



Konu : BAP Sonuç Raporu

GENEL SEKRETERLİK
(Strateji Geliştirme Daire Başkanlığına)

16.08.2014 Başlangıç tarihli "RENKSEL GERİ VERİM İNDEKSİNİN GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE ELDE EDİLMESİ" adlı BAP Sonuç Raporu ekte verilmiş olup gereğini arz ederim.

e-imzalıdır
Yrd. Doç. Dr. Ümit Çiğdem
TURHAL
Öğretim Üyesi

EK :
BAP Sonuç Raporu

Mevcut Elektronik İmzalar

ÜMİT ÇİĞDEM TURHAL (Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölüm Başkanlığı - Öğretim Üyesi) 12/11/2015 15:06



T.C.

BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ

SONUÇ RAPORU

RENKSEL GERİ VERİM İNDEKSİNİN

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE ELDE EDİLMESİ

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ: Yrd. Doç. Dr. Ü. Çiğdem TURHAL

ARAŞTIRMACILAR: Yrd.Doç.Dr.Nazım İMAL, Yrd.Doç.Dr.Mehmet KOÇ

Arş. Gör. Sibel ÜNALDI

BAŞLAMA TARİHİ:16.08.2014

BİTİŞ TARİHİ:15.05.2016

BİLECİK 2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET

1. GİRİŞ
 2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI
 3. TEMEL KAVRAMLAR
 - 3.1. Işık ve Renk
 - 3.2. CRI
 - 3.3. Işık Akısı
 - 3.4. Işık Miktarı
 - 3.5. Işık Şiddeti
 - 3.6. Aydınlık Düzeyi
 - 3.7. Parıltı
 - 3.8. Işık Sıcaklığı
 - 3.9. Aydınlatmada kullanılan Lambalar
 4. RENK SICAKLIĞI VE RENKSEL GERİVERİM
 5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR
 - 5.1. Ölçüm Sistemi
 - 5.2. Görüntü İşleme Yazılım
 - 5.3. Sonuçlar
- KAYNAKLAR

ÖZET

Doğru ve duyarlı bir renk algılaması çevremizdeki nesnelerin doğru bir şekilde anlaşılması açısından önemlidir. Bu da büyük ölçüde ortam aydınlatmasında kullanılan ışık kaynağının renksel geriverim endeksi (CRI) ile ilintilidir. Bir aydınlatma işleminde, ortamı aydınlatan ışık enerjisinin büyüklüğü kadar, niteliği de önemlidir. Renk sıcaklığı ve renksel geri verim (CRI), aydınlatmanın, kalitesi açısından son derece önemlidir. Aydınlatmanın büyüklüğü yanı sıra, elde edilen renksel geri verimin % 100'e yakın olması, aydınlatmanın sağladığı fayda ve memnuniyet bakımından büyük önem arz eder. Gerçekleştirilen aydınlatmanın büyüklüğü fazla bile olsa, CRI endeksin düşük olması, aydınlatma kalitesini olumsuz yapmaktadır. Tam tersi olarak, gerçekleştirilen aydınlatmanın büyüklüğü az bile olsa, CRI endeksin yüksek olması, bazı durumlarda aydınlatma kalitesini yeterli hale getirebilmektedir.

Bu sebeple, CRI endeksin aydınlatılmış ortamlar ve aydınlatma lambaları için ölçülmesi önem arz etmektedirler. CRI endeks normal olarak spektrokolorimetre cihazı ile ölçülen bir büyüklüktür. Fakat bu cihazın yüksek maliyeti ve her zaman bulunamaması, gerçekleştirilen aydınlatmalarda ve kullanılan lambalarda CRI endeksin dikkate alınmamasına yol açmaktadır.

Bu projede gerçekleştirilecek çalışma ile CRI endeksinin pahalı bir yöntem olan spektrokolorimetre ile ölçüm yerine bir kamera yardımı ile elde edilen resimlerden görüntü işleme teknikleri ile elde edilmesi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler, spektrokolorimetre ölçüm CRI endeks verileri ile karşılaştırılmış. Bu endeks değerleri elde edilirken görüntü işleme ve tanıma metotları kullanılmıştır.

Bu projede ışık kaynaklarının CRI değerlerinin görüntü işleme teknikleri ile belirlenmesinde MATLAB ortamında bir yazılım geliştirilmiştir. Daha sonra ise elde edilen veriler spektrokolorimetre ile ölçülen CRI endeksi verileri ile karşılaştırılarak gerçekçi değerlerin kalibre edilmesi sağlanmıştır.

