



Sözen Şerefhanoglu, M. (2002) Aydınlığın Niceliği ve Niteliği Yönünden Işık renginin Önemi. Kaynak Elektrik Dergisi (mayıs) 2002, 132-136 s.

AYDINLATMA

Aydınlık düzeyi ile ışığın renk sıcaklığı arasında bir ilişki vardır. Aydınlik düzeyinin düşük değerlerinde sıcak ışık, yüksek değerlerinde soğuk ışık insan yapısına uygun düşmektedir. Bu yazıda, lambaların renk sıcaklığı, renk izlenimi, renksel geriverimi ve renk sıcaklığı ile aydınlığın nicelik ve nitelik ilişkisine kısaca yer verilecektir.

ÖZET

Günümüzde değişik nitelikte pekçok lamba üretilmektedir. Kuşkusuz bu üretim bilimsel ve teknolojik gelişmelere koşut olarak sürecektir. Üretilen lambaların çeşitli özellikleri yanında, ışık renkleri, renk izlenimleri, renk sıcaklıkları gibi özellikler kullanımda önem taşıyan etkenlerdir. Dolayısıyla, özellikle yapılarda aydınlatma düzenleri oluşturulurken, bu bakış açısından da konuya yaklaşarak hacimlerin işlevlerine ve aydınlık düzeylerine uygun lamba seçimi üzerinde önemle durulmalıdır.

Aydınlığın Niceliği ve Niteliği Yönünden Işık Renginin Önemi

Prof. Dr. Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN

(YTÜ Mimarlık Fak. Mim. Böl. Yapı Fiziği Bilim Dalı Başkanı)

GİRİŞ

İnsanlar, varoluşlarından beri, doğadaki gün ışığına ve onun değişimlerine alışagelmış ve nesneleri bu ışıklar altında değerlendirmişlerdir. Örneğin, açık gök ışığı, dolaysız güneş ışığı, açık gökle birlikte güneş ışığı, kapalı gökten gelen ışık gibi. Birbirinden ayrı tayfsal enerji dağılımı gösteren bu değişik ışıkların renk sıcaklıkları, dolayısıyla renk izlenimleri de ayırdır.

Bununla birlikte lamba ışığının ortaya çıkmasından bugüne kadar olan süreçte değişik elektrik lambaları üretilmiş ve birbirinden ayrı tayfsal enerji dağılımı gösteren ışık kaynakları elde edilmiştir. Lamba üretim teknolojisindeki gelişmelere koşut olarak ayrı özellik gösteren ışık kaynağı üretimi sürecektir. Üretilen ışık kaynaklarının renk sıcaklıkları ve renk izlenimleri birbirinden ayırdır. Fakat, kimi zaman aynı renk izlenimi veren ayrı lambalar olabilir. Bu, özellikle aydınlığın niteliği açısından ışığın rengi ve nesnelerin bu ışıklar altında değerlendirilmesi yönünden önem taşır. Ayrıca, aydınlık düzeyi ile ışığın renk sıcaklığı arasında bir ilişki vardır. Aydınlik düzeyinin düşük değerlerinde sıcak ışık, yüksek değerlerinde soğuk ışık insan yapısına uygun düşmektedir.

Bu yazıda, lambaların renk sıcaklığı, renk izlenimi, renksel geriverimi ve renk sıcaklığı ile aydınlığın nicelik ve nitelik ilişkisine kısaca yer verilecektir.

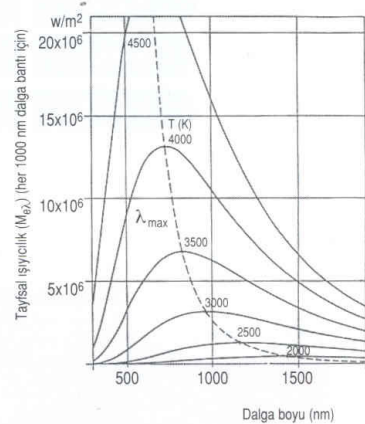
1. ISIL İŞIRLAR ve KARA CİSİM

Atom ve moleküllerin ısı yolu ile uyarılması sonucu ışık yayımlayan ışık kaynaklarına ısı ışır, bu yolla ısıma olayına da ısı ısıma ya da akkor ısıma adı

verilir. Bu yöntemle elde edilen ışığın rengi yani, tayfsal yapısı ile ışık kaynağının sıcaklığı arasında bir ilişki söz konusudur.

