

AYDINLATMADA TEMEL BİLGİ ÖZETİ

IŞIK ve MADDE

IŞIK

Işığın tanımlamak için önce ışınım teriminin tanımını vermek gerekir. Işınım, parçacıklar ya da elektromanyetik dalgalar biçiminde yayımlanan ya da taşınan enerji (*enerji*) dir. Bu enerji parçacıklarına **foton** denir.

Dalga boyları belli sınırlar arasında bulunan değişik ışınım türleri vardır. Örneğin, gamma ışınları, x ışınları, ısı ışınları vb. gibi. Bunlar arasında dalga boyu 380 nm (*nanometre*) ile 780 nm arasında bulunan ışınlar, insan gözünü etkiler ve görme olayını oluşturur. Bu ışınlar **IŞIK** adını alır.

(*nm, metrenin milyarda biri, milimetrenin milyonda biridir.*)

Bkz. Ek-1

380 nm ve 780 nm arasında dalga boyu olan ışınlar, dalga boylarına göre gözü farklı biçimde etkiler. Bu ışınlar tek tek ya da ufak aralıklardan oluşmuş biçimde iseler, gözde renk duyulanması oluşturur. Örneğin 485 nm dalga boyunda bir ışınım ya da 480 - 490 nm'ler arasında dalga boyu olan ışınlar birlikte, gözde mavi duyulanması, 670 nm dalga boyunda ya da 665 -675 nm' ler arasında dalga boyu olan ışınlar birlikte, gözde kırmızı duyulanması oluşturur. Yani, ışığı oluşturan ışınlar, 380 nm'den 780 nm'ye doğru değişen dalga boylarına göre, gözde, mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızıya doğru sürekli değişen renksel izlenimler oluşturur.

Bkz. Ek-2

Tek dalga boyu olan ışıklara ya da dalga boyu çok ufak sınırlar içinde bulunan ışıklara **TEK RENKLİ** (*monokromatik*) ışık denir. Birçok tek renkli ışığın birlikte bulunmasından beyaza yakın, ışıklar elde edilir. En az iki tümler tek renkli ışık ile ya da daha fazla tek renkli ışıkların özel karışımları ile tam beyaz ışık elde edilebilir. Doğal ya da yapay ışık kaynaklarının yayımladıkları ışıkların hemen hiç biri tam beyaz renkte değildir.

(*Tümler renkler, ışık karışımında beyaz ışık elde edilebilen renklerdir. Örneğin mavi (490 nm) ile sarı (600 nm) ya da mor (480 nm) ile yeşil (580 nm)) gibi*

Göze gelen ışığa bağlı renksel izlenim konusu, yüksek matematik bilgisi gerektiren kuramsal bir konudur ve bu seminerde yer alamaz.

Bir ışınım kaynağından ayrılan fotonlar doğrusal bir yol izler. Bu doğrusal yörünge, boşlukta ya da havada, konumuzu ilgilendiren uzaklıklarda değişmez. Daha kısa anlatımıyla ışık, kaynağından çıktığı doğrultudaki doğrular boyunca yayılır. Işık, nicel olarak ele alındığında, **ışık akısı** terimi kullanılır. Bu, elektrikteki elektrik akımına benzer bir kavramdır.

Işık terimi yerine **ışın** terimini kullanmamak gerekir. Işın, ışık ile ilgili bir terim değildir. Geometrik bir anlamı vardır. Tek bir doğrultuda yayılan ışık için ışık ışını denebilir.

Işık akısının simgesi Φ , birimi lümen (lm) dir. Işık, düştüğü alanda simgesi (E) olan ve **aydınlık düzeyi** denen büyüklüğü oluşturur. Aydınlik düzeyinin birimi **lümen bölü metrekafe** (lm/m²) dir. Bu birim çok kullanılan fakat bilimsel olarak önerilmeyen **lüks** (lx) birimi ile eşanlamlıdır. Yani $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$ dir.

Noktada aydınlık, kuramsal olarak sonsuz küçük bir alana düşen ışık akısının o alanın yüzölçümüne bölümüdür. Pratikte, bir aydınlık ölçerin (*lüksmetrenin*) fotoseli yeterince ufak bir alandır ve bu nedenle aydınlıkölçer ile yapılan aydınlık ölçmelerinde elde edilen aydınlık düzeyi, noktada aydınlık olarak kabul edilebilir.

Uygulamada noktada aydınlıktan çok daha önemli bir kavram, **ortalama aydınlıktır**. Ortalama aydınlık, belli bir alana düşen ışık akısı hesaplanıp, düştüğü alanın yüzölçümüne bölünerek bulunur.

Belli bir alanda oluşan ortalama aydınlık düzeyi ölçmelerle de bulunabilir. Örneğin dikdörtgen bir alan, ufak (~50 50 cm, ~100 100 cm) karelere bölünüp bu karelerin ortalarındaki aydınlık düzeyleri ölçülerek toplanıp kare sayısına bölünürse, o alandaki ortalama aydınlık düzeyi yeterli bir yakınlık ile bulunabilir.

Aynı biçimde, karelerin alanları biliniyorsa, aydınlık düzeyi ölçmelerinden, her bir kareye düşen ışık akısı bulunabilir ($E = \text{lm/m}^2$ $\text{lm} = E \cdot \text{m}^2$) ve bunlar toplanarak tüm alana düşen ışık akısı ve burdan da alandaki ortalama aydınlık düzeyi bulunabilir.

Ortalama aydınlık düzeyinden söz ederken, bunun hangi düzlem üzerinde olduğu da kesin bir biçimde belirtilmelidir. Bu düzlem, ışık akısının düştüğü düzlemdir, ve önemli olan bu düzlem alanı içine düşen ışık akısının kaç lümen olduğudur. Yani bu akının düzleme dik ya da eğik doğrultuda gelmesi aydınlık düzeyi hesabı ile ilgili değildir. Bu konular birbirine karıştırılmamalıdır.

Bu yazıda, silindirsel ve küresel yüzeylerdeki ortalama aydınlık düzeyi, konu dışı bırakılmıştır.

