah olarak algılarız. Yani güneş ışınlarını yansıtmadan tamamen emen cisimler, gerçek anlamda bir renk olmayan siyah olarak görülürler. Güneş ışınlarını tamamen yansıtan cisimlerin rengi ise beyazdır [23].

Bu tanımlardan cisimlerin renklerine göre insan gözüne yansıyan ışık miktarının farklı olduğunu anlamaktadır. Bu da yansıtma faktörü kavramını ortaya çıkarmaktadır. Yansıtma faktörü, yüzey üzerine düşen ışığın yansıtma oranını belirtmektedir. Aşağıda tablo 1'de bazı malzeme ve renkleri yansıtma katsayıları verilmiştir.

**Tablo-1.** Bazı malzeme ve renklerin yansıtma katsayıları

<b>DUVAR BOYALARI</b>	<b>%</b>
Koyu Kahverengi	0.10 – 0.20
Açık Sarı	0.60 – 0.70
Açık Ya il	0.45 – 0.55
Kırmızı	0.30 – 0.50
Gök Mavisi	0.35 – 0.45
Beyaz	0.70 – 0.90
Kirli Beyaz	0.60 – 0.70
Pembe	0.45 – 0.55
Açık Gri	0.40 – 0.60
Kahverengi	0.20 – 0.30
<b>MALZEME</b>	<b>%</b>
Me e Açık Renk	0.25 – 0.35
Sunta Krem Rengi	0.50 – 0.60
Alçı Sıva	0.90
Eloksallı Aliminyum	0.85
Beton	0.10 – 0.50
Cam-Gümü -Ayna	0.85 – 0.90
Granit	0.20 – 0.25
Beyaz Mermer	0.60 – 0.65

I ık kaynaklarının renk üzerindeki etkisine ise renksel geriverim endeksi (CRI) ile belirtilebilmektedir. Renksel geriverim endeksi, ı ık kayna ının objenin renklerini gerçe e yakın olarak yansıtması olarak tanımlanmaktadır. I ık kayna ının renksel geriverim endeksi Ra ile ifade edilir ve gün ı ı ı referans alınmaktadır. Ra=100 olan ı ık kayna ı, renkleri en iyi ekilde yansıtan kaynaklar olarak bilinmektedir. Tablo 2’de renksel geriverim endeksine göre standartla tırılmı kategorileri gösterilmi tir. Renksel geri verimi en kötü ı ık kaynakları, kimi flüoresan lambalar ve genelde bo almalı lambaların ı ıklarıdır. Renksel geri verimi çok iyi olan ı ıklar ise, akkor lambalar, halojen lambalar, ksenon lambaları ve kimi özel flüoresan lambaların ı ıklarıdır. Metal halide lamba ı ıklarının renksel geri verim endeksi de oldukça iyidir.

**Tablo-2.** Bazı aydınlatma elemanlarının renksel geriverim endeksleri [24]

<b>I ık Kayna ı</b>	<b>Renksel Geriverim ndeksi</b>
Enkandesan Lambalar	Çok iyi
Halojen Lambalar	Çok iyi
Fluoresan Lambalar	yi
Metal Halide Lambalar	Çok iyi
Y.B. Civa Buharlı Lambalar	Orta
Y.B. Sodyum Buharlı Lambalar	Kötü
A.B. Sodyum Buharlı Lambalar	Çok Kötü

**Mekânsal Etki:** Bir mekânın gerçek boyutları sabit tutuldu u halde farklı renkler kullanılarak, farklı boyutsal etkiler ortaya çıkarmak mümkündür. Renklerin açıklı ı-koyulu u, optik yanımlar yaratarak mekânın fiziksel karakterini de i tirme olana ı verebilir. Buna göre açık renkler, nesnelere olduklarından daha yakın ve büyük, mekânların ise büyük algılanmalarına, koyu renkler ise küçük algılanmalarına neden olmaktadır. Rengin bu özelliklerinden faydalanılarak sıkıcı bir mekânı daha çekici hale getirmek ya da çok büyük bir mekânı daha sevimli hale getirmek mümkün olabilir [25].