1. GİRİŞ

İç mekânlarda nesne renklerinin doğru bir şekilde algılanması son derece önemlidir. Bu nedenle ortamın tayfsal özellikleri açısından özenle seçilmiş ışık kaynakları ile aydınlatılması gerekir. Uluslar arası aydınlatma komisyonunca kabul görmüş kısa tanımına göre aydınlatma;

nesnelerin ve çevrenin gereği gibi görünebilmesini sağlamak amacıyla ışık uygulamaktır. Bir aydınlatma sisteminin bu amaca ulaşabilmesi için ise kullanılacak lamba türü önem arz etmektedir. Lamba türünün seçiminde ise lamba verimi, gücü, ömrü ve boyutu ve renksel özellikleri rol oynamaktadır. Aydınlatma uygulamalarında kullanılan ışık kaynaklarının renksel özellikleri genel olarak renk sıcaklığı, renksel geriverim sınıfı ve indeksi (CRI), CIE(x,y) tayfsal üçtüresel koordinatları ile belirlenir [1]. CRI değeri kaynağın nesne renklerini gerçeğe yakın olarak yansıtması şeklinde tanımlanır ve R_a ile ifade edilir. Burada gün ışığı baz alınmaktadır. Bir ışık kaynağının R_a değeri 100 ise kaynak renkleri en iyi şekilde yansıtıyor şeklinde düşünülür. Tablo 1’de CRI değerine göre standartlaştırılmış kategoriler görülmektedir.

Tablo1. Renk geriverimlerine göre standartlaştırılmış kategoriler[2]

Dın 5035 Normlarına göre kategoriler	Renk Geriverim Faktörü
1A	90-100
1B	80-90
2A	70-80
2B	60-70
3	40-60
4	20-40
Tanımlı değil	Çalışma yeri için 20'nin altına izin verilmemektedir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Ofislerde; aydınlık düzeyinin, konfor koşullarını etkileyen etmenlerden biri olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda, ofis aydınlatılması için 1500 lx değerinin üzerinde insanlar üzerinde rahatsızlık hissi uyandırdığı gözlemlenmiştir [3]. Benzer olarak, konfor şartları olarak alt limitin de ofislerde 960 lx olarak belirlendiği, bu değer altındaki ortamlarda insanların üst seviyeye nazaran daha fazla rahatsız oldukları tespitine varılmıştır [4].

Yapılan bir diğer çalışmada, ofisler gibi insanların vakit geçirdikleri çalışma ortamlarında, ortalama 800 lx aydınlatma düzeyinin, çalışan insanlar üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu tespitine varılmıştır [5]. Aydınlık düzeyinin olumlu hissedilen seviyeden 1300 lx seviyelerine

getirilmesinin ise, çalışma ortamındaki insanlar üzerinde herhangi bir etkiye sebep olmadığı gözlemlenmiştir [6].

Konfor şartları, yalnızca aydınlık düzeyine değil aynı zamanda ortamlardaki renk sıcaklıklarına bağımlı olarak da değişim göstermektedir. Ofis ortamında çalışanlar üzerinde yapılan araştırmalarda, sıcak ışık kaynaklarında düşük aydınlık düzeyinde insanların rahat ve huzurlu oldukları fakat yüksek aydınlık düzeyindeki insanların memnuniyetlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir [7].

Yapılan başka bir araştırmada ise, yüksek aydınlık düzeylerinde çalışan insanların kendilerini rahat hissettikleri ve bu rahatlık hissini ortamdaki renk sıcaklıklarından bağımsız olduğu sonucuna varılmıştır [3]. Ortamdaki ışık kaynaklarının renksel geriverim özelliklerinin de hesaba katıldığı başka bir çalışmada, bir iç ortamdaki parlaklık hissini gelişmesinde renksel geriverim endeksinin (Ra) etkili olduğu, bu etkinin var olduğu ortamlardaki renk sıcaklığı değişimlerinin insanlardaki parlaklık izlenimini değiştirmedeği sonucuna varılmıştır[8].