Işık, başka tür bir erkeyi (*enerjiyi*) ışınım erkesine dönüştürerek yayımlayan kaynakların yayımladığı ışınımın, yukarda açıklanan bölümüdür. Bu tür bir kaynağa **birincil** (*primaire, primary*) **kaynak** denir. Büyük oranda ışık yayımlayan bu tür kaynaklara ise birincil ışık kaynağı, ya da kısaca **ışık kaynağı** denir. Işık kaynaklarının çok büyük bir bölümü, ışıkla birlikte, mor ötesi ve kızılaltı ışınım da yayımlarlar.

Birincil ışık kaynaklarından başka bir de ikincil (*secondaire, secondary*) ışık kaynakları vardır. Bu konu daha sonra ele alınacaktır.

Işık kaynakları maddesel varlıklardır. Kuramsal (*teorik*) olarak boyutsuz yani noktasal bir ışık kaynağı düşünülduğünde, bunun **tüm doğrultulara** eşdeğer ışık akısı yayımlayacağı düşünülebilir. Bu tür kaynaklara **izotrop** (*tekdüze - her yönde aynı*) **kaynak** denir. Boyutlu, yani gerçek ışık kaynakları arasında da, örneğin güneş gibi, izotrop özelliği olanlar, ya da buna çok yakın özellik gösterenler vardır.

Bugün, kullanılmakta olan ışık kaynakları genelde izotrop özellik göstermez. İzotropluk özelliği ile noktasal kaynak kabul edilebilir olma özelliği birbirine karıştırılmamalıdır. Çünkü, kaynak ile ışık yolladığı yüzey arasındaki uzaklığa oranla boyutu, ölçme ve hesaplarda, önemsenemeyecek derecede küçük olan kaynaklar da, pratikte noktasal kaynak olarak ele alınır, fakat bir ışık kaynağının, küçüklük, uzaklık gibi nedenlerle pratikte noktasal kaynak kabul edilebilmesi, onun bu durumda izotrop kaynak kabul edilebileceği anlamına gelmez. Çünkü izotrop olma özelliği boyut ve konumla ilgili değil, doğrudan doğruya kaynağa bağlı bir özelliktir.

Bir ışık kaynağının ışıma özellikleri ile, yayımladığı ışığın niceliği arasında sayısal ilişki kurabilmek için, kuramsal belli kabuller yapmak zorunludur. Buna göre noktasal izotrop bir ışık kaynağı, çapı bir metre olan bir kürenin merkezinde düşünüldüğünde, bu kaynak kürenin iç yüzünde bir lm/m² aydınlık oluşturuyorsa, kürenin iç yüzeyinde her metrekareye bir lm ışık akısı yolluyor demektir.

Bkz. Ek-3

Bir m çapındaki kürenin iç yüzeyi 4 m² (=12.57 m²) olduğuna göre bu kaynak 4 lm (~12.57 lümen) ışık akısı yayımlıyor demektir. Tanım gereği böyle bir kaynağın ışık yeğlinliği (*ışık gücü*) bir **kandeladır**.

Bu tanımdan yola çıkarak, eğer bir ışık kaynağı bir doğrultuda bir metre uzakta bu doğrultuya dik bir düzlem üzerinde (1 lm/m²) aydınlık oluşturuyorsa, o ışık kaynağının o doğrultudaki **ışık yeğlinliği** bir kandeladır denebilir.

Doğaldır ki, ışık kaynağı bir metre uzakta bir 1 lm/m² değil de örneğin 5 lm/m² aydınlık oluşturuyorsa, kaynağın o doğrultudaki ışık yeğlinliği 5 kandeladır. Çünkü ışık akıları ve aydınlık düzeyleri toplanabilir büyüklüklerdir.

Bu tanım ışık kaynağının izotrop olmasına bağlı değildir. Buna göre, izotrop olan ya da olmayan herhangi bir kaynağın değişik doğrultulardaki ışık yeğlinlikleri o doğrultulara dik düzlemlerde bir lüksmetreyle ölçülebilir ve o doğrultulardaki ışık yeğlinliği bulunabilir.

Noktasal sayılabilecek bir kaynaktan çıkan ışık akısı, aydınlatacağı yüzeyin uzaklaşması ile değişmeyecek fakat yüzey, uzaklığın karesi ile büyüyecek, dolayısı ile oluşan aydınlık ta uzaklığın karesi ile azalacaktır. Bu nedenle aydınlık ölçmeleri, bir metre uzaktan değil daha uzaktan yapılabilir ve bir metre uzaktaki aydınlık düzeyi, dolayısı ile o doğrultudaki ışık yeğlinliği hesaplanabilir. Işık kaynağının noktasal sayılabilmesi için, bu ölçmelerin olabildiğince uzaktan yapılmasına özen gösterilmektedir.

Yukarıda açıklanan yöntemle herhangi bir ışık kaynağının, ışığını yolladığı tüm doğrultulardaki ışık yeğlinlikleri ölçülebilir. Bu ölçmelere gonyofotometrik ölçme (*açılı ışıkölçme*), bu ölçmeyi yapan aletlere de gonyofotometre (*açılı ışıkölçer*) denir.

Böylece, dört ışıkölçümsel (fotometrik) büyüklükten üçü,

Işık akısı () ve birimi lümen (lm)

Aydınlık düzeyi (E) ve birimi lüks ($lx=lm/m^2$)

Işık yeğinliği (I) ve birimi kandela (cd)

arasındaki ilişkiler, pratiğe dönük olarak yeterince açıklanmış olmaktadır.

MADDE

Saydam (*şeffaf*) ya da saydam olmayan madde yüzeylerine gelen ışığın ne olduğu, uğradığı belli değişimlerin, hangi etkenlere bağlı olduğu konusu, başlıkta bulunan iki temel konudan biridir.

Pratikte, kimi özdeklerin saydam olmadığı kabul edilir. Aslında saydamlık, belli bir kalınlığı olan bir gereçin, (*malzemenin*) örneğin taş, tahta, kağıt, karton, metal, cam ve benzeri bir levhanın kalınlığına ve maddesel yapısına bağlıdır.