Koyu bir zemin üzerindeki açık bir renk, açık bir zemin üzerindeki koyu bir renge nazaran daha büyük ve daha parlak gözüktür. Örne in; beyaz üstüne siyahla yazılmış bir yazı ile siyah üstüne beyazla yazılmış bir yazı karşılaştırıldığında, siyah üstüne beyaz daha parlak ve iri gözükecektir. Geometrik olarak ta e it büyüklükteki iki daireden beyazı siyahından büyük görünür. E it genişlikteki iki dü ey banttı (kırmızı-beyaz-mavi) mavi, kırmızından daha geniş, beyaz ise maviden de daha geniş olarak algılanır [22].

Faulkner, ikinci dünya sava ı sırasında bir uçak fabrikasının bir duvarı tamamen cam olan çizim odasında çalış an mimar arkadaşının ba ına gelen bir olaydan öyle bahseder; “odadaki aydınlık düzeyi gündüz vakti oldukça yeterliydi, ancak, günbatımından sonra oda öyle kasvetli oluyordu ki herkes durumdan ikâyet eder olmu tu. Çözüm olarak cam duvar boyunca beyaz bir perde asıldı ında, gerekli aydınlık sağlanabildi oldu. Bundan önce odadaki yapay ı ı n ço u yansıtmak yerine camdan dı arı kaybolup gidiyordu ve bununla beraber odanın kendisi yeterince aydınlanamıyordu”. [26].

### 3. Ç MEKÂN AYDINLATMA S STEM NDE FARKLI RENKLERDE AYDINLIK DÜZEY ÖLÇÜMLER

Aydınlatmada etkin enerji kullanımını lamba söndürülerek de il, gözün görme yetene i ve görsel konfordan taviz vermeden gerekli minimum düzeyde aydınlık ıddetlerinin yaratılmasıyla sağlanabilece i herkes tarafından bilinmektedir. Böylece insanın göz, ruh, fizik, estetik ve motivasyon birlikteli ini sağlayarak verimli bir çalış ma ortamı oluşturulmu olacaktır. Bu ba lamda çalış mamızda aynı aydınlatma elemanları ile nasıl daha fazla aydınlık düzeyi elde edilebilece i üzerinde durulmu tur.

Bu amaçla; ekil 1 de görüldü ü gibi eni: 3 metre, boyu: 3.5 metre ve yüksekli i: 2.6 metre olan bir çalış ma odası ölçüm yapmak üzere belirlenmi tir.



**ekil 1.** Ölçümlerin yapıldı ı ortamın genel görünümü

Belirlenen iç mekânda, ölçümler iki farklı duvar renginde gerçekleştirilmiştir. ç mekân duvar rengi ekil 2’de görüldü ü gibi birinci durum için kirli beyaz. Zemin dö emesi ise açık ceviz rengindedir. İkinci durum için ise iç mekân duvar rengi ekil 3’de görüldü ü gibi pembe olup, zemin dö emesi ise yine ceviz rengindedir. Birinci duruma göre duvar rengi hariç tüm fiziksel koşullar aynı kalmıştır.



**ekil 2.** Ölçümlerin yapıldığı ortamın duvarlarının kirli beyaz boyanmış halinin genel görünümü.



**ekil 3.** Ölçümlerin yapıldığı ortamın duvarlarının pembe boyalı halinin genel görünümü.

Aydınlatma elemanı olarak ekil 4’de görüldü ü gibi bir adet PHILIPS STD 100W E27 220V A55 CL 1CT enkandesan (akkor flamanlı) ampul ve bir adet tijli porselen duş kullanılmıştır. Kullanılan ampulün ışık akısı 1340 lümen dir. Tij boyu ise 24 cm dir. Burada akkor Flamanlı ampul kullanılmasının sebebi renksel geriverim endeksinin iyi olmasıdır.

