

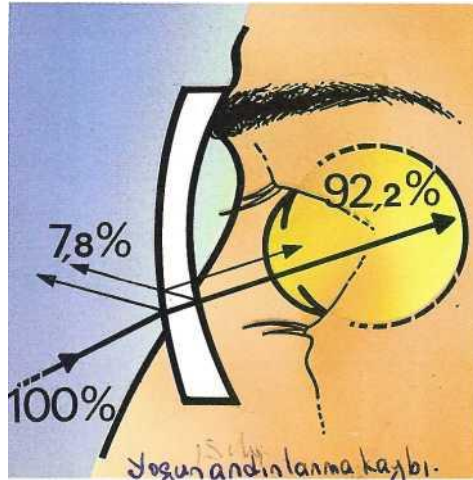
Ünite 10

ANTREFLE KAPLAMALAR

GÖZLÜK CAMLARINDA YANSIMA ÖNLEYİCİ KAPLAMALAR (AR, ANTI REFLECTION COATINGS)

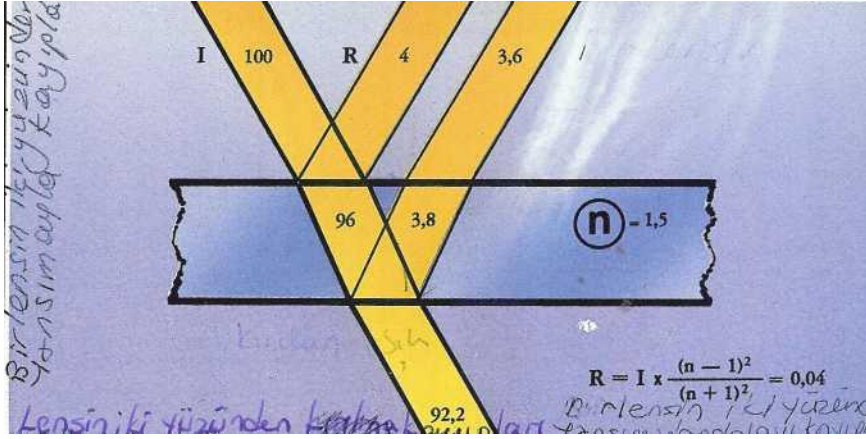
İki gereklilik yaklaşık yerine getirildiğinde çok katlı antirefle kaplamalar sayesinde, cam neredeyse görünmez olur. Bu sayede göz bölgesi daha doğal, görme ise daha net ve berraktır.

Işık az yoğun bir ortamdan (ör hava), daha yoğun ve saydam (örn: cam) ortama geçerken iki ortamdaki hızının farklı olmasından dolayı camdan ışığın büyük bir kısmı kırılarak geçer. Bunun yanında bir kısmı da YANSIMA yoluyla kaybolur. Normal, kaplamasız (antireflesiz) gözlük camlarında ışık geçirgenliği %92,2'dir. Camı iki yüzeyinden yansımaya yoluyla ışık kaybı %7,8'dir. Birinci yüzeyden %4, ikinci yüzeyden %3,8'dir.



Şekil(1)

Lensin iki yüzeyinden yansımaya yoluyla toplam ışık kaybı (%7,8)



Şekil (2)

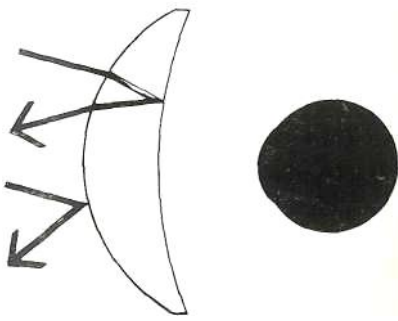
GÖZLÜK CAMLARINDA YANSIMALARIN MEYDANA GELİŞİ (FORMATION OF REFLECTIONS)

Lens göz kombinasyonu dikkate alındığında; gözle lens arasında üç yüzeyin bulunduğu görürüz. Bunlar lensin ön ve arka yüzeyi ile kornea yüzeyidir. Şartlara bağlı olarak bir lens üzerinde dört ayrı tipte yansımanın meydana geldiği bilinmektedir.

