

YÜZEY YANSIMA BİLGİLERİ KULLANILARAK CİSİMLERİN RENGİNİN BELİRLENMESİ

Uğur Küçük, A.Kamuran Türkoğlu, Ferhad Samadov

TUBİTAK-Ulusal Metroloji Enstitüsü, P.K.21 Gebze 41470, Kocaeli-TÜRKİYE
Tel: 262 6466355 E-Mail: ugur@ume.tubitak.gov.tr

ÖZET

Bu çalışmada cisimlerin yüzey ışık yansıtma bilgilerinden yararlanılarak, renklerinin belirlenmesinde izlenen hassas ölçüm yöntemlerinin açıklanması amaçlanmaktadır. XYZ, CIE-LAB ve CIE-LUV gibi farklı renk uzaylarına dayalı tanımlanabilen renk ölçümleri arasında yer alan X-Y-Z üçrenksel renk koordinatları bu çalışmada baz alınmıştır.

CIE (Uluslararası Aydınlatma Komitesi) [1] standartlarına göre, X-Y-Z renk koordinatlarını elde etmek için, cismin görünür bölge boyunca yansıtma katsayısının ölçülmesi gerekmektedir. Yansıtma ölçümlerinde göreceli spektral güç dağılımı bilinen ışık kaynakları olan standart lambalar kullanılmaktadır. Yansıtma ve ışık kaynağı spektral bilgilerinin standart kırmızı, yeşil ve mavi renk eğrileri ile görünür bölgede dalgaboyuna dayalı integrasyon hesaplarından cisimlerin renk bilgilerine erişilmektedir.

Anahtar sözcükler: Renk, Renk koordinatları, Yansıtma Katsayısı.

1.GİRİŞ

Renkli görme, cisimlerin içerdikleri renklendirici maddeler ve bu maddelerin cisim üzerine düşen ışığın bir kısmını soğurmalarına dayalı olarak açıklanabilir. Işık, cisim üzerindeki renklendirici madde miktarı ve yapısına bağlı olarak değişik şekillerde soğurulacak, soğurulmayıp yansıyan (ya da geçen) ışık ise bize o cismin rengini gösterecektir. Burada, cisimi aydınlatan ışığın her dalgaboyu bileşeni, o cisim tarafından farklı şekilde yansıtılacaktır. Bu nedenle, renk ayırımı için öncelikle kullanılan cisimin ya da örneğin dalgaboyuna bağlı yansıtma katsayısı bilgisinin oluşturulması gerekmektedir. Bu çalışmada standart rakamlarla ifade edilen bir cisimim renk bilgilerine ulaşmak için izlenen teorik ve deneysel yöntemler açıklanmaktadır.