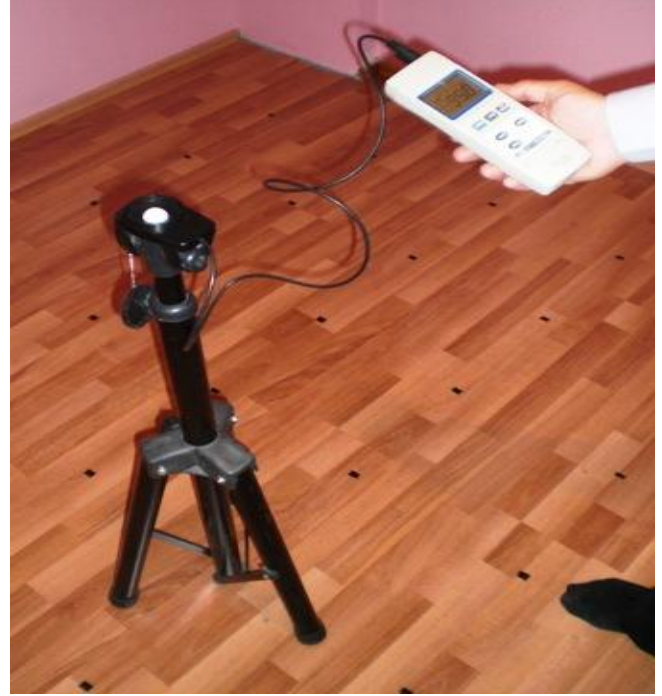


**ekil 4.** ç mekân aydınlatmasında kullanılan aydınlatma elemanı.

Dı arıdan ı k giri ini engellemek amacıyla ölçümler gece yapılmı tır. Ortam ekil 5’de görüldü ü gibi 30x35 cm karelere ayrılmı ve toplam  $9 \times 9 = 81$  adet nokta elde edilmi tir. Aydınlık iddeti de erleri ölçümleri ise her iki durum için yerden 90 cm yükseklikte yani çalı ma masası yüksekli inde LUTRON marka, kalibrasyon sertifikalı lüksmetre ile gerçekte tirilmi tir. Ölçümlerin yapıldı ı lüksmetre düzene i ekil 6’de görülmektedir.



**ekil 5.** Ölçümlerin yapıldı ı ortamın 30x35 cm karelere ayrılmı hali.



**ekil 6.** Ölçümlerin yapıldı ı lüksmetre düzene i

ç mekân içerisinde elde edilen 81 adet noktada aydınlık düzeyi ölçümleri ekil-6’daki lüksmetre düzene i ile yapılmı tır. İlk olarak ölçümler kirli beyaz duvar renginde yapılmı ve  $9 \times 9$  matris ekinde tablo 3’te görüldü ü gibi kaydedilmi tir.

**Tablo 3.** Duvar renginin kirli beyaz oldu u durumda mekân içerisindeki aydınlık düzeyi da ılımlarının lüks olarak de erleri

<b>P E N C E R E</b>	51.3	54.6	65	69.1	73.3	71.1	64.5	57.8	47.7
	52.2	61	71.2	80.1	88.7	85.3	76.6	66.7	56.8
	57.5	64.4	78.6	92.3	104	98.5	84.8	70.4	61.5
	61.1	73.7	92.5	112	121	114	99.1	81.6	69.2
	63.5	74.8	91.4	109	127	118	103.2	83.7	70.3
	61.8	72.3	86.9	107	118	114	98.1	80	68
	60	68.5	80.1	96.2	105	102	87.2	73.8	64.5
	55	63.5	74.1	84.4	90	87.7	78.9	69.6	61.5
	47.2	54.7	63.2	71	75.8	74.9	70.1	63.3	57.3