Mum, yağ lambası, gaz lambası, akkor telli lambalar ısı ışır ışık kaynaklarıdır. Bu ışık kaynaklarının tayfsal enerji dağılımları düzgün ve sürekli.

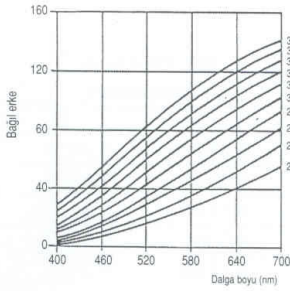
Kara cisim, yansıtma çarpanı sıfır sayılan yani, doğrultuları ve dalga boyları ne olursa olsun, üzerine düşen tüm



Şekil: 1- Kara cismin ışıma eğrileri

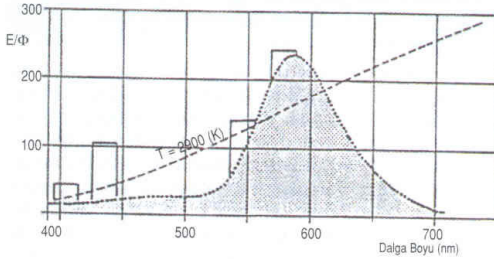
ışınları yutan, yayımladığı tüm ışımayı ısı ısıma yoluyla kendi üreten (ısı ışır) cisimdir. Bilindiği gibi laboratuvarlarda kullanılan kara cisim, çok ufak bir deliği olan çukur bir cisimdir. Cismin iç yüzey sıcaklığı (T) değişmez (sabit) bir değerde korunabildiği zaman, ışıma, cismin iç yüzeyinde kullanılan gereçten bağımsız olarak, delikten dışarı çıkar. Çıkan ışıma yalnızca sıcaklığa bağlı

Sözen Şerefhançoğlu, M. (2002) Aydınlığın Niceliği ve Niteliği Yönünden Işık renginin Önemi. Kaynak Elektrik Dergisi (mayıs) 2002, 132-136 s.



Şekil 2: Akkor lambanın değişik sıcaklıklardaki (K) ışınım tayfları

olduğu için, T sıcaklıktaki kara cismin ışınımından söz edilir. Kara cismin mutlak sıcaklık derecesi olarak Kelvin (K) kullanılır.



Şekil 3: İki ayrı flüorışıl lambanın (TL-29, TL-32) ışınım tayflarının kara cismin T = 2900 (K) sıcaklıktaki ışınım eğrisi ile karşılaştırılması

Kara cisim, düşük sıcaklıkta kırılmazımsı ışık yayımlar, sıcaklık arttığı zaman ışığın rengi sarıya, beyaza, sonra da maviye dönüşür. Yani, yayımlanan ışınının tayfsal dağılımı sıcaklık ve dalga boyunun bir fonksiyonudur (Planck yasası-1901). Şekil 1'de Planck yasasına göre kara cismin ışınımı gösterilmiştir. Isıl ışıır kara cisim, ışınım ile ilgili çalışmalarda referans kaynak olarak kullanılır.

2. LAMBALARIN RENK SICAKLIĞI

Her türlü ışık kaynağının renk izlenimi görsel olarak ısıır kara cisimle ölçüştürülebilir. Dolayısıyla, günümüzde üretilen lambaların, kara cismin sıcaklığında, aynı renk izlenimi veren ışık kaynağının renk sıcaklığından söz edilir. Örneğin tungsten telli lambalarda olduğu gibi. Tungsten telin belirli sıcaklık derecelerine çıkmasıyla, renk sıcaklığı değişir. Tungsten telli akkor lambalar, anma gerilimi altında kullanıldıkları zaman, akkor telin sıcaklığı düşük derece-

de olacağından ışığın rengi sarımsı turuncudur. Yüksek gerilimde kullanıldıkları zaman ise, telin sıcaklığı çok artacağı için ışık beyazlaşır. Bu, ısıır ışık kaynakların renk izlenimlerinin sıcaklığa bağlı olduğunu göstermektedir.