Normal kalınlıkta bir kağıt, ışığı bir oranda geçirir. Maddesel yapısı aynı olan, kalın bir karton, kalınlığından ötürü, ışığı geçirmez. Bir santimetre kalınlıkta bir ahşap levha ışığı geçirmez. Aynı ahşaptan yarım milimetre kalınlığında elde edilen parçalar, inceliğinden ötürü ışığı bir oranda geçirir. Bir santimetre kalınlıkta granit levha ışığı geçirmez. Aynı kalınlıkta su mermeri, maddesel yapısından ötürü ışığı bir oranda geçirir.

Bu sonuçlarla ilgili nedenlerin bilinmesi kimi durumlarda önemli olabilir. Bu bakımdan burada biraz ayrıntıya girilecektir.

Bir yüzeye gelen ışık akısı (*foton tanecikleri*) **genelde** ikiye ayrılır; Bir bölümü yüzeyden içeri girmez ve yansır, buna **yüzeyde yansıma** denir, öteki bölümü yüzeyden içeri girer ve burdan geri yayındırılabilir, buna da **hacimde yansıma** denir.

Işığın madde yüzeyine geliş açısına göre ve yüzey altındaki maddesel yapıya göre yüzeyde yansıma ve hacimde yansıma oranları değişir.

Yüzeyden giren ışık akısının girebildiği derinlik eğer levha kalınlığından fazlaysa, madde içinde yutularak azalmış (*ısı erkesine dönüşmüş*) olan ışık akısından geri kalan, levhanın öte yanından çıkar. Bu durumda levha, az ya da çok saydam görünür. Eğer ışık akısının girebildiği derinlik levha kalınlığından azsa, ışık, levhayı geçemez ve yüzeyden giren ışık akısının tümü levha içinde yutulur ve geri yayındırılır, levha, ışığı geçirmemiş olur.

Bir yüzeyden yansıyan toplam ışık akısında mutlaka azalma olur. Çünkü bu akının bir bölümü yüzeyde, bir bölümü hacimde yansıyacaktır. Hacimde yansıyacak bölüm madde içine girmiş olduğundan bir oranda yutulacaktır. Onun için bu durumlarda hiç bir zaman yüzeyin yansıtma çarpanı (*yansıyan ışığın gelen ışığa oranı*) %100'e yaklaşamaz, en çok, yaklaşık %0.91~0.92 olabilir.

Değişik maddelerden oluşmuş gereçlerin (*malzemenin*) yansıtma, geçirme ve yutma çarpanları kaba bir biçimde çizelgelerde verilmiştir. Bu çarpanlar, ışıkölçme laboratuvarlarında büyük bir yakınlıkla ölçülür.

Bkz. Ek-4

Bir yüzeyden yansıyan **ışığın doğrultusal yapısı**, yani tek bir doğrultuda mı yansıdığı, yoksa sonsuz doğrultuya dağılarak mı yansıdığı, sonsuz doğrultuya dağılarak yansıdı ise bu doğrultulara dağılan ışık ışınları arasında ne gibi bir ilişki olduğu ve benzeri doğrultusal yapı özellikleri uygulamada çok büyük önem taşır.

Işığın geldiği yüzey tamamen pürüzsüz, durgun su yüzeyi gibi ya da parlatılmış bir metal yüzeyi gibi ise, ışık bu yüzeyden, yüzeye geldiği doğrultuyla ilgili **tek bir doğrultuda** yansır. Buna **düzgün yansımaya** denir. Işığın düzgün yansıtan yüzeyin düzlem olması gerekmez. Silindirselsel, küresel, iç bükey, dış bükey ya da tanımlanamayan herhangi bir yüzey olabilir. Örneğin, ışığı düzgün yansıtan parlak alüminyum bir folyo buruşturulursa, düzgün yansıtma özelliği değişmez. Çünkü buruşmuş folyo parçacıkları ışığı değişik doğrultulara yansıtırsa da bu doğrultuların sayısı buruşturma sonucu oluşmuş parçacık sayısı ile ilgilidir, sonsuz değildir. Bir yüzeyin gelen ışığı sonsuz doğrultuya dağıtarak yansıtması için yüzey püzürlerinin çok daha ufak, gözle görülemeyecek kadar ufak olması, tüm yüzeyi kaplamış olması, ve yüzeyin parlak görünmemesi gerekir.

Işığın sonsuz doğrultuya dağıtarak yansıtan yüzeylere **mat yüzey** ya da **donuk yüzey** denir. Donuk yüzeylerden yansıyan ışık **yayınarak** yansır. Bu tür yansımaya **yayınık yansımaya** denir. Parlak yüzeylerle donuk yüzeyler arasında değişik oranda parlaklığı olan (*ipeğimsi parlaklık*) yüzeyler de vardır. Bir de iki tür yansımayı birlikte yapan yüzeyler vardır. Eğer donuk bir yüzey düzgün yansımaya yapan bir katmanla kaplı ise (*cila gibi*) ışık burdan düzgün yansımaya yapar ve bu katmanı geçip donuk yüzeyden de yayınık yansımaya yaparak yansır. Bu tür yansımaya **karişik yansımaya** denir.

Bkz. Ek-5

Işığın bir levhayı geçmesinde de konu benzerdir. Cam gibi düzgün geçme, kağıt ve yayındırıcı gereçler gibi yayınık geçme, ve hafif kumlanmış cam gibi karişik geçme durumları da Ek-5 de verilmiştir.

Bir yüzeyden yansıyan ışığın **niceliği** (*azlığı çokluğu*) da yüzeyin özelliklerine göre değişir. Yüzey, gelen ışığın büyük bir bölümünü (%60~80) yansıtıyorsa, o yüzeyden göze fazla ışık gelir ve yüzey açık renkli görünür. Yüzey, gelen ışığın ufak bir bölümünü (%10~30) yansıtıyorsa yüzeyden göze az ışık gelir ve yüzey koyu renkli görünür.