2.RENK ÖLÇÜMÜ

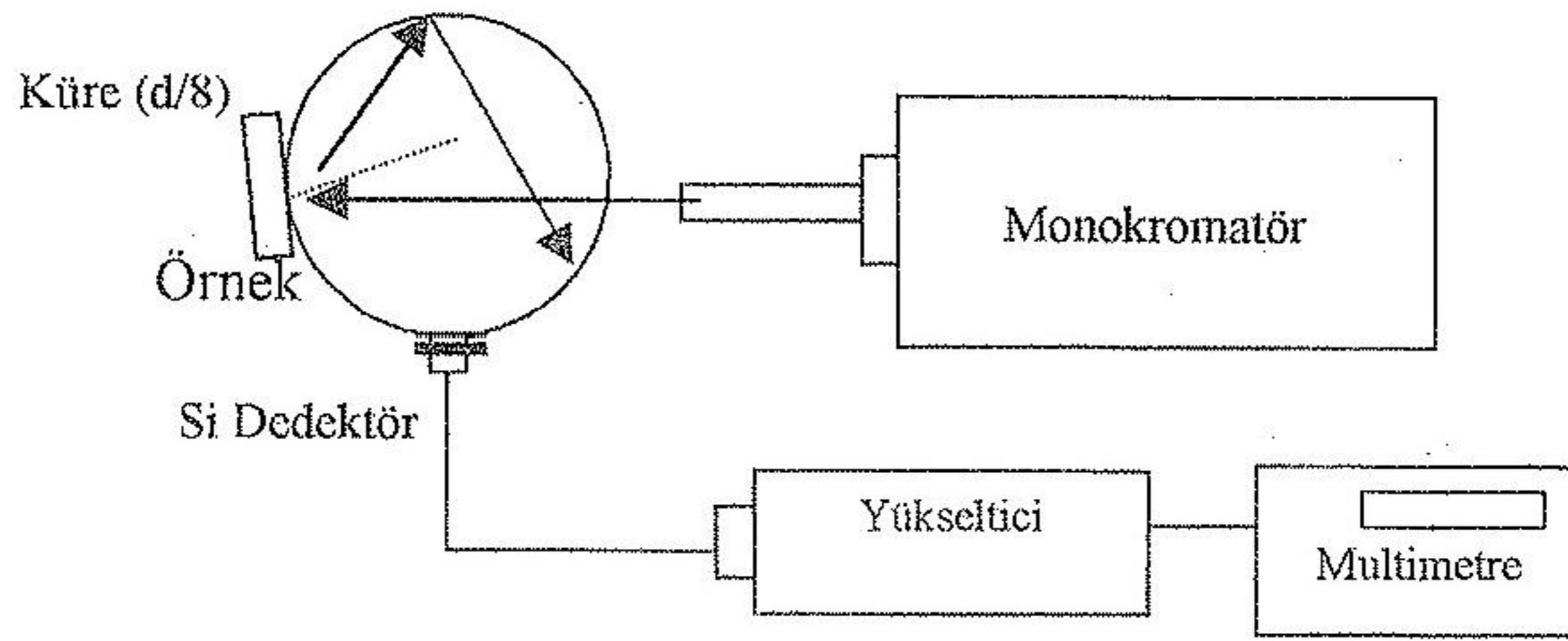
Bir cismin göreceli (rölatif) yansıtma katsayısı $R(\lambda)$, mevcut cisimden ve ideal yansıtma standardından yansıyan ışıkların ölçülerek, her iki sinyalin birbirine oranlanmasıyla elde edilir. Dalgaboyuna dayalı alınan bu ölçümlerde, dar bant aralığına sahip monokromatik (tekrenkli) ışık kullanılır. Monokromatik ışık elde etmek için genellikle monokromatör tipi düzenekler kullanılmaktadır.

2.1. Ölçüm Düzenegi

UME standart yansıtma ölçüm düzenegi, bilgisayar kontrollü çift monokromatör düzenegi temel olarak, 20 cm çaplı toplayıcı küre, standart lamba ve kalibreli silikon dedektörlerden

oluşmaktadır. Toplayıcı küre kullanımının amacı, yüzeyden dağınık yansıyan ışığın minimum kayıpla toplanabilmesidir [2]. Bu çalışmada kullanılan yöntem literatürde "substitution" metodu olarak bilinen yerine koyma metodudur. Toplayıcı kürenin kullanıldığı sistemlerde çeşitli aydınlatma ve gözleme geometrileri ($45/0^\circ$, $0/45^\circ$, $d/0^\circ$, $d/8^\circ$) mevcuttur. UME standart küresi ile ölçümler $d/8^\circ$ geometrisi altında yapılmaktadır. Bu geometride yüzey, normal ile 8° yapacak şekilde aydınlatılır.

Şekil-1'de UME Yansıma ölçüm düzeneği gösterilmektedir. Bu düzende gerçekleştirilen yerine koyma metodunda, yansıtma standardı kürenin portuna takılı iken standart ölçüm alınır. Sonra standart porttan çıkartılarak aynı yere ölçülecek örnek takılır ve test ölçümü yapılır. Son olarak ise ilk yapılan standart ölçümü tekrarlanır. Standart-Test-Standart ölçümlerinin ardından, test ölçüm değeri iki standart ölçüm değeri ortalamasına bölünerek örnek için yansıtma katsayısı bulunmuş olur. Bu işlem tekrarlanarak ölçümlerin değişmezliğinin kontrol edilmesinde fayda vardır. Tek dalgaboyunda bu şekilde elde edilen katsayı değeri, tüm görünür bölge için belli aralıklarla yapılmalıdır. CIE'nin kabul ettiği görünür bölge 380 – 780 nm arasında tanımlı olup, bu bölge 5 nm'lik aralıklarla taranmalıdır. Her bir $R(\lambda)$ değeri renk belirlenmesinde kullanılacağından, bu aralık ne kadar kısa tutulursa, o kadar kesin gerçek renk bilgisine yaklaşılar.