Şekil 2'deki grafikte, tungsten telli lambanın değişik renk sıcaklıklarında ışınım tayfları gösterilmiştir.

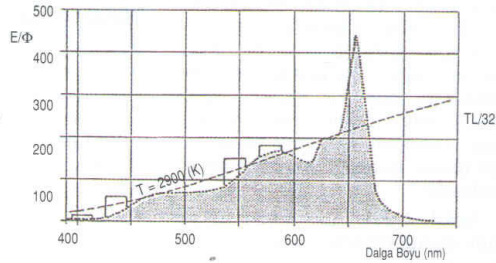
Isıl ışıır olmayan ışık kaynaklarının saymaca(itibari) renk sıcaklığından söz edilir. (Bkz. CIE -Commission Internationale de l'Eclairage - 1931 x,y renk diyagramı) Örneğin, cıva buharlı, sodyum buharlı, flüorışıl lambalarda olduğu gibi. Şekil 3'de iki değişik flüorışıl lam-

Çizelge 1'de, CIE Ölçün ışıklarının (CIE-1931, CIE-1964) renk koordinatları verilmiştir.

Işık kaynaklarının renk noktaları, CIE 1931 (x,y) renk diyagramında gösterilen kara cisim eğrisi üzerinde ise, renk sıcaklığından söz edilir. Örneğin, ölçün A ışığı kara cismin belli sıcaklığında tanımlandığı için, renk noktası bu eğri üzerindedir.

Eğer, ışık kaynaklarının renk noktaları kara cisim eğrisine yakın seçilirse, saymaca renk sıcaklığı söz konusudur.

Yapay ışık kaynaklarının doğal beyaz ışık izlenimi verebilmeleri için, renk noktalarının olabildiğince kara cisim (Planck)

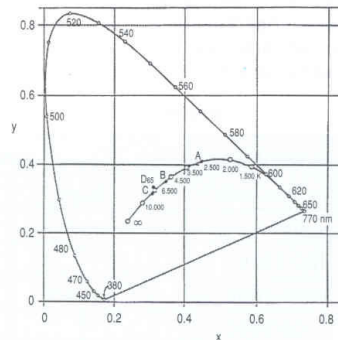


baya ait ışık tayfları verilmiş ve ölçüştürme yapmak amacıyla, aynı renk izlenimi veren kara cismin ışınım tayfı gösterilmiştir. TL/29 ve TL/32 diye tanımlanan flüorışıl lambalar kara cisimle aynı renk izlenimini vermeleri için tayfsal ışınım dağılımı birbirinden ayırdır. Bu, aydınlatma açısından oldukça önemlidir, çünkü, ışık kaynaklarının renk sıcaklığı ile tayfları arasındaki bu ayırım, nesnelerin bu ışıklar altında değerlendirilmesi nedeniyle önem taşır.

3. CIE 1931 XYZ RENK ÜÇGENİNDE KARA CİSİM EĞRİSİ

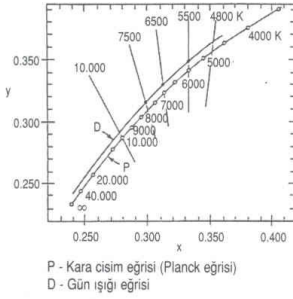
- CIE 1931 (x,y) Renk Diyagramı-

Her rengin x,y koordinatları ile belirlendiği CIE'nin 1931 (x,y) renk diyagramında, ısıır ışık kara cismin değişik sıcaklıklardaki renk noktaları işaretlendiği zaman, bu noktalar birleştirildiğinde elde edilen eğriye Planck ya da Kara Cisim eğrisi adı verilir.



Şekil 4: CIE 1931 (x, y) renk diyagramı

Sözen Şerefhanoglu, M. (2002) Aydınlığın Niceliği ve Niteliği Yönünden Işık renginin Önemi. Kaynak Elektrik Dergisi (mayıs) 2002, 132-136 s.