Bu yansımalar:

ÖN KISMA AİT YANSIMALAR (FRONTAL REFLECTIONS)

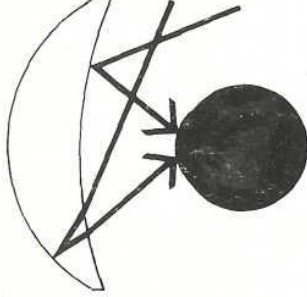
Ön yüzeye çarpan ışınların bir bölümü gözlemciye doğru yansır. Bu durum kozmetik görüntüyü bozar.. Bu tip yansımaya örnek olarak; televizyon kamerası önünde gözlük takan bir kişinin gözlüğünde meydana gelen yansıma gösterilebilir. Çok parlak olan stüdyo ışığı bu gözlük camında yansıma yaparak lensin arkasındaki gözleri görmemizi engeller. Başka bir örnek olarak da; çektirilen fotoğrafta, gözlükten yansıyan ışığın parlama yaparak kişinin gözlerinin görülmesini engellemesidir.



Şekil (3)

ARKA KISMA AİT YANSIMALAR (BACKWARDS REFLECTIONS)

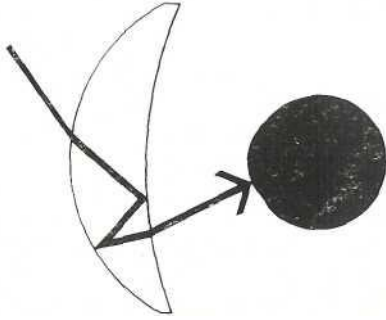
Gözlük kullanıcısının arkasından gelen ışığın bir bölümü lensin arka yüzeyinde yansıma yapar. Gece araba kullanılırken çok sık karşılaşılan bir durumdur



Şekil (.4)

İÇ YANSIMALAR (INTERNAL REFLECTION)

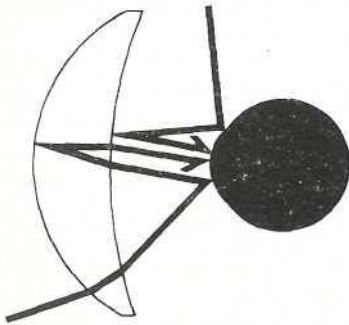
Lensin iki yüzü arasında ışık iç yansıma yapmaktadır



Şekil (5)

KORNEAL YANSIMALAR(CORNEAL REFLECTIONS)

Kornea yüzeyinden yansıyıp, lens yüzeyleri ile karşılaşan ışınların neden olduğu yansıma çeşididir



Şekil (6)

Yukarıda belirtilen yansıma çeşitleri hayal görüntülere neden olur ve görme keskinliğini düşürebilir. Bulanık görüş meydana gelir ve kontrastı düşürür. Dolayısı ile lensin optik performansını azaltır.

Küçük numaralı gözlük kullanıcılarında bile hayal görüntüler ve ışık yansımasından şikâyet eden duyarlı hastalar vardır. Çoğu zaman görme kalitesindeki bu azalma, hastanın yansımadan oluşan rahatsızlığından habersiz olmasıyla geçiştirilir. Bu yansımalar antirefle kaplamalarla azaltılabilir. Yansımanın önlendiği oranda, ışık geçirgenliği artar ve görüş kalitesi yükselir. Çok ilginçtir; yansıma önleyici kaplamalarla ışık geçirgenlik oranının az miktarda artırıldığı görünmesine rağmen, pratikte kullanıcıların görüşlerinin daha net ve göz yorgunluklarının da azaldığı belirtilmiştir.

KAPLAMA NEDEN İŞ GÖRÜR?