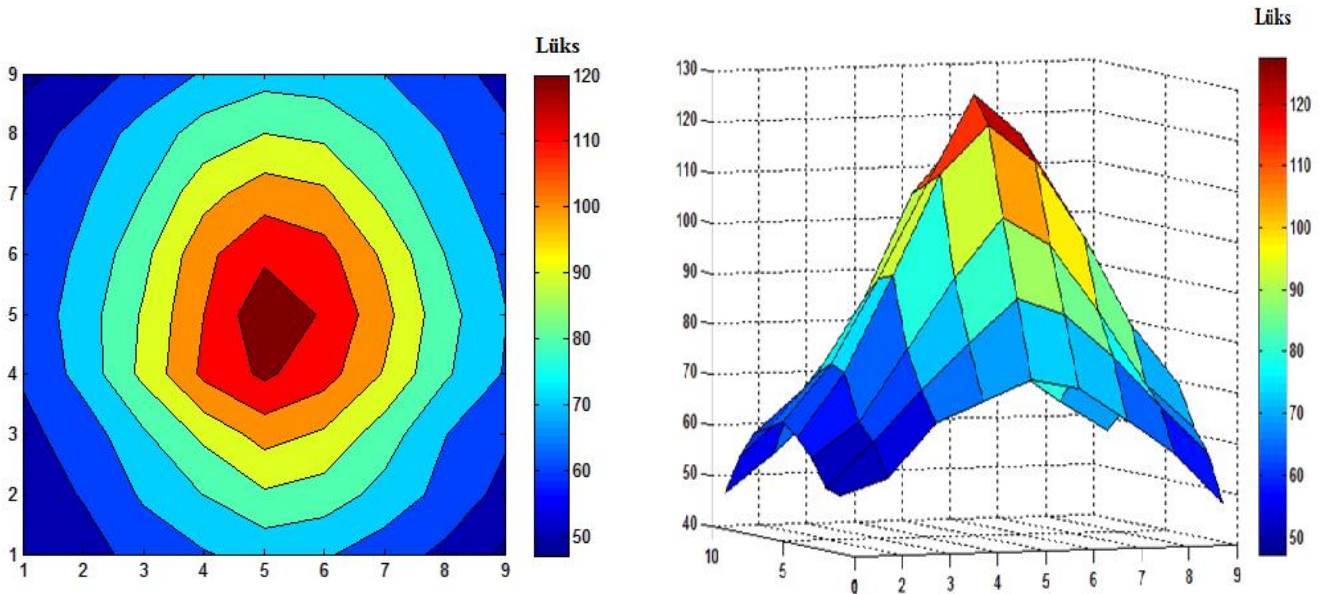
Aynı ekilde duvar rengi kirli beyazdan pembeye boyandıktan sonra tüm fiziksel artlar sabit kalmak artıyla aynı ölçümler pembe mekânda da yapılmı ve 9x9 matris ekinde tablo 4’de görüldü ü gibi kaydedilmi tir.