Değişik yüzeylerin **yansıtma çarpanları**, yani yüzeye gelen ışığın yüzeyden yansıyan oranı, yaklaşık %4 ile %90 arasında değişir. Bu oranın yansımaya biçimi ile ilgisi yoktur. Yani yansımada (*ve geçmede*) biçim ve oran birbirinden tamamen bağımsızdır. Yayınık yansımaya yapan bir yüzeyin yansıtma çarpanı, örneğin %10 da olabilir, %80 de olabilir. Düzgün yansımaya yapan bir yüzey için de durum aynıdır. Parlak yüzeylerin (*düzgün yansıtma yapan yüzeylerin*) ışığı daha büyük oranda yansıttığı gibi yanlış bir düşünce oldukça yaygındır ve uygulamada zararlı olmaktadır. Konu hem yüzeylerin görünürlüğü, hem de ışıklılık kavramı ile ilgilidir.

Yüzeylerin görünürlüğü, daha genelde çevrenin görünürlüğü, ve temelde doğrudan doğruya **görünürlük** olgusu, aydınlatmada büyük önem taşır ve bu özelliğin neye bağlı olduğu, bilinmesi gereken bir konudur.

Tüm görsel algı, göze gelen ışığın taşıdığı bilgiye bağlıdır. Bu bilgi ne denli doğru, ne denli zengin ve eksiksiz olursa, görsel algı da o oranda doğru ve eksiksiz olur.

Düzgün yansıma yapan bir yüzeye, belli bir doğrultuda gelen ışık, bu doğrultunun, yüzeyin normali ile yaptığı açıya eşit bir açıyla yansıyarak belli bir doğrultuya gider. Bu durumda, bir kaynaktan çıkıp bu yüzeye gelen tüm ışık ışınlarından yalnızca biri yansıyarak göze gelir ve göz tüm yüzeyde yalnızca o yansıma noktasından ışık alır. O noktadan göze gelen ışık ise, ışık kaynağından gelenin bir benzeridir. Yani göz, o noktada ışık kaynağının görüntüsünü görür. Eğer birden fazla ışık kaynağı söz konusu ise, birden fazla ışık kaynağı görüntüsü oluşur.

Bir ışık kaynağından gelen ışık, eğer donuk yani tam yayımlık yansıma yapan bir yüzeye gelirse, ışığın geldiği bu yüzeyin **her noktası**, ışığı **sonsuz doğrultuya** dağıtarak yansıtır. Bu da yüzeyin her noktasından göze ışık gelmesi sonucunu doğurur. Yani, yüzey tümüyle görünür olur.

Bkz.Ek- 6

Tam mat yüzeyin (*Lambert yüzeyi*) görünürlüğü tamdır. Tam mat yüzeyle tam parlak yüzey arasında, grafikten anlaşılacağı gibi, değişik görünürlük değerleri yer alır. Karışık yansıma yapan bir yüzeyde ise, hem yüzey, hem de ışık kaynağı görüntüsü algılanır.

Parlak yüzeylerin ışığı daha fazla yansıttığı yanığı, bu yüzeylerde ışık kaynağı görüntüsünün oluşması sonucudur. Işık kaynağı görüntüsünün böyle bir yanığıya neden olması, ışıklılık denen ışıkölçümsel (*fotometrik*) büyüklükle ilgilidir.

Işıklılık terimi, Türkçe'de, kararlılık, akıllılık, tutarlılık, bağımlılık, bakımlılık, yararlılık ve benzerleri gibi, belli bir özelliğin var olduğunu belirtir. Yani, nasıl akıllılık, akıllı olma durumunu, bakımlılık, bakımlı olma durumunu anlatıyorsa ışıklılık ta ışıklı olma durumunu anlatır. Işıklı olma, bir maddenin, ürettiği ışık akısını çevresine yayımlar durumda, ondan ışık gelir durumda olması, yani ışınması, ışıklı görünmesi, ya da yine bir özdeğin, ürettiği değil de aldığı ışık akısını yansıtma ve ya da geçirme yoluyla çevresine yayımlar durumda, ondan ışık gelir durumda olması yani ışınması, ışıklı görünmesi anlamına gelir. Bu tür özelliği olan maddeler, genelde **ışık kaynağı** olarak adlandırılır.

Başka bir tür erkeyi ışık erkesine dönüştürerek yayımlayan maddelere **birincil ışık kaynağı**, ışık üretmeyen, yalnızca aldığı ışık akısının en az bir bölümünü çevresine yayımlayan maddelere de **ikincil ışık kaynağı** denir.

Işıklılık, birincil ve ikincil ışık kaynakları ile ilgili ışıkölçümsel büyüklüğün adıdır. **Tanım olarak ışıklılık**, pratikte, bir kaynağın belli bir doğrultudaki ışık yenginliğinin, kaynağın o doğrultudan görünen alanına bölümü gibi tanımlanabilir. Bu tanımdan, ışıklılık biriminin cd/m^2 olduğu çıkarılır. Kuramsal tanıma göre de ışıklılık birimi cd/m^2 'dir.

Birincil ışık kaynaklarının ışıklılığı ile ikincil ışık kaynaklarının ışıklılığı arasında ilginç bir ayrım vardır. Daha kolay anlaşılır olan, tam düzgün yansıma yapan parlak yüzeylerin ışıklılığıdır. Bu yüzeylerde birincil ışık kaynağının görüntüsü algılanır. Bu görüntünün ışıklılığı, parlak yüzey, gelen ışığın bir bölümünü yansıtacağından, birincil ışık kaynağının ışıklılığının, parlak yüzeyin yansıtma çarpanı ile çarpımına eşittir. Aynı biçimde, tam düzgün geçirme yapan saydam gereçlerdeki görüntünün ışıklılığı da, birincil ışık kaynağı ışıklılığının saydam gerecin geçirme çarpanı ile çarpımına eşittir.

(Burda yüzeyler düzlem olarak düşünülmüştür. Daha önce de açıklandığı gibi, düzlem olmayan yüzeyler çok özel durumlarda söz konusu olduğundan konu dışı bırakılmıştır.)