Bazı firmalar 3 ile 9 kat antirefleli lens üretmektedirler. Yeterlilik sayı ile ilgili olmayıp kullanılan kaplama materyalinin iyi seçilmesine, uygulanan tabakaların kalınlığına ve diğer tabakalarla birleşme kapasitesi ile ilgilidir. Antirefle kaplama işlemi çok büyük teknik, uzmanlık ve uygun bir kaplama materyali gerektirmektedir. Kaplama çizilmeye karşı dayanıklı ve istenen kalınlıkta olmalı, yansımalarda hoş görünmeyen renkler oluşmamalıdır. Bu özelliklerin oluşması, uygun kırma indeksli bir materyal seçimi ile mümkündür. **GÖZLÜK CAMLARININ, PRATİKTE TAMAMEN RENKSİZ, BAŞKA BİR DEYİŞLE %100 IŞIK GEÇİRGENLİK ÖZELLİĞİNDE KAPLANMASI MÜMKÜN DEĞİLDİR** Bu nedenle ister tek katlı, ister çok katlı antirefle kaplamalarda, önlenen yansımanın yanında mutlaka **ARTIK BİR YANSIMA** oluşacaktır.

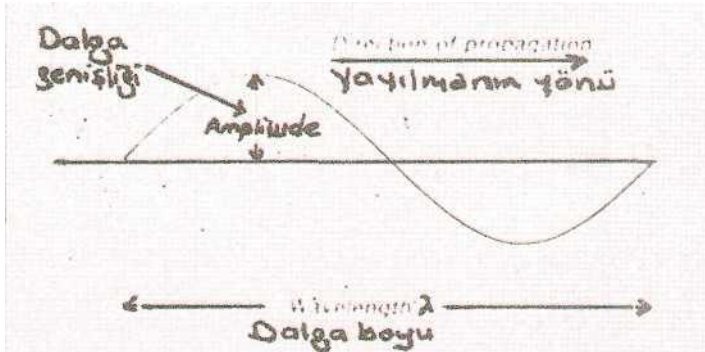
Antirefle kaplamalar için teorik olarak hesaplanan en uygun kırma indeksine (n:1,235) sahip pratikte gerçekten uygun bir materyal yoktur. Magnezyum florit bu değere en yakın olan malzemedir. (n:1,38) Antirefle kaplamalar için en yakın kırma indeksine (n:1,38) ve fiziki-kimyasal özelliklere sahip magnezyum florit'e başarılı uygulama ve kaplamanın cama mükemmel bir şekilde tespiti gerekmektedir.

Mg florit 'in 300–400 derecede buharlaştırılarak vakumla 10 üzeri eksi altı TORR basınçla camın üzerine tespiti işlemidir. Uygulamada camların yüzeyi kusurlarından kesin bir şekilde arındırılmalı, uygun solventlerle çok iyi temizlenerek toz ve diğer kirlere kurtarılmalıdır. Daha sonra yansıma önleyici kaplamaların uygulandığı vakum bölgesine yerleştirilir. **ÇOK KATLI KAPLAMALARDA HER BİR FARKLI**

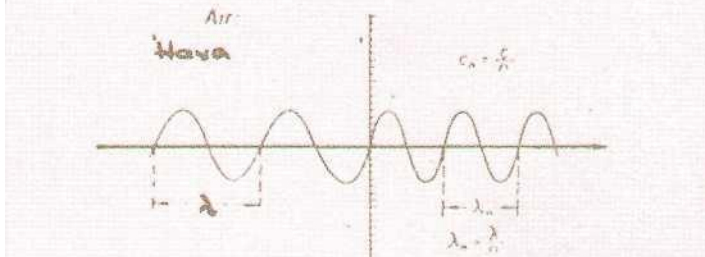
KAPLAMA ÇOK KESİN BİR KALINLIK DEĞERİNE ULAŞMAK ZORUNDADIR. En karışık teçhizatlar otomatik kullanma aletleri ve kaplama uygulanan her satıh'a özel ölçüm yapılacak şekilde tasarlanmıştır. Çok katlı kaplamalarda mineral camlar, pürüzsüz yüzeyinden, mükemmel kimyasal yapısından ve yüksek sıcaklıklara dayanma kapasitesinden dolayı en uygun materyaldir.

