

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE OPTİK TEST VE ÖLÇÜMLERİN YERİ

A.Kamuran Türkoğlu, Ferhad Samadov, Murat Durak, Uğur Küçük

TÜBİTAK-Ulusal Metroloji Enstitüsü, PK.21 Gebze 41470 Kocaeli TÜRKİYE
Tel: 262 6466355 E-Mail: akt@ume.tubitak.gov.tr

ÖZET

Otomotiv endüstrisi, hızla gelişen altyapısında birçok optik karakteristik test ve ölçümlerin analizinden yararlanmaktadır. Oto aynalarının ışık yansıtma ve dağıtma özellikleri, camların spektral ışık geçirgenlikleri, reflektörlerin geri yansıtma değerleri ve farların yol aydınlatma eğrileri gibi birçok konu, optik metrolojisi çalışmalarında önemli yer tutmaktadır. Özellikle araç iç ve dış dikiz aynalarının standartlara uygunluk testleri, kapsamı itibariyle birçok fotometrik parametrenin ölçülmesine dayanmaktadır. Bu çalışmada, otomotiv endüstrisi içinde optik test ve ölçümlere en çok ihtiyaç duyulan oto dikiz aynalarına odaklanılarak, ilgili ölçüm standartları, yöntem, ekipman ve optik düzenekler, deneysel verilere dayanılarak tanıtılmakta ve istenilen minimum ölçüm gereksinimleri aktarılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Oto Aynası, Fotometri, Yansıma, Yansıtma Katsayısı.

1. GİRİŞ

Günümüzde, oto aynalarında istenilen güvenlik, dayanıklılık, kullanım kolaylığı ve uygunluk gibi birçok özellik, bu faktörlerin gözönüne alınarak hazırlandığı uluslararası standartlarla tanımlanmaktadır [1]. Ülkemizde de, bu normlara paralel olarak gerekli düzenlemeler yapılmakta, oto ve yapı aynalarında aranan özellikler ilgili standartlarda değinilmektedir [2], [3]. Bu standartlarda belirtilen asgari gereksinimlere dayalı olarak üretici firmalar da kendi ürünlerinin özelliklerini belirlemeye yönelik ölçüm yöntemlerini geliştirmektedirler [4]. Ancak maliyet, zaman, insan gücü ve bilgi yeterliliği gibi açılardan büyük altyapı gerektiren bu fotometrik ölçümler, akreditasyon ve tip onayı kapsamına da girdiğinden, çoğunlukla bağımsız diğer bir ölçüm laboratuvarının yardımıyla gerçekleştirilebilmektedir.

2. AYNA TESTLERİ

Yurtiçinde artan gereksinim ve isteklere paralel olarak TÜBİTAK-Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) Optik laboratuvarında, aynaların temel karakteristik testlerinin standartlara dayalı gerçekleştirilebilmesine yönelik, bir dizi araştırma ve geliştirme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada ilgili standart ve normlar incelenerek oto aynaları temel karakteristik ölçüm parametreleri belirlenmiş ve daha sonra bu faktörlerin elde edilebileceği standart test ve ölçüm düzeneklerinin oluşturulması üzerine bilimsel çalışmalar yapılmıştır.