Şekil: 5- Kara cisim eğrisinin bir bölümü ve gün ışığı eğrisi

4.RENK SICAKLIĞI RENK İZLENİMİ

Lambaların değişik renk sıcaklıkları, insanda görsel etki olarak, değişik renk izlenimleri oluşturmaktadır. Çizelge II'de bu ilişki gösterilmiştir. Genellikle, üretilen lambalara (özellikle, flüorüsil lambalar) renk sıcaklığı-renk izlenimi ilişkisi nedeniyle, soğuk beyaz-sıcak beyaz, günüşiği gibi adlar verilmektedir.

Şekil 4'deki CIE 1931 (x,y) renk diyagramında, kara cisim eğrisi ve CIE ölçün ışıklarının renk noktaları, Şekil 5'de ise, kara cisim eğrisinin bir bölümü ve gün ışığı eğrisi gösterilmiştir. (Şekil 5'de kara cisim ve günüşiği eğrilerini kesen düz çizgiler, eş sıcaklık çizgileridir, yani, aynı renk sıcaklığını veren renk noktaları bu çizgiler üzerinde bulunur.)

5. AYDINLIĞIN NİCELİĞİ RENK SICAKLIĞI İLİŞKİSİ

Aydınlatmada önemli etkenlerden biri, belirlenen aydınlatma sisteminde kullanılan ışık kaynaklarının renk sıcaklığının seçimidir. Yapılan araştırma; genellikle yük-

CIE ölçün ışıkları	CIE 1931 renk Koordinatları		CIE 1964 renk koordinatları	
	x	y	x (10)	y (10)
A	0.4476	0.4074	0.4512	0.4059
B	0.3484	0.3516	0.3498	0.3527
C	0.3101	0.3162	0.3104	0.3191
D (55)	0.3324	0.3475	0.3341	0.3487
D (65)	0.3127	0.3290	0.3138	0.3310
D (75)	0.2990	0.3150	0.2996	0.3173

Çizelge: II- Renk sıcaklığı-renk izlenimi ilişkisi

Renk sıcaklığı (K)	Renk izlenimi
5000'den fazla	Soğuk (mavimsi beyaz)
3300-5000 arasında	Ara değerler (beyaz)
3300'den az	Sıcak (pembensiy beyaz)

sek aydınlık düzeylerinde yüksek renk sıcaklıklarının, düşük aydınlık düzeylerinde ise, düşük renk sıcaklıklarının yeğlendiğini ortaya çıkarmıştır. Bu durum yapılarda genel aydınlatma düzeni için söz konusudur.

Çizelge III'te aydınlık düzeyi ile ışık kaynağının renk izlenimi arasındaki ilişki kabaca gösterilmiştir. Bu değerlendirmeler, konuya genel bir yaklaşımdır. Örneğin, genellikle sıcak ülkelerde ışık kaynaklarının soğuk görünüşü yeğlenir. Ayrıca flüorüsil lambaların kullanıldığı aydınlatmalarda, renk sıcaklığı, lambaların renksel geriveirimini kesin belirlemediği için, renk ayırımının önemli olduğu konularda üzerinde önemle durulması gerekir.

Aydınlık düzeyi-renk sıcaklığı arasındaki ilişkiyi, Kruithof (1941) daha ayrıntılı bir biçimde incelemiş ve Şekil 6'de gösterilen grafiği

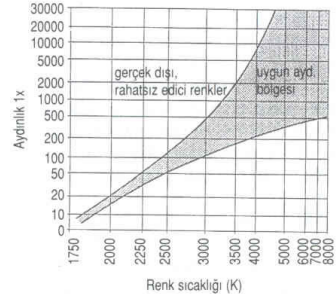
oluşturmuştur.(Kruithof Yasası) Bu grafikte, iki eğri arasındaki alan aydınlık düzeyi-renk sıcaklığı açısından uygun, hoş giden bölge olarak belirlenmiştir. Bunun dışındaki alanlar ise, koşullara göre, gerçek dışı, rahatsız edici ya da soğuk etkisi yaratmaktadır. Çizelge IV'te günümüzde kullanılan kimi lambaların, çizelge V'te ise Ölçün ışıklarının renk sıcaklıkları verilmiştir.