Tam yayınlık yansıma yapan donuk (*mat*) yüzeylerde, bu yüzeylere ışık yollayan birincil ışık kaynaklarının görüntüsü oluşmaz. Bunun yerine, tüm yüzey görünür durumda olur. Yani tüm yüzeyden göze ışık gelir. Yüzeyin yayınladığı bu ışık akısı, yüzeye gelen ışık akısının, yüzeyin yansıma çarpanı ile çarpımına eşittir. Yüzeyin belli bir alanı (m^2) olduğu ve, bu yüzeye de belli bir ışık akısı (lm) geldiği düşünülürse, yüzeydeki ortalama aydınlık düzeyi (lm/m^2), yüzeyin yansıma çarpanı (r) ile çarpıldığında (rlm/m^2), yüzeyin ışıklılığı bulunur.

Aydınlık düzeyinin, yüzeyin yansıma çarpanı ile çarpılması ile bulunan ışıklılığın birimi cd/m^2 değil, Blondel'dir. Bir ışıklılık birimi olan **Blondel**, bir metrekaresi tam yayınlık yansıma (*ya da geçirme*) ile bir lümen ışık akısı yayımlayan bir yüzeyin ışıklılığıdır. Bu birim ile cd/m^2 birimi arasındaki ayırım, ışıkölçümsel ilişkilere göre tanımlanmış olan ışıklılıkta **görünen alan**, (Bkz Ek-3) yarım kürenin alanı değil, kürenin büyük dairesinin alanıdır. Işıklı bir küre, küre olarak değil, daire alanı olarak algılanır. Örneğin güneş, küre olarak değil daire olarak algılanır. İçinde bir ışık kaynağı bulunan tam yayıncı küresel bir ışıklık ta, küre olarak değil daire olarak algılanır.

Kürenin büyük dairesinin alanı ise yarım küre alanından $3.1416 (\pi)$ kez daha küçüktür. Oysa, daha önce belirtildiği gibi, düzlem olarak düşünülen yüzeyin alanı, görünen alandır. Bu nedenle cd/m^2 birimi Blondel biriminden sayısı kadar daha büyüktür. Bu nedenle Blondel cinsinden hesaplanan yüzey ışıklılığını cd/m^2 'ye çevirmek için sayısına bölmek gerekir. (*Birim ne kadar büyükse, o birimle verilen sayı o kadar küçük olur.*)

Örneğin, yansıma çarpanı 0.6 olan bir yüzeyin üzerindeki ortalama aydınlık $100 lm/m^2$ ise o yüzeyin ortalama ışıklılığı 60 Blondel yani $60/ \pi cd/m^2$ 'dir.

Yansıtıcı yüzeyin tam donuk (*Lambert yüzeyi*) olması durumunda, yüzeyin ışık yeğinliği doğrultuya göre değişmez. Çünkü tam yayınlık yansıma grafiğine göre ışık akısı da, görünen yüzey de aynı cosinus değeri ile değişir, yani aralarındaki oran değişmez.

Pratikte, tam donuk gibi görünen bir çok yüzeyin, (*su esash badana, mat boyalar, mat kumaş, halı, kağıt, mat kaplamalar ve benzerleri*) Lambert yüzeyi olmamasına karşın, ışık yeğnlüklerinin, doğrultuya göre, dikkate alınması gereken bir değişme göstermediği bilinmektedir. Bu nedenle bu yüzeyler de sıradan hesaplarda, donuk yüzey olarak kabul edilebilir.

Işıklılık, görünen, görsel algı konusu olabilen, tek ışıkölçümsel büyüklüktür. Bu nedenle önemi büyüktür.

Işık akısı görünmez. Bir yerden ışık akısı geçtiği algılanamaz. Havada sis, duman vb. maddesel tanecikler varsa, ancak o zaman, onlar aydınlanır ve yansıma ya da geçirme çarpanlarına göre oluşan ışıklılıkları görünür.

Aynı biçimde aydınlık düzeyi de görünür bir ışıkölçümsel büyüklük değildir. Aydınlık düzeyinin birimi lm/m^2 dir. Bu birimin bir yüzeyle ya da herhangi bir maddesel varlıkla ilgisi yoktur. m^2 bir alan birimidir. Belli bir alandan geçen ve görünmeyen ışık akısı bu alana bölünürse, o alandaki aydınlık düzeyi bulunur.

O alanda bir yüzey ya da her hangi bir maddesel varlık varsa, ancak o zaman, onlar aydınlanır ve yansıma ya da geçirme çarpanlarına göre oluşan ışıklılıkları görünür.

Birimi kandela olan ışık yeğirliği ise iş (kgm), güç (kgm/S) ve benzerleri bir fizik büyüklük olup görsel algı ile bir ilgisi yoktur.

Sonuç olarak, maddesel ortamda, tüm çevrede, görsel olarak algılanan yalnızca ışıklılıklardır ve anlamlı bir görsel algının oluşması ışıklılık ayrımları ile olanaklı olur.