İnsanların içinde buldukları ortamlarda, kendilerine ortamın aydınlık düzeylerini kontrol etme yetkisi verildiğinde, insanların davranışlarında ve ortam izlenimlerinde olumlu değişimler gözlemlenmiştir [9]. Bu bağlamda yapılan bir araştırma neticesinde, ortamdaki aydınlık düzeyini kontrol edebilme yetkisinin verilmesi ve dolayısı ile enerji tasarrufu da sağlanması, çalışma ofislerinde otomasyon sistemlerinin kullanımının çalışan insanlarca tercih edildiği sonucuna varılmıştır [5-10-11].

Aydınlatma amaçlı kullanılan ışık kaynakları bakımından yapılan bir çalışmada, ortam aydınlatılması anlamında, farklı aydınlatma sistemlerinin insanlar üzerinde farklı algılamalara sebebiyet verdiği gözlemlenmiştir. Çalışılan ofis ortamlarındaki aydınlatma sistemleri ile bu sistemlerin insanlar üzerindeki etkileri arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, aydınlatma sistemi olarak 5000°K renk sıcaklığındaki flüoresan lambalar ile 2700°K renk sıcaklığındaki akkor telli lambalar kullanılmıştır. Tavan ve duvarların soğuk ışık kaynakları kullanılarak yüksek aydınlatma düzeyi ile aydınlatılması durumunda insanların kendilerini ferah hissettikleri ve görsel netliğin arttığı gözlemlenirken; sıcak ışık kaynakları kullanılarak düşük aydınlatma düzeyi ile aydınlatılması durumunda ise, insanların kendilerini rahat hissettikleri ve ortamın dinlendirici olarak algılandığı görülmüştür [12].

3. TEMEL KAVRAMLAR

3.1. Işık ve Renk:

Dalga teorisine göre ışık, elektromanyetik ışınlanma(radyasyon) enerjisinin gözle görülebilen bir şeklidir. Belli bir yayılma hızına, frekansa ve dalga boyuna sahiptir. İnsanoğlu bu elektromanyetik dalgaların sadece dalga boyu 380 nm ile 780 nm arasında değişen ve renk olarak tanımlanan kısmını görebilir.

Tablo2. Dalga boylarına göre renkler

Renk	Dalgaboyu	Frekans
Kırmızı	625-740 nm	405-480 THz
Turuncu	590-625 nm	480-510 THz
Sarı	565-590 nm	510-530 THz
Yeşil	500-565 nm	530-600 THz
Turkuaz	485-500 nm	600-620 THz
Mavi	440-485 nm	620-680 THz
Mor	380-440 nm	680-790 THz

Farklı dalga boylarındaki ışınların insan beyinde yaptığı çağrışımlardır. Bir ışık demetinin rengini tayfsal özellikleri belirler. Tablo 2'de dalga boylarına göre renkler görülmektedir. Görme ise,göze giren ışığın doğurduğu duyumsal izlerle, dış çevredeki ayrıntıların algılanması olarak tanımlanır. Diğer bir deyişle görme, ışığın nesnelere geçerken yada yüzeylerinden yansırken uğradığı nicel yada nitel değişikliklerle göze gelmesi sonucu algılanmasıdır.

3.2. CRI:

CRI - (Color Rendering Index, Renksel Geri Verim) - Renk Sunumu bir ışık kaynağının cisimlerdeki renk üretimidir. 0-100 arasında değerlendirilir. 100 en canlı rengi gösterir. 80 CRI'lık bir ışık kaynağı 60 CRI'lıktan daha canlı ışık verir.

3.3. Işık Akısı (Lümen):

Bir ışık kaynağından ışıyan akının göze etkiyen kısmına ışık akısı denir . Birimi lümandır ve ışınımın parlaklık duygusu uyandırma yeteneğini temsil eder. Toplam ışık akısı ise bir kaynaktan çıkan ve uzayın muhtelif kısımlarına yayılan ışık akılarının toplamı olarak tanımlanır. Işık Enerjisinin ölçüsüdür. Diğer bir deyişler bir ışık kaynağından toplam çıkış lümenle ifade edilir. Lümen ne kadar yükse ışık o kadar parlak gözükür. 1 lumen = 0.00146W

3.4. Işık miktarı (Q):

Belli bir etki süresi için bir kaynaktan çıkan toplam ışık akısı olarak tanımlanır ve Q ile gösterilir. Birimi lümen saniye veya lümen saattir.