6. AYDINLIĞIN NİTELİĞİ IŞIK RENGİ İLİŞKİSİ

Aydınlatmada aydınlığın niceliği ile ışık rengi ilişkisi yanında daha önemli olan konu, ışık renginin aydınlığın niteliği ile olan ilişkisidir. Çünkü renkleri gerektiği gibi görme, bir başka deyişle, renkle ilgili görsel algılamamanın doğru olması, renklerin birbirinden kolaylıkla ayırt edilebilmesi, renk kullanımında renkler arası uyumun oluş-

Çizelge: III- Aydınlik düzeyi-ışık kaynaklarının renk izlenimi

Aydınlik düzeyi (lm/m2)	Işık kaynağının renk izlenimi		
	Sıcak	Ara değerler	Soğuk
500'den az	Hoş	Yönsüz (nötr)	Soğuk
500-1000	↕	↕	↕
1000-2000	Uyarıcı	Hoş	Yönsüz
2000-3000	↕	↕	↕
3000'den fazla	Gerçek dışı	Uyarıcı	Hoş



Şekil: 6- Aydınlik düzeyi - renk sıcaklığı ilişkisi

Sözen Şerefhanoglu, M. (2002) Aydınliğin Niceliği ve Niteliği Yönünden Işık renginin Önemi. Kaynak Elektrik Dergisi (mayıs) 2002, 132-136 s.

Çizelge: IV- Değişik lambaların renk sıcaklıkları

Lambalar		Renk Sıcaklıkları (K)
Karbon telli lambalar		2100
Tungsten telli akkor lambalar		2600-3100
Tungsten telli (halojen akkor) lambalar		2800-3400
Flüorışıl Lambalar(36/40W tüp)		
Renk grubu	Kot	
Sıcak beyaz	29	2900
	82	2700
	83	3000
	92	2700
	93	3000
Beyaz	35	3500
Soğuk beyaz	33	4100
	25	4000
	84	4000
	94	3800
Günışığı	95	5300
Soğuk günışığı	54	6200
	86	6500
	96	6500
Kompakt Lambalar		
PL*E/C		2700
PL*E/C-dl		5000
SL*Comfort-Prismatic		2700
SL*Prismatic-DL		5000
PL Lambalar		2700-3000-3500-4000
PL-C		2700-3000-4000-5300
PL-L		2700-3000-4000-5300
PL-S		2700-3000-4000
PL-T		2700-3000-3500-4000
Metal Halide Lambalar		
HPI-HPI-T		4300-4500
MHNT-MHN-TD		4000-4200
MHW-TD		3000
MHD		5600
Yüksek Basıncılı Cıva Buharlı Lambalar		
HP		6000
HPL-N		4000
HPLComfort		3400
HPL-R		4000
HLRG		4200
Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Lamba		
SON, SON-T, SON Plus, SON-T, SON-T Plus		1950
SON Comfort, SON-T Comfort		2200
SDW-T		2500

turulması gibi gerek işlevsel gerekse estetik yönden çeşitli konularda aydınlatılan ışığın rengi önemli rol oynar. Bilindiği gibi renk, yalnızca bir takım kimyasal boyaların

ya da yüzeylerin belli özellikleri değildir. İnsanda renk algılamasını doğuran ışıksal uyarıların da olması gerekir. Işık olmasa renk görme olanaksızdır, çünkü insanı çev-

resindeki bütün nesneler ışıkla algılanabildiği gibi renkler de ancak ışık olduğu zaman algılanabilir. Kuşkusuz burada rengi gören gözün de bu konudaki duyarlılığının göz ardı edilmemesi gerekir.