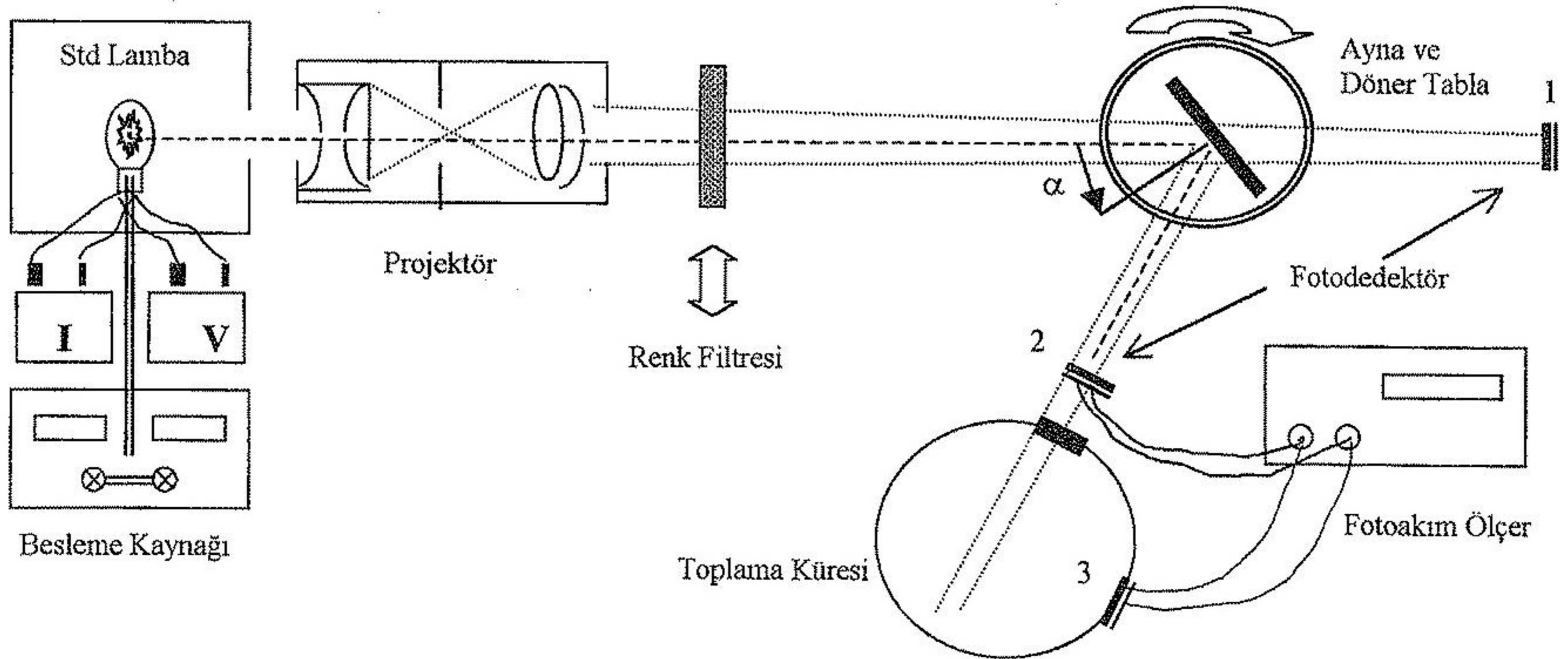
Bu kapsamda belirlenerek gerçekleştirilen başlıca oto aynaları temel karakteristik testleri şunlardır;

1. Beyaz ışık için yansıtma katsayısının belirlenmesi.
2. Renkli ışık yansıtma katsayısının belirlenmesi.
3. Düzlemsellik Testi (Görüntü Kayması).
4. Optik Bozunum (Distorsiyon) Testi: Düz ve konveks aynalar için.
5. Görüntü Bölme Testi.
6. Difüzyon Katsayısı Ölçümü.
7. Diğer testler.

2.1. Beyaz Işık Yansıtma Katsayısı Ölçümü

Aynanın normal beyaz ışığı yansıtma oranının belirlenmesine yönelik temel testtir. Buradaki beyaz ışık, Uluslararası Aydınlatma Komitesi (CIE) tarafından tanımlanan, 2856 K renk sıcaklığında çalışan A-tipi standart aydınlatıcı lambalar üzerinden elde edilir [5]. A-tipi aydınlatıcılar, kara-cisim ışınımına en yakın spektral dağılıma sahip tungsten filamanlı özel standart lambalardır. Bu lambalar ilk kullanım öncesi en az 100 saat nominal besleme akımında çalıştırılarak, eskitilme (aging) işlemine tabi tutulurlar. Daha sonra renk sıcaklıkları $2856 \pm 20K$ olacak şekilde akım ve gerilim değerleri belirlenerek kalibre edilirler. Ölçümlerde daima kararlı akım kaynakları kullanılır ve lamba çalıştırılıp, 15 dakika beklenilip, lamba kararlı konuma geldikten sonra ölçümlere başlanılır.