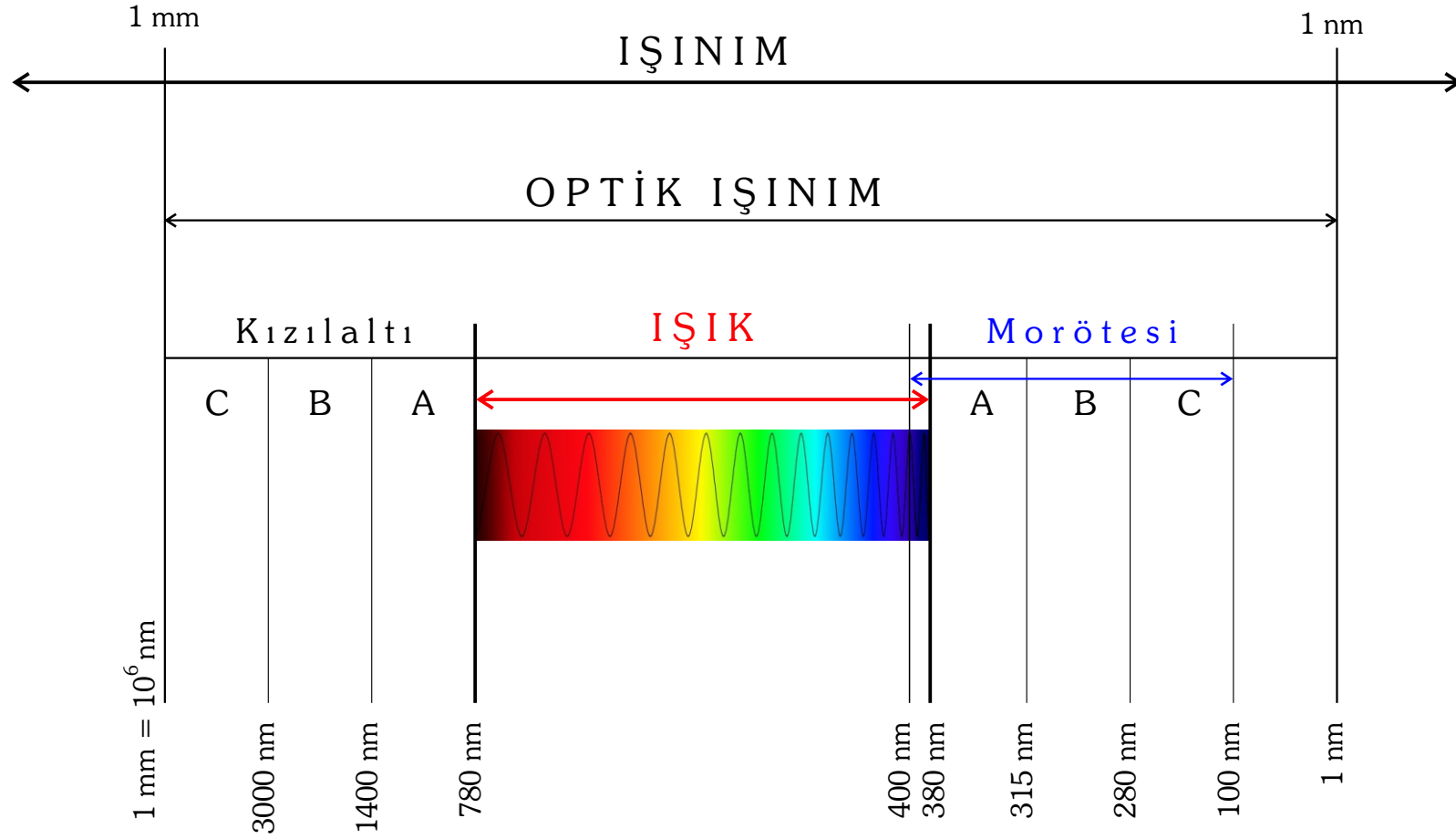
Işıklılık birimi olarak apoştilb de kullanılmıştır.

1 apoştilb= 1 blondel'dir.

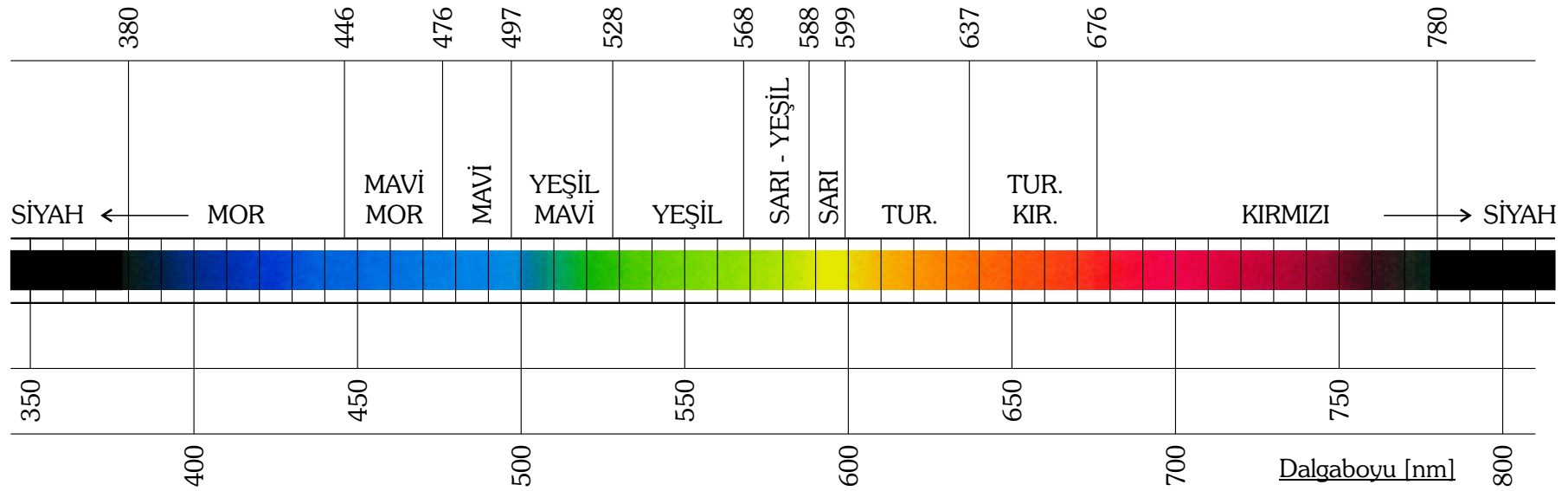
Böylece madde ve ışık ilişkisi ile ışıklılık konusu da açıklanmış olmaktadır.