Bir lens yüzeyinin kendi kırma indisinden daha düşük kırma indisi olan bir film veya benzeri materyalle kaplanması suretiyle, yüzey yansımalarını azaltabileceği gözlenmiştir. Işığın kırılma ve yansıma gibi fiziksel özellikleri, ışık doğrular boyu yayılır prensibinden hareket edilerek geometrik optik ile izah edilir. Fakat girişim, kırınım gibi fiziksel özelliklerini geometrik optikle izah etmek mümkün değildir. Işığın dalga özelliği fizik optikle açıklanabilir

Işık kırma indeksi "n" ile gösterilen bir maddeden bir maddede hızı C_n ve dalga boyu havadakinden azdır renk değişmeden kalır (boşlukta ışığın hızı C_0 :299793km/sn)



ŞEKİL G Dalga boyu

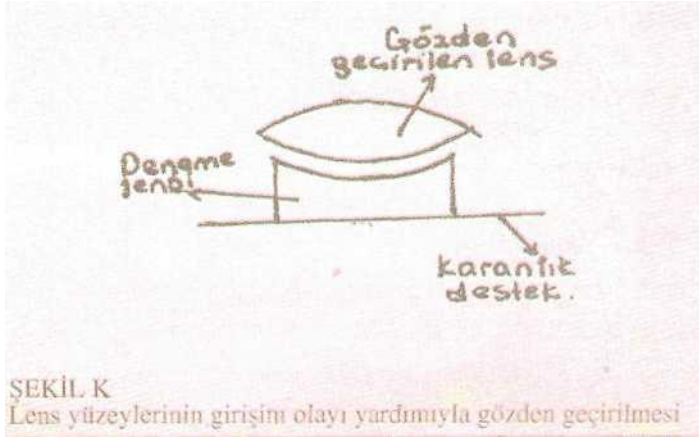


ŞEKİL H İki ortamın dalga geçiş yüzeylerinde dalga boyu ve hız değişimi

Şekil (7)

GİRİŞİM

İki ya da daha fazla dalganın boşlukta aynı anda ve aynı noktada karışması işlemi yada hareketidir Işık dalgaları ile parlak (TEPE+TEPE), karanlık (TEPE+ÇUKUR)bantlar yapısında gözlenebilir Bununla birlikte bu durum aynı ışık kaynağına ve aynı titreşim düzlemi ve sabit faz farkına sahip eş evreli dalga dizeleri için söz konusudur İki dalganın eşit dalga boyları iki tepe noktasının birbirine rastlamadığı zaman FAZ FARKI söz konusudur

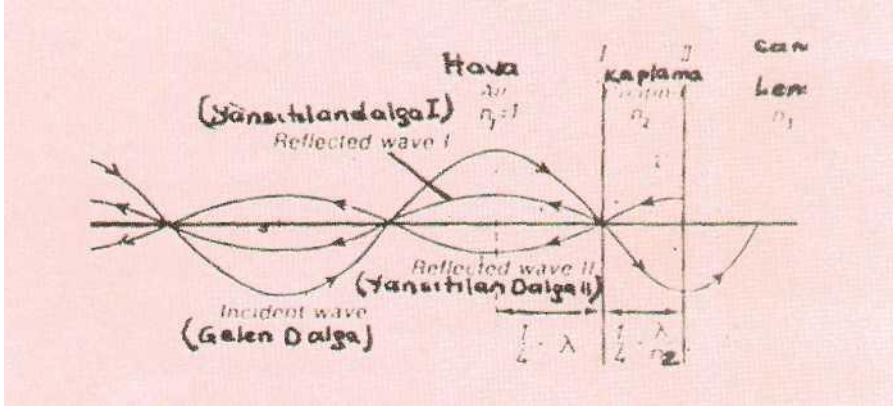


Şekil (8)

İki lens yüzeyi az bir aralıklı olarak yerleştirilip ışık verildiğinde iki lens arasındaki havanın kalınlığına bağlı olarak yansıtılan bu iki dalga dizesi girişime uğrar. Newton halkaları meydana gelir. Bitişik girişim saçakları ışığın dalga boyunun yarı kalınlığında bir farklılık göstermektedir. Eğer uyum iyi ise girişim saçakları birbirinden uzaklaşır ve netleştiği görülür.