Yansıtma katsayısının belirlenmesinde kullanılan test ölçüm düzeneğinin şematığı Şekil-1 'de verilmektedir. Stabilize akım kaynağı ile beslenen standart lambanın çalışma akım ve gerilim değerleri, dört kutup tekniği ile ayrı ayrı ölçülmektedir. Lamba düzeneği, çevreden gelen ışığın ölçümü etkilememesi için, tercihan içi mat siyah boya kaplı ışık kabininde tutulur ve bir diyaframla ışık optik projeksiyon düzeneğine gönderilir. Bu projeksiyon sisteminin amacı aynadan yansıyan ışık demetini, dedektör üzerine etkin yüzeyin yaklaşık % 90 'ını kaplayacak şekilde odaklamaktır. Ayna, lambadan yaklaşık 2 metre uzağa bir döner platform üzerine, normalle $25 \pm 5^\circ$ yapacak şekilde oturtulur. Lamba flamanı, projeksiyon sistemi, döner tabla ve ayna merkezinin optiksel olarak aynı eksen üzerinde yer alması ölçümlerin doğruluğu açısından önemlidir.



Şekil 1. Yansıtma Katsayısı Ölçümü Düzeneğinin Blok Şeması

Silikon fotodedektör, eğer ayna düzlemsel değilse, yansıyan ışığın tümünü toplamaya yeterli olamayacaktır. Konveks mercek yapısındaki yan dikiz aynalarında rastlanılan bu durumda, en az 13 cm çapında içi beyaz dağınık yansıtıcı Baryum Sülfat ($BaSO_4$) boya ile kaplı toplama küreleri kullanılır. Toplama küresinin girişi, yansıyan tüm ışığı içeri almaya uygun olmalıdır ve diğer girişe doğrudan gelen ışığı görmeyecek fotodedektör (3) yerleştirilmelidir.

Yansıtma katsayısı hesaplanırken, öncelikle ayna konulmadan, projeksiyon düzeneği ile elde edilen kollime ışık demetinin şiddeti ana sinyal olarak, (1) konumundaki fotodedektör ve fotoakımölçer ile ölçülür. Ayna yerleştirildikten sonra, yüzeyine 25° 'lik görüş açısında gelip yansıyan ışık (2) ya da (3) no'lu dedektör ve yükselteç yardımıyla yine DC sinyale dönüştürülür. Yansıyan sinyalin ana sinyale bölünmesiyle elde edilen yansıtma katsayısı değerleri, aynanın farklı bölgelerinde ve farklı zamanlarda tekrarlanarak ortalama yansıtma değerlerine erişilir. Genel olarak, otomobil aynalarında % 80 yansıtma katsayısından az olmayan oranlar aranmaktadır.