Ek 1

OPTİK IŞINIM, KIZILALTI IŞINIM, IŞIK ve MORÖTESİ IŞINIM DALGA BOYU SINIRLARI



DALGA BOYLARINA GÖRE RENK SINIRLARI



Işık kaynağından çıkan
toplam ışık akısı = 4π lm

1 str içine giden ışık akısı
 $\Phi = 1$ lm

doğrultu ile
değişmeyen
 $I = 1$ cd

yarı çap $r = 1$ m

1 steradyan (str)

$L = 1$ asb = $1/\pi$ nt

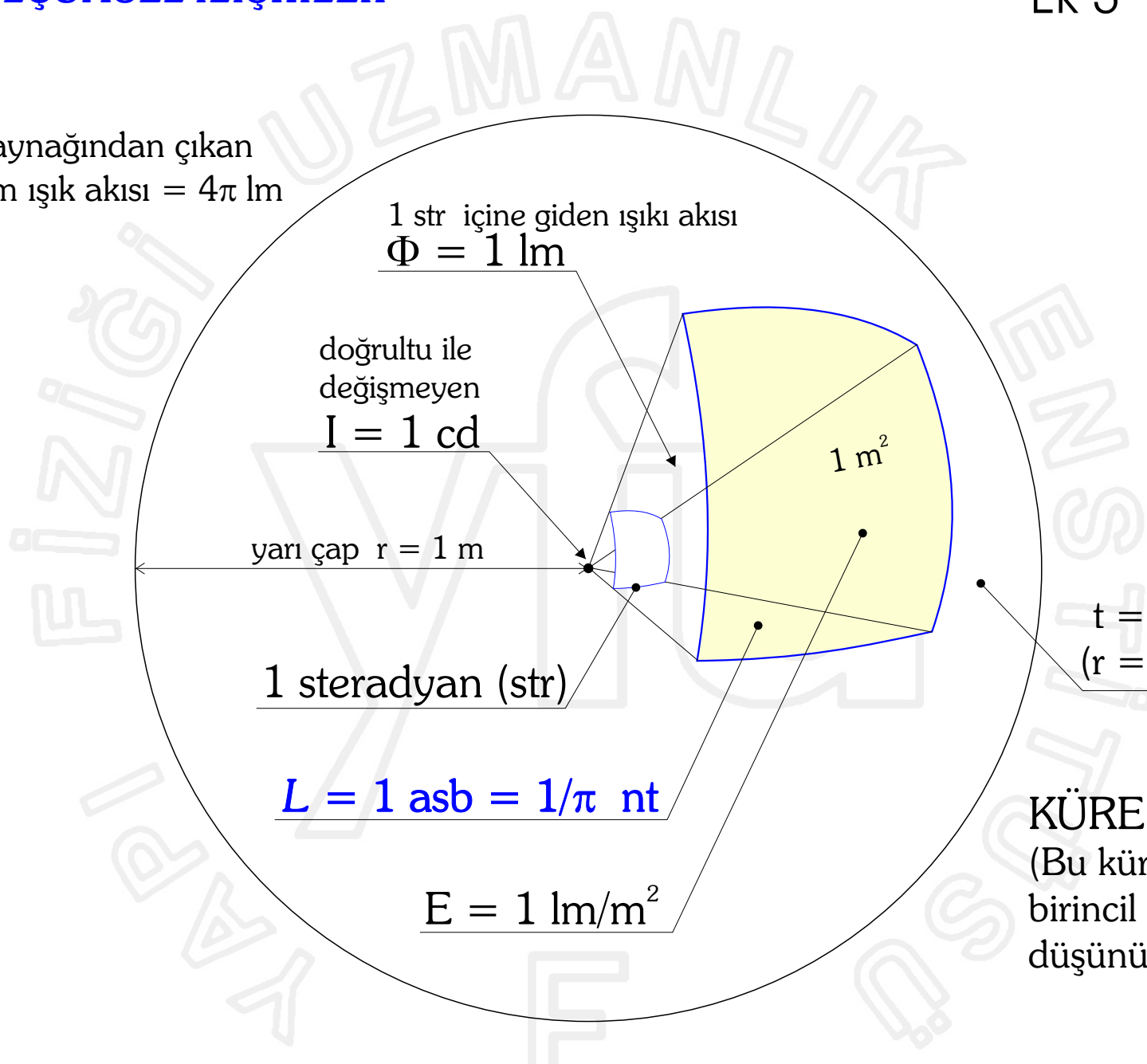
$E = 1$ lm/m²

1 m²

$t = 1$
($r = 1$)

KÜRE

(Bu küre, izotrop özellikte
birincil ışık kaynağı gibi
düşünülebilir.)



EK - 4

YANSITMA, YUTMA VE GEÇİRME ÇARPANLARI

Yansıtma Çarpanları

Temiz beton yüzeyler	0.40 – 0.50
Eski beton yüzeyler	0.50 – 0.15
Yeni çıplak tuğla duvar yüzeyi	0.10 – 0.30
Eski çıplak tuğla duvar yüzeyi.....	0.05 – 0.15
Temiz beyaz kireç badana.....	0.80
Kirli beyaz kireç badana	0.60 – 0.70
Sulu beyaz boyalar.....	0.65 – 0.75
Beyaz yağlı boya	0.75 – 0.80
Alüminyum boya	0.60 – 0.75
Sarı perdeler (<i>kumaş</i>).....	0.30 – 0.45
Kırmızı perdeler (<i>kumaş</i>).....	0.10 – 0.20
Mavi perdeler (<i>kumaş</i>).....	0.10 – 0.20
Gümüş grisi perdeler (<i>kumaş</i>).....	0.15 – 0.25
Koyu kahverengi perdeler (<i>kumaş</i>).....	0.10 – 0.20
Siyah kadife	0.05 – 0.01
Beyaz kağıt	0.60 – 0.80
Beyaz parşömen.....	0.45 – 0.50
Beyaz emay	0.60 – 0.70
Beyaz fayans.....	0.70
Beyaz mermer.....	0.70 – 0.80
Su mermeri	0.45 – 0.67
Arduaz	0.09 – 0.10
Cilalı koyu meşe	0.15 – 0.40
Cilalı açık meşe	0.40 – 0.50
Ceviz ve maun	0.15 – 0.40
Cilalı gürgen	0.30 – 0.40
Cilalı karaağaç	0.20 – 0.35
Cilalı dişbudak.....	0.55 – 0.60
Cilalı şimşir	0.65 – 0.75