3.5. Işık şiddeti (Cd):

Noktasal bir ışık kaynağının herhangi bir doğrultusundaki ışık şiddeti, bu doğrultuyu içine alan uzay açısından çıkan ışık akısının, uzay açığı bölümü olarak tanımlanır. Birimi Candela'dır ve 'cd' ile gösterilir. 1 lümenlik ışık akısının 1 steradyanlık uzay açısından çıkması durumunda ışık şiddeti 1 cd olur.

3.6. Aydınlık düzeyi (Lüx):

Birim yüzeye düşen toplam ışık akısı o yüzeyin aydınlık düzeyi olarak tanımlanır ve E ile gösterilir. Birimi lüx'tür.

3.7. Parıltı(L):

Bir doğrultusundaki parıltı o doğrultudan görünen birim yüzeyden çıkan ışık şiddetidir ve L ile gösterilir. Birimi nesnelere için nit, ışık kaynakları için stilb'tir. Sonucu algılanmasıdır.

3.8. Işık Sıcaklığı (Kelvin):

Kelvin Sıcaklığı ışık kaynağının kendisinin genel rengini ifade eder. Bir metal parçasının oksijensiz ortamda sıcaklığının artırılması ile vereceği ışık rengi ile yapılan kıyaslamadır. Bir ışığı sıcak ya da soğuk renk olarak ifade ettiğinizde onun kelvini hakkında bilgi vermiş olursunuz. Düşük renk sıcaklık değerleri (ör. 3000K) sıcak ışığı, yüksek renk sıcaklık değerleri ise (ör 8000K) soğuk ışığı belirtir. 5000-6500 arası Kelvin ise gün ışığına karşılık gelir. Farklı ışık kaynaklarına ait renk sıcaklıkları Tablo3'de görülmektedir.

Tablo3. Farklı ışık kaynaklarına ait renk sıcaklıkları

Renk Sıcaklığı	Işık Kaynağı	Beyaz Ayarı	
		3200 K	5600 K
1700-1800 K	Kibrit Ateşi		
1850-1930 K	Mum Alevi		
2000-3000 K	Gün Doğumu, Gün Batımı		
2500-2900 K	Lamba Işığı		
3000 K	Tungsten Lamba 1 Kw		
3200-3500 K	Quartz Işık		
3200-7500 K	Floresan Işığı		
3275 K	Enkandesan Lamba 2 Kw		
3380 K	Enkandesan Lamba 5, 10 Kw		
5000-5400 K	Öğlen Işığı		
5500-6500 K	Güneş Işığı ve Gökyüzü		
5500- 6500 K	Bulutların Arasından		
6000-7500 K	Bulutlu Gökyüzü		
6500 K	Monitör Işığı		
7000-8000 K	Gölgedeki Işık		
8000-10000 K	Parçalı Bulutlu Gökyüzü		

3.9 Aydınlatmada Kullanılan Lambalar:

Günümüzde aydınlatmada kullanılan lambalar aşağıdaki gibidir. Önceki yıllarda yapılmış olan aydınlatma sistemleri civa buharlı lambalar yoğun olarak kullanılmaktadır. Günümüzde ise Tedaş'ın şartnamelerinde Civa buharlı lamba kullanımı yasaklanmıştır. Aşağıdaki tablodan da görüldüğü üzere teknoloji sürekli olarak gelişmekte daha yüksek ışık etkinliğine sahip ve daha uzun ömürlü ürünler seçilmektedir. Tablo 4'de farklı tamba türlerine ait etkinlik ve CRI değerleri görülmektedir.

Tablo 4 Farklı lamba türlerine ait etkinlik ve CRI değerleri

Lamba türü	Işık etkinliği (lm/W)	CRI (%)
Akkor lamba (Enkandesen)	8 – 16	55-70
Halojen lamba (Tungsten)	12 – 26	70-90
Floresan lamba	45 – 100	55-85
Yb Civa Buharlı lamba	36 – 60	50-60
Metal Halide lamba	71 – 98	70-90
YB Sodyum Buharlı lamba	66 – 142	35-40
AB Sodyum Buharlı lamba	100 – 198	25-35
LED	80-165	55-85