Şekil 1. UME Yansıma Düzeneği ($d/8^\circ$)

2.2. Renk koordinatı hesaplanacak örnek

Örnek (nümune) optiksel açıdan 3 gruba ayrılabilir;

1. Şeffaf Örnekler

Bu tip örnekler ışığın çok az bir kısmını soğururlar. Büyük miktarda geri kalan ışık örnekten geçmektedir. Şeffaf örneklerde ortalama olarak ışığın %92'si geçmektedir.

2. Translucent Örnekler

Şeffaf örneklerden farklı olarak bu tip örnekler, örnek üzerine gelip çıkan ışığın bir miktar saçılmasına neden olurlar. Örnekten geçen ışığın yanında bir miktarını da geri yansıtırlar.

3. Opak Örnekler

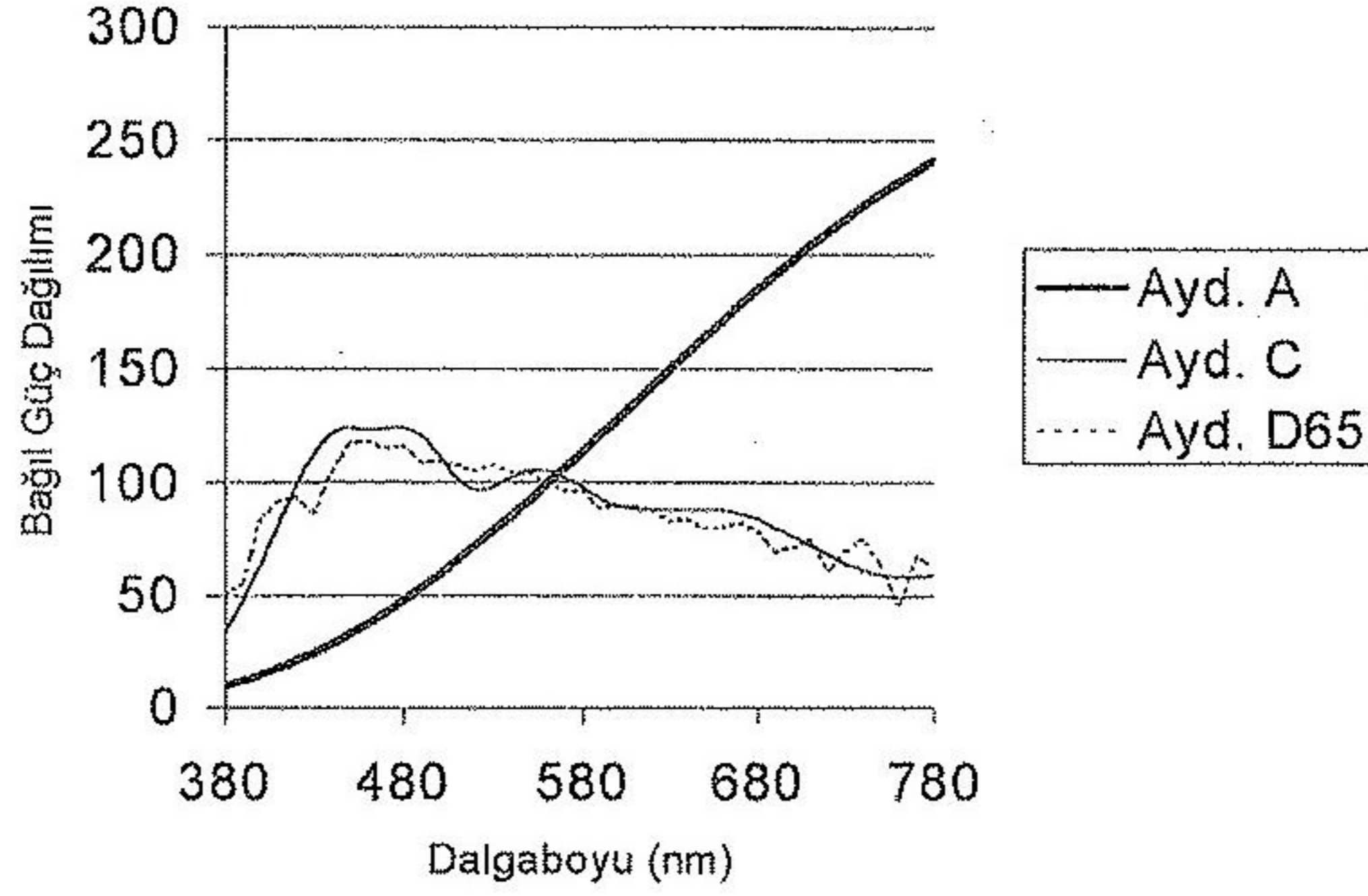
Opak örnekler üstlerine düşen ışığı ya tamamen yansıtır yada soğururlar. Çevremizde renkli gördüğümüz çoğu cisim opaktır.