**Tablo 4.** Duvar renginin pembe oldu u durumda mekân içerisindeki aydınlık düzeyi da ılımlarının lüks de erleri.

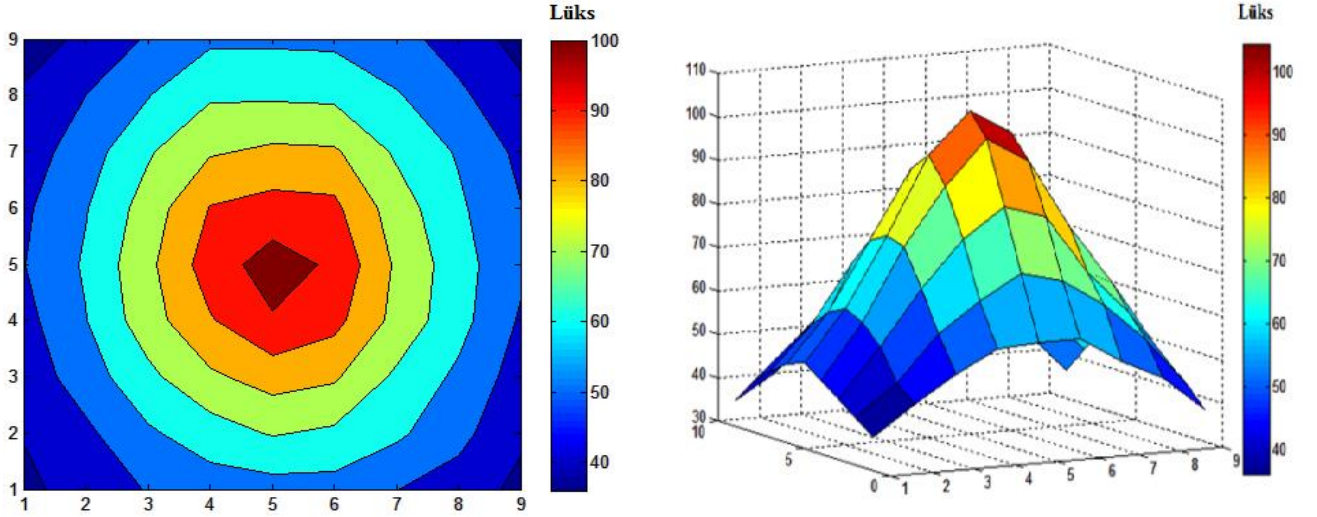
<b>P E N B E R E</b>	37.5	44.4	50.4	55.3	55.9	56.2	50.2	45.6	37.3
	40.7	47.9	58.5	65.1	70.8	68.1	61.9	52.9	41.8
	43.9	55.2	67.6	78.2	84.7	81.6	68.1	58.1	45.5
	46.9	59.5	75.8	89.1	99.1	93.3	77	63.6	48.9
	49.6	61.4	77.4	95.1	104.4	98.5	78.6	64.2	51.7
	48.2	59.2	74.8	90.5	94.1	92.4	74.9	61.9	50.3
	45.1	55.1	68.8	78.9	81.7	81.4	68.4	59	47.6
	41.2	49.9	59.4	68.6	68.6	67.9	60.8	51.7	42.6
	36	41.8	51.1	58.3	58.3	57.7	53.3	46.1	36.4

#### 4. AYDINLIK DÜZEY DA ILIMI VE TARTI MA

Uygun bir aydınlatmanın faydalarından önce akla ilk gelen “do ru bir aydınlatma nasıl olmalıdır?” sorusudur. Bu ba lamda çalı mada seçilen bir iç mekânın aydınlık iddeti da ılımına mekân renginin katkısı incelenmi tir. Bu do rultuda iç mekân duvarları önce kirli beyaz ve sonrasında pembe olmak üzere iki farklı renge boyanmı ve her bir renk için ayrı ayrı aydınlık iddeti ölçümleri yapılmı tir. ekil 7’de duvar rengi kirli beyaz iken ve ekil 8’de duvar rengi pembe iken ölçülen bu aydınlık düzeyi da ılımları iki ve üç boyutlu olarak MATLAB ortamında modellenmi tir.