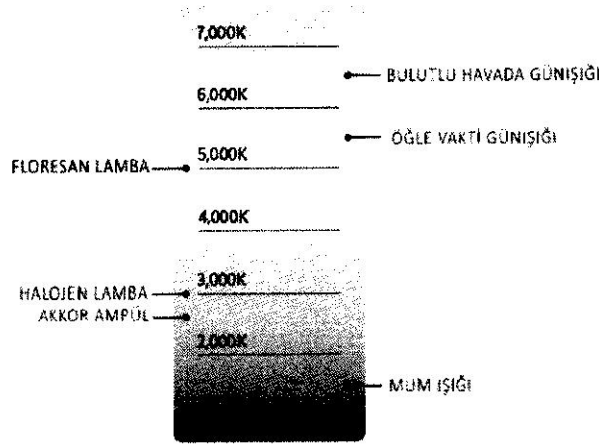
4. RENK SICAKLIĞI VE RENKSEL GERİVERİM

İnsan gözü ışığı parlaklığı ile algıladığı gibi rengiyle de algılamaktadır. Işığın farklı renkleri, elektromanyetik yapıdan kaynaklandığı düşünülen farklı ışık frekanslarından dolayı meydana gelmektedir ki, bu frekanslar aşırı derecede yüksek bir değere sahip olup, en büyük değerdeki dalga boyu bile TV yayınları dalga boyundan çok küçüktür.

Sıradan güneş ışığı beyaz olarak görünürken, gerçekte çok sayıda renkten meydana gelmiştir. 1666 yılında bir ışık ışını bir prizma içerisinden geçiren Sir Isaac Newton, onun gökkuşağındaki gibi bütün renkleri içerdiğini görmüştür. Kırmızı, mavi ve yeşil üç ana rengi meydana getirmesine rağmen karışımları sarı, turuncu, kahverengi, siyah gibi diğer renkleri meydana getirmektedir. Bu renklerden maviye bakan renkler soğuk renkler olarak tanımlanırken, kırmızıya bakan renkler sıcak renkler olarak tanımlanır (Şekil 1).

Beyaz yada günışığı genellikle aydınlatma için en çok arzulanan ışık şeklidir. Fakat bu ışığın görünen rengi gerçekte beyaz olmasın rağmen, güneş ışığında olduğu gibi belirli sayıdaki birçok

renge içermelidir. Çünkü birçok rengin bileşimi olan beyaz ışık değişik objelere çarpıp, onlardan gözlerimize yansıtıldığında onları fark edebildiğimiz gibi, objelerden yansıtılırken dalga boylarında meydana gelen değişmelerden dolayı, objeleri bu dalga boyunun gerektirdiği renklerde görürüz. Belli yüzeyler ve materyaller bir renk ve frekanstaki ışığı absorbe ederken bir diğer renkteki ışığı yansıtırlar. Bu farklılık bize görünen çeşitli objeler arasında renk ayırımı yapabilmeyi sağlar. Beyaz ve açık tonlu yüzeyler koyu tonlu yüzeylere nazaran daha fazla ışık yansıtırlar.



Şekil 1. Renk sıcaklıkları

Halojen yapıda tungsten flamanlı enkanadesan bir elektrik lambası beyaz yakın verdiği ışıkla iyi bir örnek olup, çoğu uygulamalar için rahatlıkla kullanılabilir. Bir elektrik akımı uygulandığında ısı üretilmekte ve tungsten tel kızararak düşük renk sıcaklığında ışık vermeye başlamaktadır. Tungsten tel, üzerinden yeterince elektrik akımı geçirildiğinde (halojen çalışma), yüksek renk sıcaklığına sahip, beyaz ışık yayan akkor (enkanadesan) flaman haline gelmektedir. Tungsten flamanın sıcaklığının azaltılıp çoğaltılması, elde edilen rengin soğuk ya da sıcak olması ile ilgili değildir. Flamanın sıcaklığı, renk sıcaklığının azaltılıp çoğaltılmasına yol açmaktadır.

Gerek cıva, gerekse sodyum buharlı lambaların stadyum aydınlatmasında kullanılmasının getirdiği temel eksiklik, renk kalitelerinin düşük olmalarıdır. Cıva buharlı lambalarda kırmızı v.b. tonlarda renk yetersizliği mevcut iken, sodyum buharlı lambalarda mavi v.b. tonlarda renk yetersizliği mevcuttur.

Renksel geriverim değerleri ise yaklaşık olarak cıva ve düşük kaliteli metal buharlı lambalar için % 50, sodyum buharlı lambalar için % 30 oranlarındadır. Bu sebeple bu lambaların aydınlattığı stadyumda gerek seyirciler, gerekse kameralar stadyumdaki oyuncuları gerçekte olduğundan farklı renk tonunda görürler.