YANSIMALARIN ÖNLENMESİ

Yansımaların azaltılması için lens yüzeyleri yaklaşık 100 nm kalınlığında yüksek vakumda ve emici katmam olmayan düşük kırma indeksli magnezyum floridle kaplanmaktadır. Vakum uygulamak kaplamanın hava ile bitişik kısmında kırma indeksi n_2 olduğunda ışığın iki dalga dizesi kaplamadan yansımaktadır. İki gereklilik sağlandığında lens (n_3) girişim yoluyla nötralize etmektedir. Yansımanın önlenildiği oranda ışık geçirgenliği artmıştır.



Şekil (9)

IŞIK GEÇİRGENLİĞİNİN ARTMASI ŞU İKİ TEMEL GEREKLİLİK İSTEMİ YERİNE GETİRİLİRSE MÜMKÜNDÜR

1)FAZ FARKI İSTEMİ –Bir dalga dizesinin tepe noktası (I),diğeri (II) çukur noktasına uymak zorundadır (tepe+çukur çakışmalıdır)Bu durumda antirefle kaplamanın gerçek kalınlığı (d) kaplamadaki dalga boyunun $\frac{1}{4}$ 'ü kadar olması halinde mümkündür (bir nanometre milimetrenin milyonda biri kadardır)

$$d = \frac{\lambda}{4n_2}$$

Sarı ve yeşil renkte gözün duyarlı olduğu dalga boyu =555nm alındığında; Mg florit kırma indeksi $n_2=1,38$ olarak alındığında

$$d = \frac{555}{4 \cdot 1.38} = 100\text{nm}$$

d= yaklaşık 100nm çıkar sarı yeşil renkte faz farkı olması için kaplamanın kalınlığı 100nm çıkar

2)YÜKSEKLİK İSTEMİ –İki dalga dizesinin yükseklikleri eşit olmalıdır.Bu durumda kaplamanın kırma indeksinin karesinin, lensin kırma indeksine eşit olması halinde mümkündür.

$$n^2=n$$

²³ Bu formülle hesaplanan TEORİK KIRMA İNDEKSİ $n^2 = 1.235$ olarak çıkar bu indekse uygun pratikte kaplama malzemesi yoktur bu indekse en yakın malzeme 1.38 kırma indeksli mg florit dir.

Pratikte bir lens üzerine tek bir kaplama tespit işlemi ile bütün yansımaların önlenmesi mümkün değildir. Bunun iki nedeni vardır Faz farklılığı sadece aynı dalga boyundaki dalgaların iki seri oluşturması ile gerçekleşmektedir. Görünür ışık mono kromatik olmadığı için spektral alan içinde çıplak gözün en fazla duyarlı davrandığı sarı yeşil (555nm) tercih edilmektedir.

Her bir yüzeye bir tek katlı antirefle mg florit kaplanması uygulandığında ARTIK YANSIMANIN rengi mavi 'dir Çok katlı (multicoating) düşük artık yansımanın rengi açık mordur. İdeal sonuç için gereken içeriğin az miktar fazlasında, artık yansımanın rengi EFLATUN olur(Eflatun Kırmızı ve mavi rengin karışımıdır)

Tek katlı kaplamalarda ışık transmisyonu %96, çok katlı kaplamalarda %99,5 dur.