**ekil 7** Kirli beyaz renkli mekân içerisinde aydınlık düzeyi da ılımlarının iki ve üç boyutlu grafikleri.



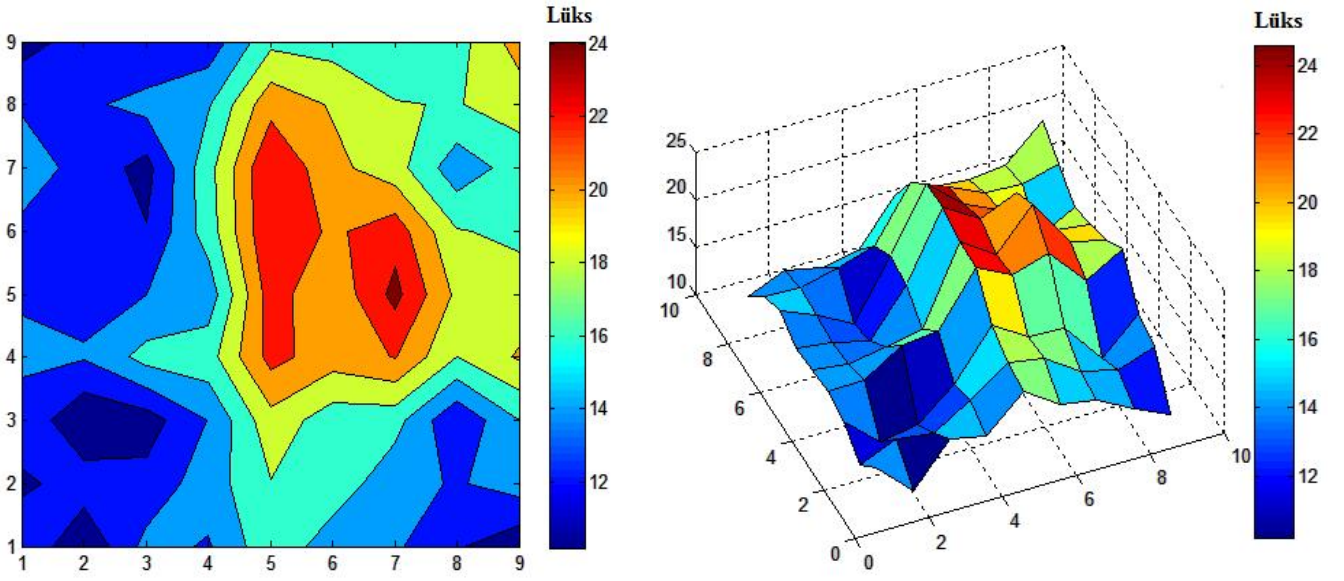
**ekil 8** Pembe renk mekân içerisinde aydınlık düzeyi dağılımlarının iki ve üç boyutlu grafikleri.

ekil 7'deki kirlili beyaz duvar renkli ortam içerisindeki aydınlık düzeyi dağılımı ile ekil 7'deki pembe duvar rengine boyanmış ortam içerisindeki aydınlık düzeyi dağılımı farkı ise duvar yansıtma katsayısından kaynaklanan ve kayıp olan aydınlık düzeyi değerlerini verir ve bu fark aydınlık düzeyi değerleri 9x9 matris şeklinde tablo 5'te görülmektedir.

**Tablo 5.** Duvar yansıtma katsayısından kaynaklanan ve kayıp olan aydınlık düzeyi değerlerinin mekân içerisindeki dağılımlarının lüks değerleri.

<b>P E N C E R E</b>	13.8	10.2	14.6	14.1	17.4	14.9	14.3	12.2	10.4
	11.5	13.1	12.7	15	17.9	17.2	14.7	13.8	15
	13.6	9.2	11	15.1	19.3	16.9	16.7	12.3	16
	14.2	14.2	16.7	22.9	21.9	20.7	22.1	18	20.2
	13.9	13.4	14	13.9	22.6	19.5	24.6	19.5	18.6
	13.6	13.1	12.1	16.5	23.9	21.6	23.2	18.1	17.7
	14.9	13.4	11.3	17.3	23.3	20.6	18.8	14.8	16.9
	13.8	13.6	14.7	15.8	21.4	19.8	18.1	17.9	18.9
	11.2	12.9	12.1	12.7	17.5	17.2	16.8	17.2	20.9

Bu fark lüks de erleri yine Matlab-Simulink programında 3 boyutlu olarak modellenip ortam içerisindeki da ılımının iki ve üç boyutlu grafikleri a a ıda ekil-8'de verilmi tir.



ekil 9 ki farklı mekân rengine ait aydınlık düzeyi da ılımları farklar

## 5. SONUÇ

Bu çalı mada, iç mekân aydınlatma sistemleri tasarımı a amasında mekân renginin öneminden ve bu ortamlardaki aydınlık düzeyi da ılımlarına mekân renginin katkısından bahsedilmi tir. Bu do rultuda aynı iç mekânda kirli beyaz ve pembe olmak üzere iki farklı renk için aydınlık düzeyi ölçmeleri yapılmı ve bu de erler ekil 7'de ve ekil 8'de görüldü ü gibi MATLAB ortamında iki ve üç boyutlu olarak grafiklendirilmi tir. Bu olu turulan grafikler kar ıla tırılmı ve farkları alınarak ekil 9'daki iki ve üç boyutlu grafikler elde edilmi ve aydınlatma sistemlerinin tasarımları a amasında, mekân renginin önemine vurgu yapılmı tir. Yapılan sayısal ölçümlerde de görüldü ü gibi aynı aydınlatma elemanını kullanarak sadece mekân rengini de i tirmek suretiyle ortam içersindeki aydınlık düzeyini de i tirmek mümkündür. Tablo 3 ve tablo 4'de görüldü ü gibi bu olay sayısal olarak ispat edilmi tir.