Dış mekânlarda yapılan aydınlatmalar için 2000K ve 6500K arasında renk sıcaklığına sahip lambalar kullanılabilir. Gün ışığından yapay aydınlatmaya geçişte ve kamera çekimlerinde en iyi sonucu veren renk sıcaklığı ise 5600K'dir. Görsel etkinin mümkün olduğunca etkili sağlanabilmesi açısından renk sıcaklığının mümkün olduğunca 4000 K'in altına düşmemesi gerekir. Tablo 5'de farklı birimler için renk sıcaklığı ve renksel geri verim seçimi değerleri görülmektedir.

Tablo5. Renk Sıcaklığı ve Renksel Geri Verim Seçimi

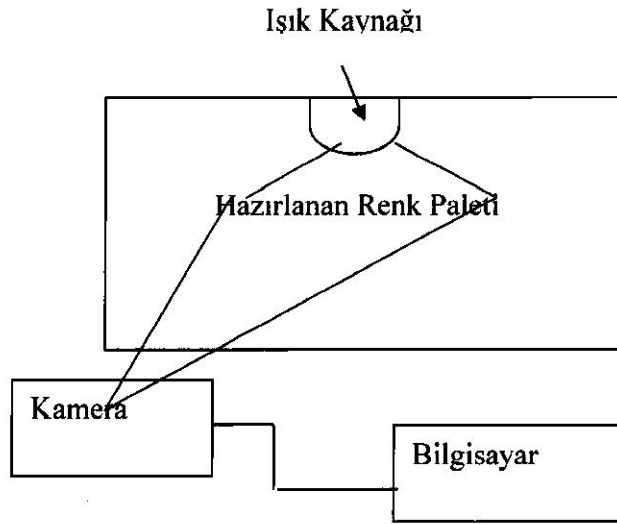
Birim	Renk Sıcaklığı (K)	Renksel Geri Verim (CRI)
Yol, sokak	>2000	≥20
Cadde	>2000	≥35
Kavşak	>4000	≥45
Depo, koridor, meydan	>2000	≥55
Oturma odası, bekleme odası	>4000	≥65
Büro, sınıf	>4000	≥75
HDTV	>5500	≥90

Bir lambanın dalga boyuna göre yayımladığı, ışınım akısı büyüklüğünün tayfsal yoğunluğunu belirleyen tayfsal dağılım eğrisi lambanın renksel geriverim özelliğini belirler. Işınımın tayfsal dağılımının, aydınlatılan nesnelerin renkleri üzerindeki etkisine renksel geriverim denir. Lamba ışığı ile aydınlatılan yüzey renklerindeki değişimlerin değerlendirilmesinde kullanılan renksel geriverim, "renksel geriverim sınıfı" ve "CIE genel renksel geriverim endeksi; Ra" ile belirtilir. Yüzey renklerinin, verilmiş bir kaynakla aydınlatılması durumunda, aynı renklerin ölçün bir kaynakla aydınlatılması durumuna uygunluk derecesinin ölçüsü olan renksel geriverim endeksinde lambalarda ulaşılabilecek en yüksek değer Ra=100 olup bu değer küçüldükçe kaynağın renksel geriverim özellikleri kötüleşir.

5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

5.1 Ölçüm sistemi

Ölçüm sisteminde CIE standartlarına göre hazırlanmış olan renk paleti kullanılmıştır. Hazırlanan ölçüm sistemi renk paletinin ışık kaynakları ile aydınlatıldığı bir alan, bir kamera ve bilgisayar sisteminden oluşmaktadır. Buna göre bu renk paleti farklı aydınlatma kaynakları altında aydınlatılarak bir yandan ccd bir kamera yardımıyla görüntüleri elde edilirken bir yandan da spektrokolorimetre ile CRI ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kaydedilen görüntüler üzerinde CRI değerlendirmeleri daha sonraki bölümlerde anlatıldığı gibi gerçekleştirilmiş ve spektrokolorimetre sonuçları ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Hazırlanan ölçüm sistemi Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2. Hazırlanan ölçüm sistemi

Tayfsal ışınım ölçmeler; spektrometre ile gerçekleştirilmiştir. Her bir ölçme için saptanan sonuç değeri, 6 kez yinelene ölçmelerin ortalamasıdır. Lambaların renksel geriverim indeksleri ölçülen ışınım değerleri aracılığı ile CIE standartlarına göre hesaplanmıştır [13].