2.2. Renkli Işık Yansıtma Katsayısı Ölçümü

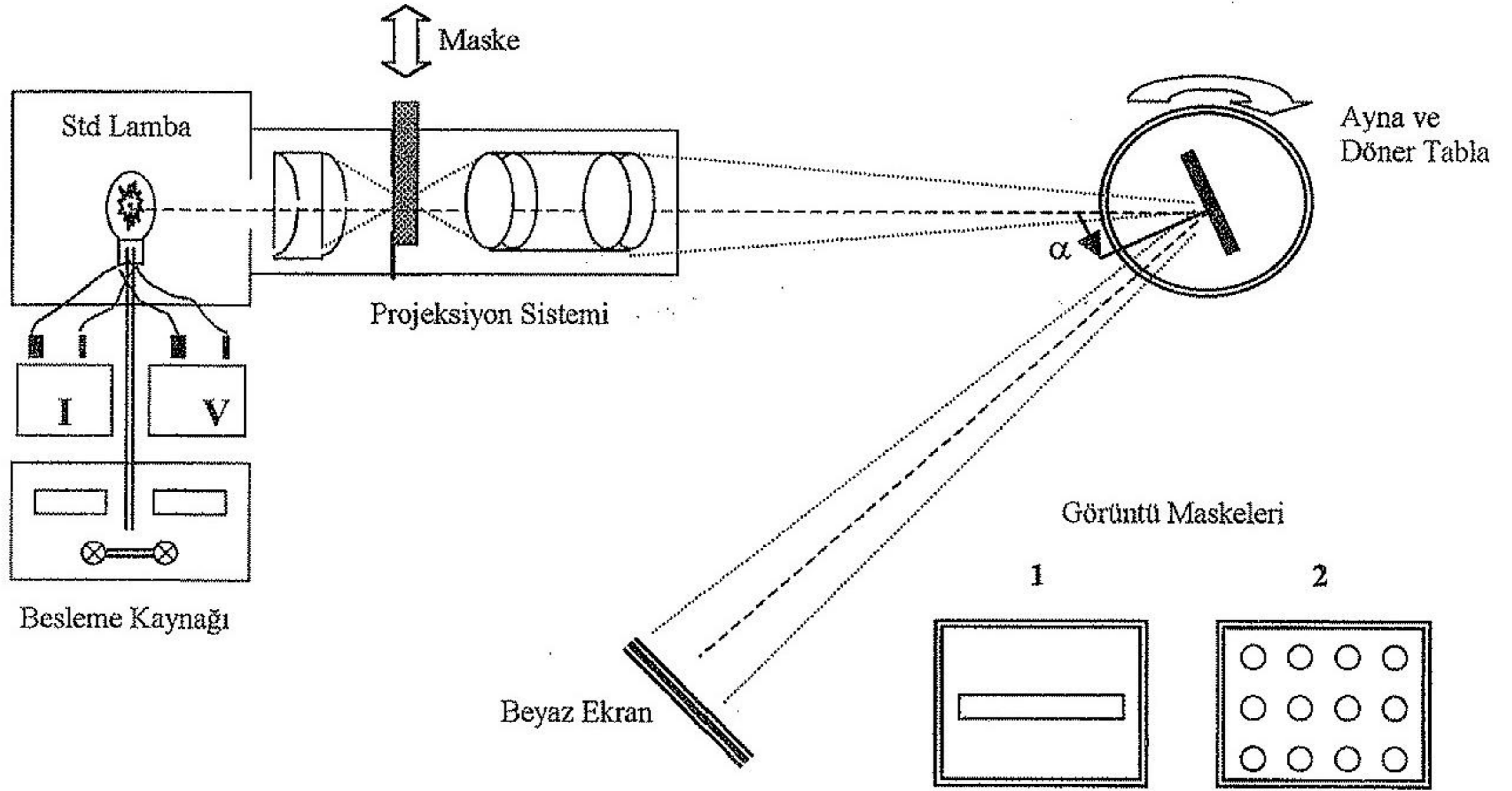
Kırmızı ve sarı gibi renkli oto farları ışığının yansıtma oranının belirlenmesine yönelik temel testtir. Şekil - 1 'deki aynı konfigürasyonda, projeksiyon düzeneği ile elde edilen doğrusal ışık demeti, CIE 1931 normlarına uygun standart renk filtrelerinden (kırmızı, sarı, mavi) geçirilir [6]-[7] ve elde edilen renkli ışığa ait yansıtma katsayısı yine yukarıda verilen yöntemle bulunur. Bunun için 2-4 mm kalınlığında standart renk karakteristiklerine sahip cam filtreler kullanılır. Filtrelerin, yine CIE normlarına göre ideal kırmızı, yeşil ve mavi spektral eğrileri üzerinden tanımlanan x, y ve z üçduyarsal (tristimulus) koordinat değerleri şöyle olmalıdır;

Kırmızı	$y = 0.325 \pm 0.005,$	$z = 0.020$
Sarı	$y = 0.415 \pm 0.005,$	$z = 0.030$
Mavi	$x = 0.090 \pm 0.040,$	$y = 0.125 \pm 0.025$

Dikiz aynalarında renkli ışık yansıtma katsayısı en az %25 oranında olmalıdır.