2.3. Renk koordinatlarının hesaplanması

Kullanılan ışığın göreceli spektral güç dağılımı, $S(\lambda)$ hesaplamalar üzerinde oldukça etkilidir. Genellikle kullanılan ışığın içeriği bilinemediğinden ve diğer ölçümlerle karşılaştırılabilmesi için, CIE tarafından standart lambaların kullanılması önerilmektedir [2]. Bu standart lambalardan bazıları şu şekilde sıralanabilir;

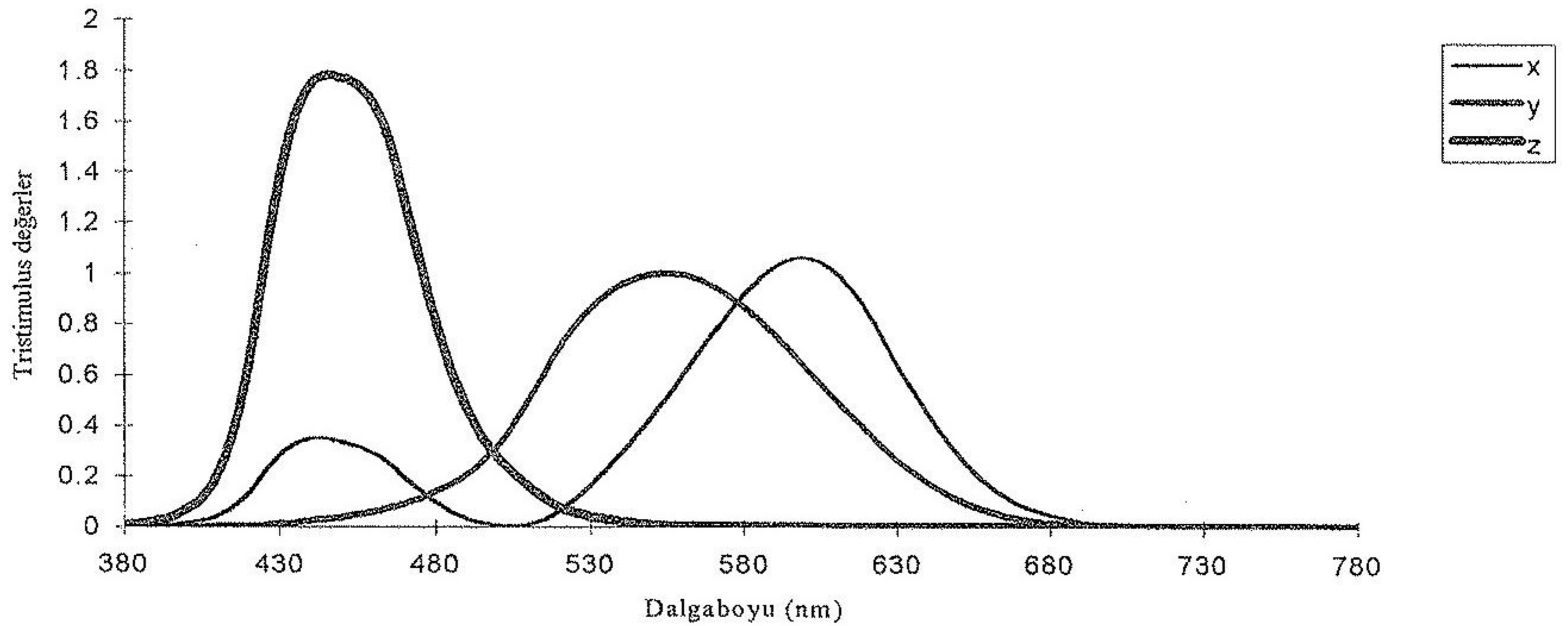
1. Aydınlatıcı A; Renk Sıcaklığı (CCT) 2856 K olan tungsten filamanlı lamba.
2. Aydınlatıcı B; Direkt gün ışığı veren bu lambanın Renk sıcaklığı 4874 K'dir.