Tablo6. CIE renk çizelgesi [13]

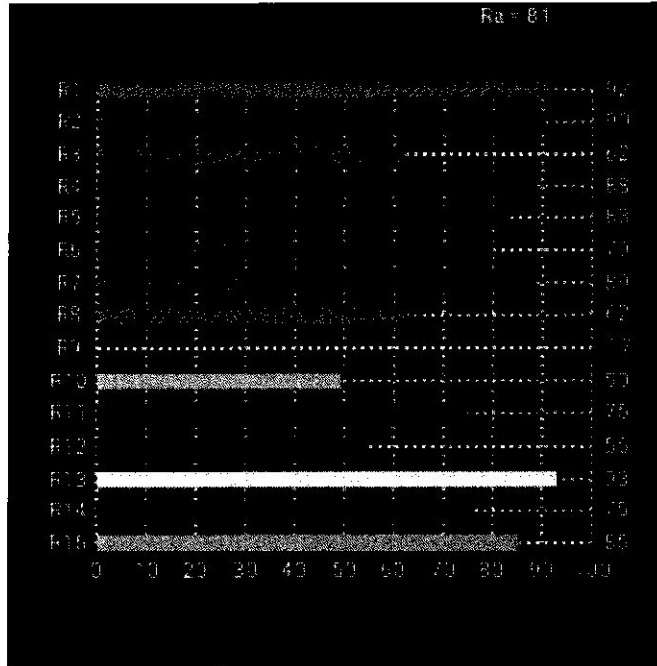
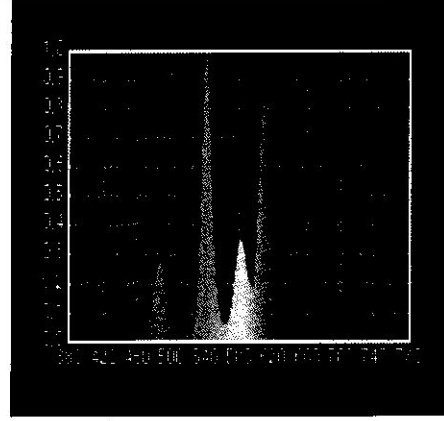
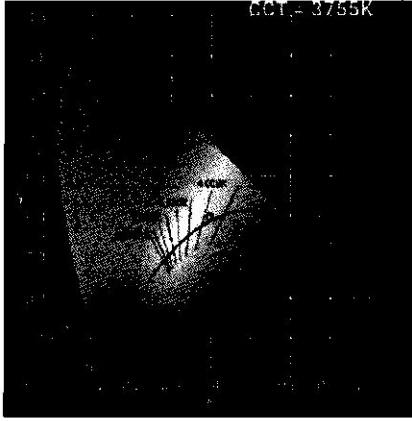


5.2 Görüntü İşleme Yazılımı

Bu çalışmada Flüoresan, Led, Metal Halide 400, Metal Halide 1000 gibi aydınlatma lambaları için CRI değerlerinin ölçümü yapılmıştır. Çalışmada renk paleti olarak Tablo 6'da verilen CIE standartlarına göre hazırlanan renk paleti kullanılmıştır. Yapılan uygulamada Tablo 6'daki renk paletinin gün ışığı ve farklı aydınlatma cihazları altında aydınlatılması durumunda öncelikle spektrokolorimetre ile ölçümler gerçekleştirilmiş daha sonra ise ccd bir kamera yardımıyla görüntüleri elde edilmiştir. . Bu ölçüm ve kamera çekimlerinden gün ışığı altında yapılanları referans olarak alınmıştır. Kaynaklardan örnek bir tanesi için elde edilen spektrokolorimetre ölçüm sonuçları Şekil 3'de verildiği gibidir. Kameradan elde edilen görüntüler üzerinde renk kartelasındaki her bir renk bloğunun ortalama RGB renk değerlerini hesaplayarak referans RGB renk değerleriyle karşılaştırmakta ve her renk bloğunun renk sapmasını hesaplamaktadır. Her bir renk bloğunun renk sapmasının ortalaması alınarak ışık kaynağının renksel geriverimi hesaplanmaktadır. Bu işlem çalışmada kullanılan tüm aydınlatma kaynakları için tekrarlanmıştır. Çalışmanın görüntü işleme yazılımı MATLAB ortamında aşağıdaki kaba kod kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Böylece kaynaklara ait CRI değerlerinin spektrokolorimetre ile ölçülen CRI değerleri ile uygunluğu incelenmiştir.