2.3. Düzlemsellik Testi (Görüntü kayması)

Düz aynalarda, standart yansıtıcıya göre, yüzey boyunca eşit (homojen) yansıtma oranının denetlenmesine yönelik temel testtir. Şekil.2'de gösterildiği gibi, bu ölçümler için de ışık kaynağı olarak CCT=2856 K 'de çalışan CIE-A tipi ışık kaynağı çalışma standardı lambası ve projeksiyon düzeneği kullanılmaktadır. Bu ölçümlerde, projeksiyon sistemi içine yerleştirilen şerit delik şeklindeki (1) özel bir maske (yarık) ile dikdörtgen profilinde bir ışık demeti elde edilir. Elde edilen bu ışık demeti öncelikle, düzlemsel standart optik ayna yüzeyine $\alpha = 10^\circ \pm 2^\circ$ 'lik görüş açısında düşürülür ve yansıyan görüntü aynadan 3-4 metre uzaklıkta bulunan beyaz ekran üzerine net bir şekilde odaklanır. Aynı prosedür, teste tabii oto aynalarında da uygulanarak, ekran üzerinde ölçülen görüntü boyutlarının sonuçları karşılaştırılır. Boyut ve doğrusal çizgilerdeki farklılıklar test aynası düz yüzey yapısındaki bozuklukları anlamamızı sağlayacaktır.



Şekil 2. Düzlemsellik/Distorsiyon Ölçüm Set Düzenekinin Blok Şeması

2.4. Optik Bozunum/Distorsiyon Testi

2.4.1. Düz Aynalar

Düz aynalar için optik bozunum karakteristik ölçümleri, Şekil-2 'deki düzenekte düzlemsellik testi prosedürü (2) no'lu dairesel maske için uygulanarak gerçekleştirilir. Yalnız burada $\alpha = 25^\circ \pm 5^\circ$ 'lik geliş açısı kullanılmaktadır. Standart ayna ve test oto aynası ile ekran üzerinde elde edilen dairesel görüntülerin çapları karşılaştırılır. Projeksiyon sisteminin kullanılmasının amacı ekran üzerinde 25 mm çap boyutunda rahatça ölçülebilen dairesel test görüntülerinin oluşturulabilmesidir. Ölçüm kolaylığı için ekran üzerine bir milimetrik kağıt yerleştirilip, bir mikrometrelili kumpas yardımıyla bu çap boyutları yüksek hassaslıkla ölçülebilir. Düzlemsel aynalarda, standart ve test ayna boyut farklılıklarının %5 fark diliminin içinde olması beklenmektedir.