Yamaner (2001)'in çalı masında, bir mekânın gerçek boyutları sabit tutuldu u halde farklı renkler kullanılarak, farklı boyutsal etkiler ortaya çıkarmanın mümkün oldu undan bahsetmi tir ve açık renklerin, mekânların oldu undan büyük algılanmalarına, koyu renkler ise küçük algılanmalarına neden oldu unu söylemi tir. Bu olayın ve Çubuk (2006)'nın çalı masında bahsetti i koyu bir zemin üzerindeki açık bir rengin, açık bir zemin üzerindeki koyu bir renge nazaran daha büyük ve daha parlak gözükmemesinin sayısal olarak ispatı ise tablo 3'teki kirli beyaz renkli odadaki aydınlık düzeyi da ılımının, tablo 4'deki pembe renkli odadaki aydınlık düzeyi da ılımından lüks olarak daha fazla olmasıdır. Yani açık renkli cisimler 1 1 1 daha çok yansıtmaktadır, dolayısıyla göz açık renk cisimi daha büyük ve daha parlak algılamaktadır.

Ayrıca ölçümlerin yapıldı ı ortamda aydınlatma elemanının tavanın tam ortasında olmasına ra men tablo 3 ve tablo 4 incelendi inde pencere kenarlarındaki aydınlık düzeyi da ılımlarının tam kar ısındaki duvar kenarındaki aydınlık düzeyi da ılımlarından daha dü ük oldu u görülmektedir. Yani tablo 3 ve tablo 4'deki matris halindeki aydınlık düzeyi da ılımları incelendi inde en sa sütunun en sol sütundan daha yüksek de erlerde oldu u görülmektedir. Bu, Faulkner'in yukarıda bahsetti i bir duvarı tamamen cam olan çizim odasında, günbatımından sonra ortamın kasvetli ve karanlık olmasının, sayısal olarak ispatıdır. Odadaki yapay ı ı n bir kısmı camdan dı arı kaybolup gitmi tir.

Sonuç olarak ölçüm yapılan mekânda pembe duvar rengi yerine kirli beyaz duvar rengi kullanımı, aydınlık düzeyi da ılımında ortalama 16.25 Lüks'lük bir farkı beraberinde getirmi tir. Ayrıca daha açık tonda renk kullanımı ferahlı ın yanı sıra bir takım enerji tasarruflarını da beraberinde getirmi tir. Sonuç olarak bir iç mekânda aydınlık iddeti da ılımında ve dolayısıyla bina enerji tüketiminde mekân renginin etkili oldu u sayısal olarak kanıtlanmı tir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Akella, A.K., Saini, R.P., Sharma, M.P., 2009, “Social, economical and environmental impacts of renewable energy systems”, Proceedings of Renewable Energy, Elsevier, vol. 34, pp. 390-396.
2. Varınca B.K., Gönüllü, M.T., 2006, Türkiye’de Günes Enerjisi Potansiyeli Ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi Ve Yaygınlığı Üzerine Bir Arastırma , I. Ulusal Günes Ve Hidrojen Enerjisi Kongresi Eski ehir.
3. Shafiullah, G.M., Amanullah M. T. , Jarvis D., Shawkat A, Wolfs P., 2010, “Prospects of solar energy in Australia”, 6th International Conference on Electrical and Computer Engineering, pp. 350-353, 2010, Dhaka, Bangladesh.
4. Cullen, J. M., Allwood, J. M., Borgstein, E. H., 2011, “Reducing energy demand: What are the practical limits? ”, Vol. 45, pp. 1711-1718, Cambridge, United Kingdom.
5. Matta, S., Mahmud, S.M., 2010, “An intelligent light control system for power saving”, 36th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, pp. 3316 – 332, Detroit, Michigan, USA.
6. Galasiu, A.D., Newsham, G.R., Suvagau, C., Sander, D.M., 2007, “Energy saving lighting control systems for open-plan offices: a field study”, Leukos, vol. 4, pp. 7-29, Canada.
7. Dubin, F.S., 1990, “Energy-efficient building design. Innovative HVAC, lighting, energy-management control, and fenestration”, Elsevier, vol.36, pp. 11-20, USA.
8. Jafrancesco, D., Mercatelli, L., Fontani, D., Francini, F., Sansoni, P., 2008, “ Indoor illumination by solar light collectors”, Chartered Institution of Building Services Engineers, Lighting Research & Technology, Vol. 40, pp. 323–332, Italy.
9. Dounis, A.I., Tiropanis, P., Argiriou, A., Diamantis, A., 2011, “Intelligent control system for reconciliation of the energy savings with comfort in buildings using soft computing techniques”, Energy and Buildings, vol. 43, pp. 66–74, Greece.
10. Genço lu M.T., 2005, ç Aydınlatmada Enerji Tasarrufu, III. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi, Ankara.
11. Özbudak B.Y., Gümü B., Çetin F.D., 2003, “ ç Mekan Aydınlatmasında Renk ve Aydınlatma Sistemi li kisi”, II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu Ve Sergisi Bildirileri, Diyarbakır. 2003.
12. Singh, M.C., Garg, S.N., 2010, “ Illuminance estimation and daylighting energy savings for Indian regions”, Renewable Energy, Vol. 35 pp. 703-711, India.