Kaba Kod:

1. Renk paletindeki renk bölgelerini ayır
2. Her bir renk bölgesi için ortalama RGB değerini hesapla
3. Bulunan değeri kaydet.



Şekil 3. Örnek bir aydınlatma kaynağı altında renk kartelası için elde edilen spektrometre ölçüm sonuçları

5.3 Sonuçlar

Bu çalışmada Flüoresan, Led, Metal Halide 400, Metal Halide 1000 gibi aydınlatma cihazlarının renksel geriverim ölçümleri spektrokolorimetre ile ölçülürken aynı zamanda MATLAB yazılım ortamında bir görüntü işleme yazılımı kullanılarak ccd kamera ile elde edilen görüntüler üzerinden olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ölçümler ve yazılım sonuçları karşılaştırılmıştır. Sistemin daha doğru ölçüm alabilmesi amacıyla renk paleti kullanılmıştır. Kameradan alınan veriler yazılımda kullanılarak renksel geriverim değerlerini

belirleyebilmektedir. Sistemde kullanılan renk paletinin çözünürlüğü ideal olmayan yazıcıdan çıktı alınması sistemin ölçümlerinde yaklaşık olarak % 9'luk bir hata oluşmasına neden olmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Anon., Philips, Dynamic Lighting, Enhancing Well-being and Performance, 2005.
- [2] Özbudak, B. Y., B. Gümüş, and F. D. Çetin. "İç Mekan Aydınlatmasında Renk ve Aydınlatma Sistemi İlişkisi", II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu Ve Sergisi Bildirileri, Diyarbakır. 2003." (2003).
- [3] Sawada, H., (1999). Effects of spatial dimensions, illuminance and color temperature on openness and pleasantness, UMI Dissertation Services, Ph.D Thesis, 348, Canada.
- [4] Shikakura, T., Marikawa H., Nakamura, Y. (2003). Perception of lighting fluctuations in office lighting environments, Journal of Light and Visual Environment, 27, 2, 75-82.
- [5] Onaygil, S. ve Tenner A.D, (1993), Combination of daylight and artificial lighting in office lighting, Study Report 58, Lighting Design and Application Centre, Philips Lighting, 25 sh, Netherlands.
- [6] Gabriela R., (2003). Color temperature and illuminance levels in offices. 25th Session of CIE Proceedings, 2, San Diego.
- [7] Fleischer, S., (2001). Effect of brightness distribution and light colours on office staff, The 9th European Lighting Conference Proceeding Book of Lux Europa, 77-80, Reykjavik
- [8] Kanaya, S., Hashimoto, K., Kichize, E. (1979). Subjective balance between general color rendering index, color temperature and illuminance of interior lighting, Proceedings of CIE 19th Session, 274-278, Kyoto
- [9] Ishida T, Ogiuchi Y., (2002). Psychological determinants of brightness of a space- perceived strength of light source and amount of light in the space, Journal of Light and Visual Environment, 26, 2, 29-35.
- [10] Onaygil, S., Tümer P., Gürsoy, E. (2002). Employability examination of fuzzy logic method in lighting control systems, Proceeding Book of the 2nd Balkan Conference on Lighting Energy Saving and New Trends in Lighting. 87-94, İstanbul.
- [11] Onaygil S, Çolak N., Enarun, D., Yener A.K., (1998). Otomatik kontrollü ofis aydınlatması sistemlerine yönelik bir proje, 2.Ulusal Aydınlatma Kongresi Bildiri Kitapçığı, 71-75, İstanbul.

[12] Manav, B ve Yener, C., (1999). Effects of different lighting arrangements on space perception, *Architectural Science Review*, 42, 1, 43-47. Miyasawa N, Nakamura Y, Wakasa N., (2003). Effect of personal adjustment of brightness on the satisfaction of office lighting, *Journal of Light and Visual Environment*, 27, 2, 92-106.

[13] CIE Technical Report; Method of measuring and specifying color rendering properties of light sources, CIE 13.2-1974.