En mükemmel kaplamalarda bile daima az(düşük) miktarda artık yansıma cam yüzeyinde mevcuttur. Yukarıda iki gereklilik yaklaşık olarak çok katlı kaplamalarla mümkündür Çok katlı kaplamalarda temel prensip, daima artık yansımanın giderilmesi işlemidir. O zaman çeşitli dalga boyları için girişim olayı ile karşılaşılmaktadır. Gerçekte genişliği sıfır olan yansıtılan dalgaların bir final serisinin nasıl hesaplandığı son derece karmaşık hesaplamalarla belirlenebilmektedir Bu kaplamaların her biri yansıtılan dalgaların bir serisini oluşturmaktadır. Seri halindeki dalgalar kendilerine ait olan fazın dışındadırlar. Bu nedenle birçok girişime yol açmaktadır ve bu sayede önlenen yansıma ile ışık geçirgenliği artırılmaktadır

ANTİREFLE KAPLAMA YAPILMIŞ GÖZLÜK CAMININ AVANTAJLARI

1)Kaplama camın optik performansını artırır. Yansımanın azaltılması sonucunda ışık geçirgenliği artacak ve görüş kabiliyeti yükselecektir Daha iyi bir görüş elde edildiği için bilgisayar, TV ve benzeri ekranlı cihazlarda kontrastlık (karşıtlık) sağlar. Görüntü ve sembollerin net ve ayrıntıları ile algılanmasını temin eder.

2)Gece araç kullananlar, ışık yansımasından rahatsız olurlar. Loş aydınlatmada karşıdan gelmekte olan araçların far ışıkları gibi parlak nesnelere çift imaj görüntüsü yaratır. Yansımalar yüzünden çoğu durumda sürücünün mesafe algılanması ve diğer

görüntülerin algılanması ile ilgili faktörlerde de olumsuz etkilenir AR kaplamalarla net bir görüntü sağlanır ve gece yolculuğu daha güvenli ve zevkli hale gelir Otomobil sürüleri tarafından, yol güvenliğini artırdığı için tercih edilmektedir



Driving at dusk without AR lenses (left) and with AR lenses (right).

(sol resimde) gece trafikte araç kullanırken kaplamasız gözlük camları ile görüntü algılanması, sağda yansıma önleyici kaplamalı gözlük camları ile görüntünün algılanması

3)Kozmetik olarak avantajı ise kullanıcı AR kaplamalı gözlük camları ile daha alımlı ve farklı olur.

4)Yüksek indeksli gözlük camlarında yansımalar daha fazladır ve bu lenslerin mutlaka AR kaplamalı olması gerekir.

5)AR kaplamalar basit kimyasal solüsyonlara karşı dayanıklıdır. (Alkol, kolonya, aseton vs) Ter, limon suyu ve parfüm kaplamayı bozar. Böyle bir temasta camlar su ile yıkanmalıdır AR kaplamalı camların çok çabuk kirlendiği izlenimi de yanıltır. Çünkü ışık geçirgenliğinin fazla olması normal, camlarda yansıma ile görünmeyen kirlerin görünmesine ve belirgin hale gelmesine neden olur. AR kaplamalı gözlük camları kaplamasız camlar gibi temizlenebilir su ile yıkanıp pamuklu bir malzeme ile silinebilir. **Gözlük kullanıcıları daima yeni gözlüğü ile iyi bir görünümde olmak ve en iyi görüşü elde etmek isterler.** İki gereklilik yaklaşık yerine getirildiğinde çok katlı kaplamalar sayesinde cam nerdeyse görünmez olur. Bu sayede göz bölgesi daha doğal, görme ise daha net ve berraktır Gece araç kullanırken,bilgisayar kullanırken,güneş gözlüğü takarken,spor aktivitelerinde, daha detaylı ve net görmeyi gerektiren mesleklerde(polis,pilot Vb) Ar kaplamalı gözlük camları çok yararlıdır. Günümüzde Antirefle kaplama tüm lens formları için önerilmekte ve tavsiye edilmektedir. Antirefle kaplama camın optik performansını artırır, estetik avantaj sağlar.