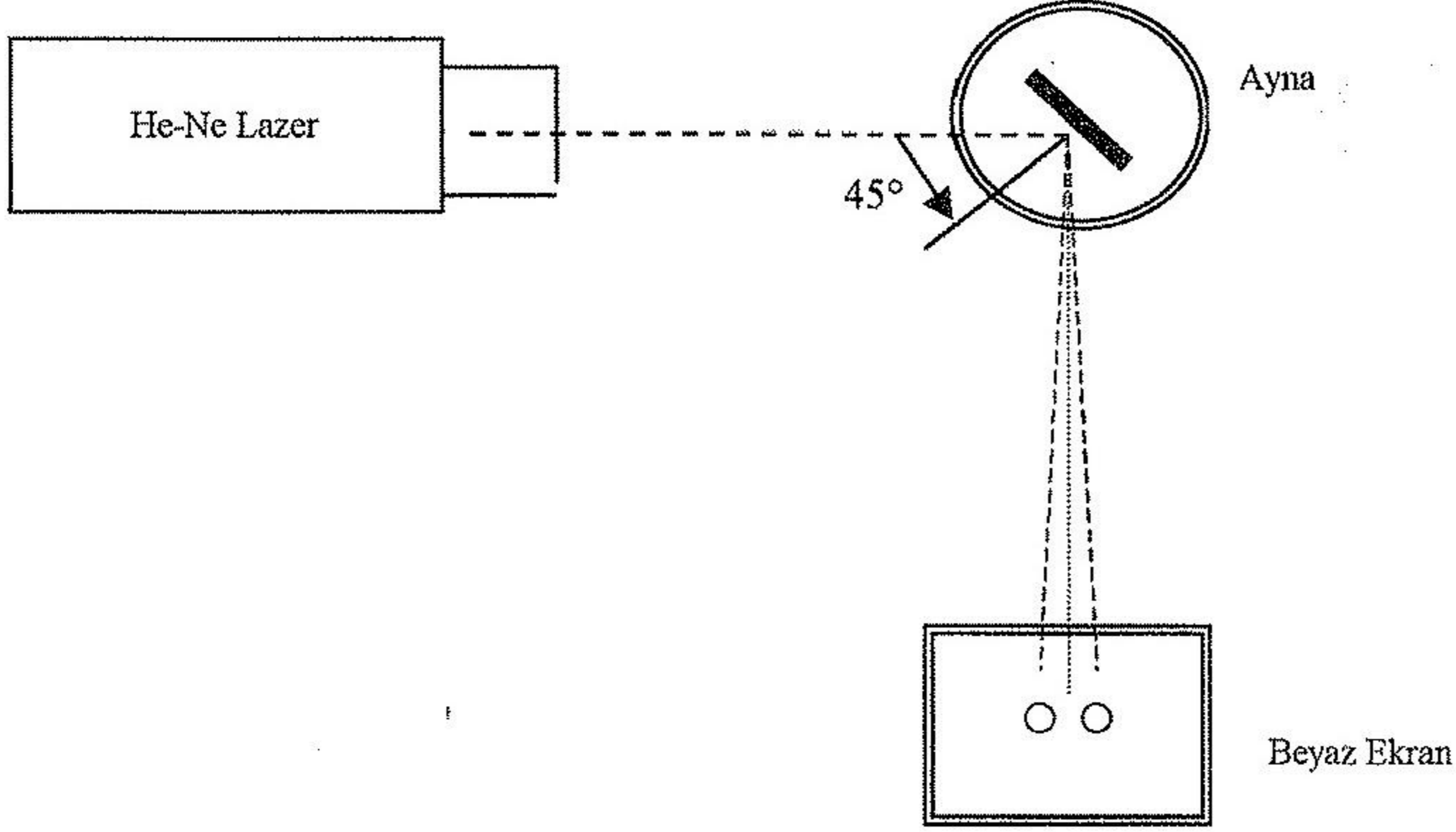
2.4.2. Konveks Aynalar

Konveks aynalar için test ölçümlerinde, standart düzlem ayna kullanılmadan yukarıdaki düzlem ayna optik bozunum test prosedürü takip edilir. Burada, ekran üzerinde test konveks ayna ile elde edilen dairesel görüntülerin delik çap boyutları kendi içinde birbiriyle karşılaştırılır. Yüzey boyunca homojen bir yarıçapa sahip konveks ayna görüntü boyutları %10'luk toleransla benzer dairesel şekiller oluşturacaktır.

2.5. Görüntü Bölme Testi

Ayna dış yüzü ve alt kaplama yüzeyinden yansımalarla oluşan etkinin uzak mesafelerde yarattığı görüntü sapmasının belirlenmesine ilişkin temel testtir. Oto aynalarının görüntü bölme (ayırma) testi, Helyum-Neon (He-Ne) lazer ışını kullanılarak, döner platform üzerine yerleştirilen test aynasından yansıyan iki görüntünün beyaz ekran üzerine düşürülmesi yöntemiyle gerçekleştirilir. Aynaya $45^\circ \pm 5^\circ$ derecelik görüş açısında gelip, iki ışın halinde yansıyan lazer ışığı yaklaşık 10 metre

mesafede bulunan ekran üzerine düşürülüp, ekranda oluşan iki dairesel görüntü arasındaki mesafe ölçülerek görüntü ayrılması hesaplanır. Şekil-3 'te şeması verilen bu düzende, düşük ışık sapmasına (divergence) ve düzgün ışın profiline sahip 2-3 mW güç değerindeki He-Ne lazerler kullanılır.