Renklerin doğru algılanması, aydınlık düzeyinden bağımsız olup, aydınlığı oluşturan ışık kaynaklarının tayfsal ışınım dağılımları ile doğrudan ilgilidir. Işık rengi değişmeden aydınlığın az ya da çok olması görünen rengi etkilemez. Ancak, gözün fizyolojik yapısı ile ilgili gece ve gündüz renk görme olayındaki ayırım (Purkinje Olayı) burada konu dışında tutulmuştur. Eğer görünen renkte öz renkten ayrı bir durum söz konusu ise, göz bu ayırımı düzeltemez. Göz, değişik aydınlık düzeylerine uyum sağlayabilir, ama aydınlığın niteliği açısından uygun olmayan koşullarda doğru görme yeteneğine sahip değildir.

Burada konunun renk sıcaklığı yönünden de karıştırılmaması gerekir. Aynı renk sıcaklığı izlenimi veren iki ışık kaynağının tayf özellikleri ayrı olduğu için gösterdikleri renkler arasında seçicilik söz konusudur. Daha önce de değinildiği gibi aynı renk sıcaklığı izlenimi veren iki ayrı ışık kaynağının ayrı tayfsal ışınım dağılımları olduğu gösterilmişti. (Bkz. Şekil 3-4) Bu nedenle özellikle renk ile ilgili konuların önemli olduğu çeşitli üretim alanlarında, mimari ve kentsel tasarımda, iç-dış mekanların renklendirilmesinde, sanatsal çalışmalarda aydınlatmada kullanılan ışık kaynaklarının uygun olanlarının seçimi önem kazanmaktadır. Bunun için lambaların renksel geriverim indislerinin belirlenmesi ve aydınlığın niteliği açısından gerekli olan lambaların seçilmesi yeğlenmeli, hatta renk görmeyen çok önemli olduğu kimi özel durumlarda laboratuvar koşullarında ışık kaynağı seçimi yapılmalıdır.

7. RENKSEL GERİVERİM

Renksel geriverim belirli bir ışık kaynağı altında renklerin nasıl görüldüğünün öznel olarak değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme CIE tarafından "Renksel Geriverim Indisi" (CIE-Color Rendering Index) olarak tanımlanmakta, yüzeylerin renklerinin belli bir kaynakla aydınlatılması duru-

Sözen Şerefhanoglu, M. (2002) Aydınliğin Niceliği ve Niteliği Yönünden Işık renginin Önemi. Kaynak Elektrik Dergisi (mayıs) 2002, 132-136 s.

Çizelge: V- Ölçün ışıkların renk sıcaklıkları

Ölçün ışıklar	Renk sıcaklığı (K)
Ölçün A (gazlı, tungsten telli lamba)	2856
Ölçün B (dolaysız güneş ışığı)	4874
Ölçün C (ortalama günışığı)	6774
Ölçün D55 (günışığı)	5500
Ölçün D65 (günışığı)	6500
Ölçün D75 (günışığı)	7500

Çizelge: VI- Renksel geriverim

RGİ (Ra)	RG Sınıfı	RG Değerlendirme
Ra≥90	1A	ÇOK İYİ
80<Ra<90	1B	
70<Ra<80	2A	İYİ
60<Ra<70	2B	
40<Ra<60	3	ORTA
20<Ra<40	4	KÖTÜ

Çizelge: VII- Değişik ışık kaynaklarının renk ile ilgili değerlendirmeleri

	Renk İzlenimi	Renk Sıcaklığı(K)	Renksel Geriverim	Ra(RGİ)
SON	Sarı	2000	Kötü	26
SON Comf.	Sarı/beyaz	2150	İyi	65
SDW-T	Ilık/beyaz	2500	Çok iyi	80
QL 827	Ilık/beyaz	2700	Çok iyi	80
QL 830	Beyaz	3000	Çok iyi	80
QL 840	Soğuk/beyaz	4000	Çok iyi	80
CDM-T	Beyaz	3000	Çok iyi	80
PLL 827	Ilık beyaz	2700	Çok iyi	85
PLL 830	Beyaz	3000	Çok iyi	85
PLL 840	Soğuk beyaz	4000	Çok iyi	85
HPL-N	Soğuk beyaz	4100	Kötü	47
HPL-C	Beyaz	3400	Orta	50
MHN-T	Soğuk beyaz	4000	Çok iyi	80

munu, ölçün bir kaynakla aydınlatıldığı duruma göre uygunluğunu ortaya koymaktadır. Bu değerlendirmede maksimum uygunluk Ra = 100'dür.