13. Kazanasmaz, T., Günaydın, M., Binol, S., 2009, “Artificial neural networks to predict daylight illuminance in office buildings”, Building and Environment vol. 44, Issue 8, pp. 1751-1757.
14. Krainer, A., B., Peternelj J., Lah, M.T., Zupan i , 2006, “Daylight illuminance control with fuzzy logic”, Solar energy, Vol. 80, pp. 307-321, Slovenia.
15. Kaya, E., 2011, Aydınlatma Kontrolünün Enerji Verimliliğine Katkısı, VI. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi Bildirileri, zmir.
16. Güvenkaya, G., 2008, ‘ İköretim Dersliklerinde Aydınlatma Enerjisi Yönetimi Açısından Yönlere Göre Uygun Cephe Seçeneklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Yaklaşım’, .T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
17. Görgülü S., Kocabay S., Yüksek ., Dursun B., 2010, “Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılarda Doğal Aydınlatma Yöntemleri: Kırklareli Örneği”, Uluslararası II. Trakya Bölgesi Kalkınma-Girişimcilik Sempozyumu, Kırklareli.
18. Yavuz, C., 2004, “Aydınlatma Türk Milli Komitesi, Stadium Lighting Techniques-Applications Around The World And Turkey”, İstanbul.
19. Kocabay, S., 2008, “Çocuk Hacimlerinde Aydınlanma Düzeyi Değişiminin Bulunması Ve Sonlu Elemanlar Yöntemi ile İncelenmesi”, *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
20. Doğan, H., 2004, “Sonlu farklar yöntemiyle aydınlatma hesabının analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
21. The Impact of Lighting on Office Workers, Steelcase Workplace Index.:[www.steelcase.com](http://www.steelcase.com)
22. Çubuk, G., 2006, İköretim Binalarının Renk Açısından Değerlendirilmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
23. Demirarslan, S., 2004, Renk ve dokunun algılamadaki rolü ve mimariye etkisi. Boya Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İstanbul.
24. PELSAN Aydınlatma Ürünleri Teknik Bilgiler El Kitabı.
25. Yamaner, F., 2001 ‘Farklı Fonksiyonlarda Renk Kullanımına İlişkin Yaklaşımların Değerlendirilmesi’, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık, Konya.
26. Demirci, H., 2008, “Bina Tasarımında Aydınlatma ve Renk Olgusunun Biyoharmoloji ve Biyosüreç Açısından İncelenmesi”, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomühendislik, , Elazığ, 2008.