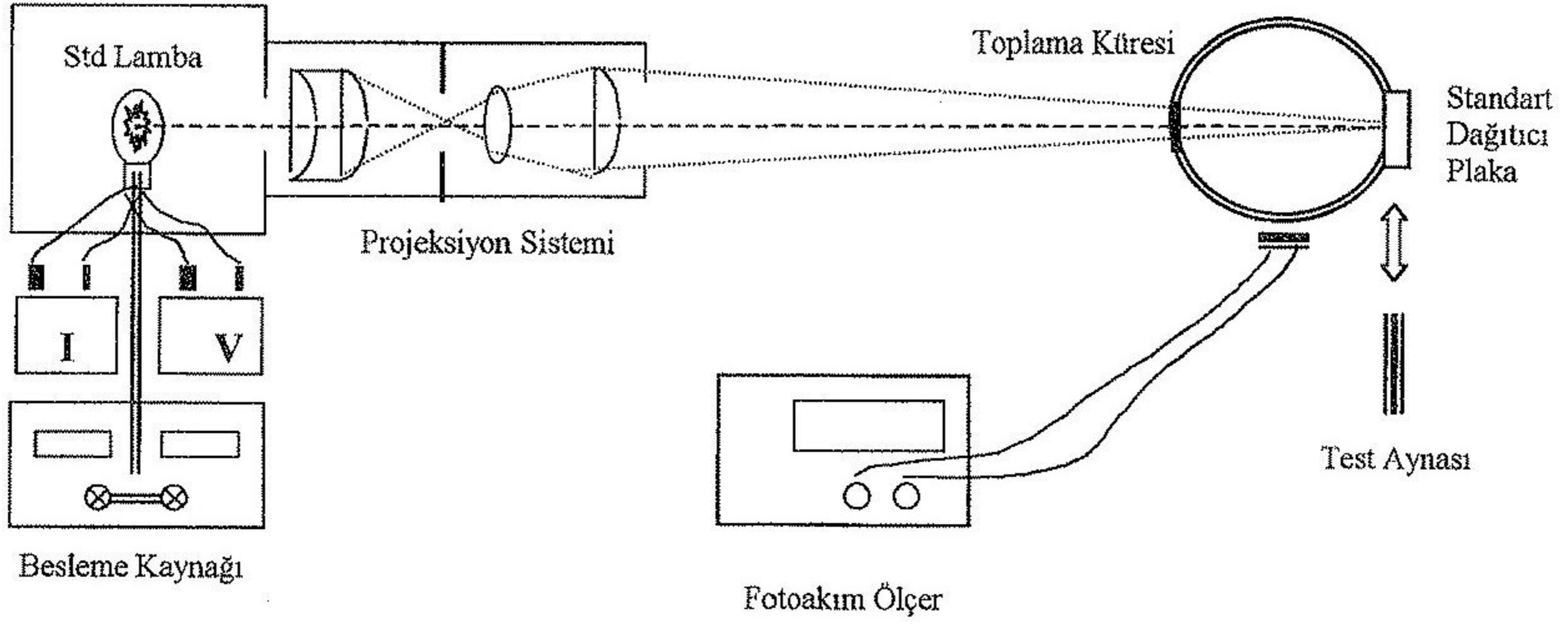


Şekil 3. Görüntü Bölme Test Düzeninin Blok Şeması

2.6. Difüzyon Katsayısı Ölçümü

Oto aynalarının beyaz ışığı saçma (dağıtma) miktarlarının uzaklıkla değişimi ilişkisini veren difüzyon katsayı değerini belirlemeye yönelik temel testtir [8]. Ölçüm, 2856 K renk sıcaklığında çalıştırılan CIE-A tipi beyaz ışık kaynağı ve toplama küresi düzeneği kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Şekil-4 'te verildiği gibi, projeksiyon düzeneği ile elde edilen ışık demeti ilk aşamada, toplam küresi içerisine odaklanarak, küre arka girişine yerleştirilen standart dağıtıcı plaka (diffuser) üzerine dik olarak düşürülür. Küre bu konumdayken standart silikon fotodiyot yardımıyla küre içerisinde okunan sinyal ana sinyal olarak kaydedilir. Sonraki aşamada standart dağıtıcı plaka çıkarılıp yerine test aynası takılarak, aynı işlem tekrarlanır. Test aynası varken ölçülen sinyal, ana sinyale oranlanarak buradan difüzyon katsayısı değeri elde edilir.

Genelde beklenen difüzyon katsayısı değeri % 1 'in altında olacağından hassas ölçümlere gereksinim duyulmaktadır. Bu ölçümler alınırken referans olarak kabul edilen standart dağıtıcının ideale yakın olması aranılan bir özelliktir. Standart dağıtıcının görevi, üzerine düşen ışığı her yöne doğru eşit olarak yansıtmasıdır. Ölçümlerde ayrıca, küre içine doğrudan ışık gönderilmeden ortam karanlık gürültü değeri de fotodedektörle ölçülmeli ve bu zemin gürültüsü ölçümlerde dikkate alınmalıdır.



Şekil 4. Difüzyon Katsayısı Ölçüm Düzeneginin Blok Şeması

2.7. Diğer Testler