Çizelge VI'da ışık kaynaklarının renksel geriverim indisleri (RGİ) ve değerlendirmeleri, Çizelge VII'de ise değişik gruplar altında verilen lambaların renk izlenimleri, renk sıcaklıkları, renksel geriverim değerlendirmeleri yer almaktadır.

SONUÇ

Yapılarda ya da hacimlerde aydınlatma düzenleri oluşturulur-

ken, hacimlerin özellikleri, yapılan işlerin nitelikleri ve kullanıcılar gözönünde tutularak, konuya geniş bir açıdan bakmak önem taşır. Getirilecek aydınlatma düzenleri ya da bir başka deyişle, oluşturulacak uygun fizik ortamların yaratılması, gelişigüzel yaklaşımlarla ya da yakıştırmalarla değil, tekniğine uygun aydınlatma tasarımı yapılarak gerçekleştirilmelidir. Bu konuda, kullanılacak lamba seçimi, ışık rengi, görsel algılamaya yönünden, renk izlenimi, aydınlatıldığı nesnelerin görünen rengi ile çelişki yaratmamalı, işlev olarak renk görmenin önemli ol-

duğu iş ortamlarında ve genelde iç mimari görünüşlerde konuya özellikle özen gösterilmelidir. Renklerin gerektiği gibi görünmesi ve aralarındaki uyum açısından bu konuya dikkatli yaklaşılması gerekmektedir. Bu konuda aydınlığın niteliği ve niceliği açısından, kullanılacak lambaların seçimi, görsel algılamada yanılgılara neden olmayacak, nesnelerin görünen rengi ile lambaların renk izlenimi çelişki yaratmayacak şekilde seçilmeli, işlev olarak renk görmenin önemli olduğu değişik iş-üretim ortamlarında ışık kaynaklarının renksel geriverim indislerinin yüksek olmasına özellikle özen gösterilmelidir.

Kent ile ilgili dış aydınlatma ve kentsel değerlerin aydınlatılmasına ilişkin kent güzelleştirme konularında da ışık kaynaklarının uygun seçilmesi gözardı edilmemesi gereken bir başka önemli konudur. Bu tür aydınlatmalarda estetik yönden ışık kaynaklarının renk izlenimlerinin değişik etkilerinden de yararlanılması olanaklıdır.

Tüm bu aydınlatmalarda kimi zaman, koşullara göre iklim verilerinin etkisinin de değerlendirilmesi anlamlı olur.

KAYNAKLAR

1. BERGMANS, J., La vision des Couleurs, 1960, Bibl., Technique Philips, Dunod, Paris.
2. CIE, International Lighting Vocabulary, 1970, CIE Publication, Paris.
3. COHU, M., Sources Lumineuses, 1966, Masson et CIE, Editeurs, Paris.
4. ELENBAAS, w., Les Lampes Fluorescentes et Declairage, 1963, Bibl., Technique Philips, Dunod, Paris
5. HENDERSON, S., T., MARSDEN, A., M., Lamps and Lighting, 1972, Edward Arnold, GB.
6. ILR, International Lighting Review, 1976, Stichting Prometheus, NL.
7. JUDD, B., D., WYSZEECKI, G., Color in Business, Science and Industry, 1975, John Wiley and Sons, USA
8. LIGHTING MANUEL, Philips Lighting, 1993, NL.
9. LUX 62, I'A:F:S:, 1971, Paris.
10. SİREL, Ş., Aydınlatma Terimleri Sözlüğü, 1974, İstanbul.
11. ŞEREFHANOĞLU SÖZEN, M., Işık Kaynaklarının Renk Sıcaklığı İle Aydınlik Düzeyi İlişkisi, 1981, IDMMMA, İst.
12. WRIGHT, D., W., The Measurement of Colour, 1946, Adm Hilger Ltd. GB.