3. Aydınlatıcı C; Ortalama gün ışığı veren bu lambanın renk sıcaklığı 6774 K'dir.
 4. Aydınlatıcı D₆₅; Ortalama gün ışığı veren bu lambanın renk sıcaklığı 6500 K'dir.
 Bu lambaların dışında da standart lambalar mevcuttur. Renk ölçümlerinde spektral güç dağılımı bilinen lambalar kullanılır. Şekil-2' de A, C ve D₆₅ tipi standart aydınlatıcıların görünür bölgedeki spektral dağılımları verilmektedir.



Şekil 2. Standart Aydınlatıcı Spektral Eğrileri

İnsan gözünün renk hassasiyetini ölçmek için spektral renkler kullanılır. Beyaz ışık içerisinde seçilen spektral kırmızı, yeşil, mavi miktarlarına primer adı verilmektedir ve bu renklere ait primerler $r(\lambda)$, $g(\lambda)$, $b(\lambda)$ ile gösterilir. 1931 yılında CIE primerler yerine imajinal primerlerin kullanılmasına karar vermiştir. İmajinal primerler X, Y, Z ile gösterilir. Bu üç primer aydınlatıcı tipine ve gözlemlene açısına bağlı olarak cismin rengini temsil eder. İki cismin renginin eşit olabilmesi için her iki cisme ait primerlerin değerlerinin eşit olması gerekmektedir. Şekil-3'te verilen primerler $x(\lambda)$, $y(\lambda)$, $z(\lambda)$ notasyonu ile gösterilirler. CIE'nin böyle bir değişiklik yapmasının nedeni yeni değerlerin hepsinin pozitif olması ve $y(\lambda)$ 'nin 1931 yılından önce standardize olan $V(\lambda)$ fonksiyonuna eşdeğer olması olarak açıklanabilir.



Şekil 3. CIE'nin kabul ettiği spektral renklerin dalga boylarına göre değişimi

Renk için, öncelikle belirleyici üçduyarsal değerlerin hesaplanması gereklidir [3-4]. Bunun için, kullanılan ışık tipi belirlenir ve aydınlatıcıya ait standart $S(\lambda)$ fonksiyonu seçilir. Ölçülen örneğin yansıtma katsayısının, $R(\lambda)$ ölçülmesinin ardından yansıyan ışığın göreceli gücü hesaplanır;

$$\Sigma S(\lambda) \times R(\lambda) \quad (1)$$

Dalga boyu üzerinden yapılan bu toplam, genelde 20 nm aralıklarla yapılır. Daha hassas sonuçlar için 5 nm 'lik aralıklar üzerinden de toplam gerçekleştirilebilir. Örneğin rengine ise üçduyarsal koordinatları hesaplanmasıyla ulaşılır.

$$X = \Sigma S(\lambda) \times R(\lambda) \times x(\lambda) \quad (2)$$

$$Y = \Sigma S(\lambda) \times R(\lambda) \times y(\lambda) \quad (3)$$

$$Z = \Sigma S(\lambda) \times R(\lambda) \times z(\lambda) \quad (4)$$

Bu eşitliklerdeki $x(\lambda), y(\lambda), z(\lambda)$ ve $S(\lambda)$ bilinen değerler olmaktadır. Yansıtma katsayısı olan $R(\lambda)$ ise hesaplanması gereken tek bilinmeyendir. Bu durumda $S(\lambda) \times x(\lambda), S(\lambda) \times y(\lambda), S(\lambda) \times z(\lambda)$ çarpımları her aydınlatıcı, dalgaboyu ve gözleme açısı için hesaplanabilir, ve bu çarpımlar ağırlık fonksiyonları ile adlandırılır. ASTM-E308 normunda en çok kullanılan ağırlık fonksiyonları ile ilgili standart değerler verilmektedir .

SONUÇ

Bir cisimin rengi, bilinen standart aydınlatıcı ve renk bilgilerinin, cisimin dalgaboyuna göre değişen yansıtma katsayı değerleri ölçümü bilgileriyle entegrasyonu sonucu belirlenir. Bu nedenle bir cisimin ışığı yansıtma değerinin bilinmesi ve bu bilginin yüksek hassalıkla ölçülmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, renk ölçümlerinde kullanılan metodoloji ve standardizasyon kavramları üzerine yapılan çalışma özetlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Commission Internationale de l'Eclairage, Kegelgasse 27, A-1030 Viyana - Avusturya
- [2] CIE 15.2: Colorimetry, 2nd Edition (1986)
- [3] Anni Berger-Schunn, Practical Color Measurement, Wiley 1994.
- [4] D.L.MacAdam, Color Measurement, Springer-Verlag 1985