Oto aynalarına yönelik test parametre ve yöntem örnekleri daha da artırılabilir. TS 7200 standardıyla aktarılan oto ayna görüş alan ve açılarının belirlenmesi, aynanın taşıt içindeki konum ve kullanımı test eden önemli bir karakteristiktir [9]. Ayrıca, özellikle konveks aynaların yapım ve kaplama özelliklerini yansıtan Ayna Eğrilik Yarıçapının Tayini testi, boyutsal optik ölçümler kapsamında gerçekleştirilebilen önemli ayna test örnekleri arasında sayılabilir.

SONUÇ

TÜBİTAK-UME Optik laboratuvarı tarafından, otomotiv sektöründe özellikle ayna karakteristikleri için ihtiyaç duyulan standart optik ölçümlere yönelik bir dizi test düzenegi ve ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Sıcaklık kontrollü karanlık odalarda özel set düzenekleri kurularak yüksek hassaslıkla gerçekleştirilen bu ölçümler, uluslararası izlenebilirliğe sahiptir. Fotometri kapsamında gerçekleştirilen ölçümlerin, otomotiv endüstrisi başta olmak üzere ayna ve cama ilişkin optik ölçümlere ihtiyaç duyulan birçok yurtiçi sanayi sektörüne yardımcı olması beklenilmektedir.

3. KAYNAKLAR

- [1] E/ECE 46: Dikiz aynaları ve bunların motorlu taşıtlara yerleştirilmesi ile ilgili standart gereklilikler.
- [2] TS 10851: Karayolu Taşıtları -Dikiz Aynaları- İç ve Dış. Nisan 1993
- [3] TS 5229: Cam Aynalar (Yapılarda Kullanılan). Nisan 1997
- [4] FIAT 7.D3150: Optical Characteristics, Test Procedures.
- [5] CIE: Commission Internationale de l'Eclairage, Kegelgasse 27, A-1030 Viyana - Avusturya
- [6] Anni Berger-Schunn, Practical Color Measurement, Wiley 1994.
- [7] D.L.MacAdam, Color Measurement, Springer-Verlag 1985.
- [8] TS 5322: Entegre eden kürelerle malzemelerin güneş spektrumundaki soğurma, yansıma ve geçirgenlik katsayılarını ölçme metodu. 1987
- [9] TS 7200: Karayolu taşıtları -Görebilirlik- sürücünün taşıt içindeki göz konumuna göre göz elipslerinin yerleştirilme kuralları. Mayıs 1989