3 mm renksiz saydam cam.....	0.07
4 mm renksiz saydam cam.....	0.08
3 mm beyaz buzlu cam	0.15
Yoğun beyaz opal cam (1.3 – 4 mm)	0.52 – 0.74
2 mm beyaz opalin cam	0.30
3 mm beyaz opalin cam	0.52
Renkli opalin camlar.....	0.57 – 0.69
Ayna	0.90
Parlak gümüş	0.88 – 0.93
Parlak nikel.....	0.53 – 0.63
Mat nikel.....	0.48 – 0.52
Parlak alüminyum.....	0.65 – 0.75
Mat alüminyum	0.55 – 0.60
Bakır	0.48 – 0.50
Parlak krom	0.60 – 0.70
Mat krom	0.52 – 0.55
Kalay ve yeni teneke.....	0.68 – 0.70
Kuru toprak.....	0.08 – 0.20
Çim alanlar	0.05 – 0.10
Derin sular	0.03 – 0.05
Sığ sular	0.05 – 0.10
Kar.....	0.70 – 0.85

Renkler

Beyaz.....	0.80
Sarı, koyu-orta- açık	0.30 – 0.50 – 0.70
Bej, koyu-orta- açık	0.30 – 0.45 – 0.65
Kahverengi, koyu-orta-açık	0.08 – 0.25 – 0.50
Kırmızı, koyu-orta-açık	0.10 – 0.20 – 0.35
Yeşil, koyu-orta-açık	0.12 – 0.30 – 0.60
Mavi, koyu-orta-açık	0.05 – 0.20 – 0.50
Gri, koyu-orta-açık	0.20 – 0.35 – 0.60
Siyah.....	0.04
Fildişi beyazı	0.67
Saman rengi	0.65

Veronez yeşili.....	0.23
Utrmer mavisi.....	0.09

Yutma çarpanları

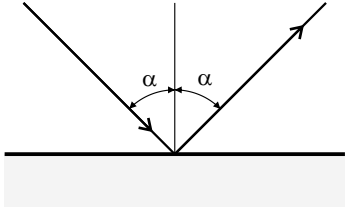
Beyaz kağıt ve beyaz parşömen.....	0.10
Su mermeri, 8 mm – 10 mm	0.15 – 0.30
Beyaz ipek kumaş.....	0.01 – 0.06
3 mm renksiz saydam cam.....	0.03
4 mm renksiz saydam cam.....	0.04
Yoğun beyaz opal cam 1.3 – 4 mm.....	0.06 – 0.20
Beyaz opalin cam 2 mm, 3 mm	0.05 – 0.10
Renkli opalin camlar 2 -3	0.20 – 0.35

Geçirme çarpanları

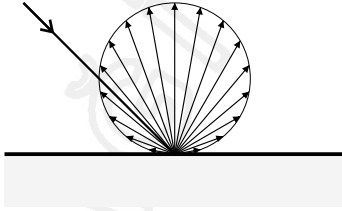
Beyaz kağıt.....	0.10 – 0.20
Beyaz parşömen.....	0.40 – 0.45
8 mm su mermeri.....	0.36
16 mm su mermeri.....	0.17
3 mm renksiz saydam cam.....	0.91
4 mm renksiz saydam cam.....	0.90
2 mm beyaz buzlu cam	0.85
3 mm beyaz buzlu cam	0.75
Yoğun beyaz opal cam 1.3 – 4 mm.....	0.10 – 0.38
Beyaz opalin cam 2 mm	0.66
Beyaz opalin cam 3 mm	0.36
Sarı ve turuncu opalin camlar 2 – 3 mm	0.10 – 0.20
Koyu renkli opalin camlar	0.01 – 0.09
Beyaz ipek kumaş.....	0.60 – 0.70
Renkli ipekli kumaşlar.....	0.15 – 0.55

IŞIĞIN YANSIMA VE GEÇME BİÇİMLERİ

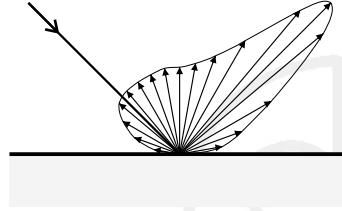
Ek 5



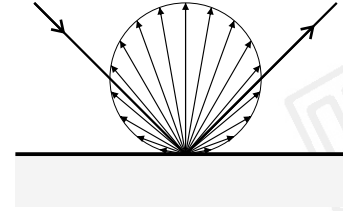
düzgün yansımada



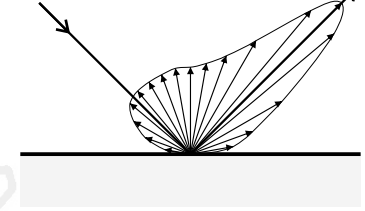
tam yayınlık yansımada



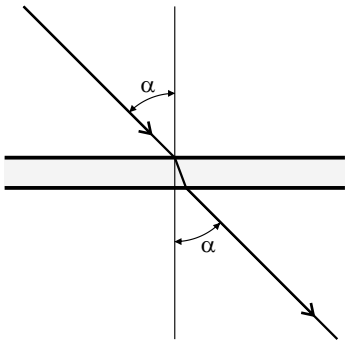
yarı yayınlık yansımada



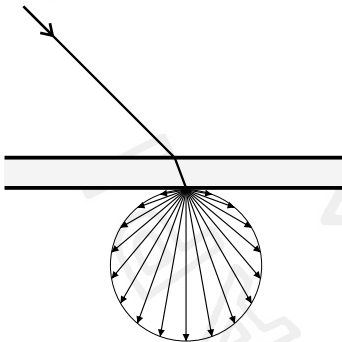
karışık yansımada



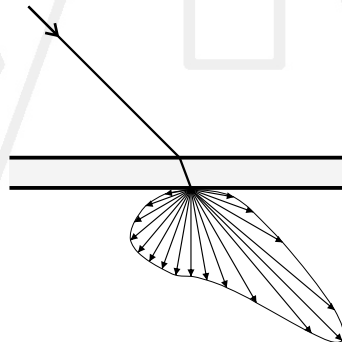
karışık yansımada



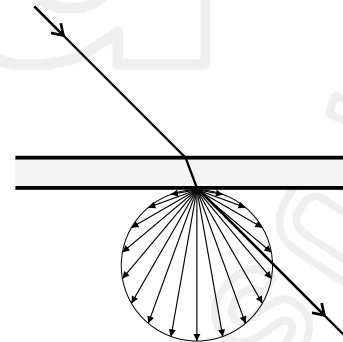
düzgün geçme



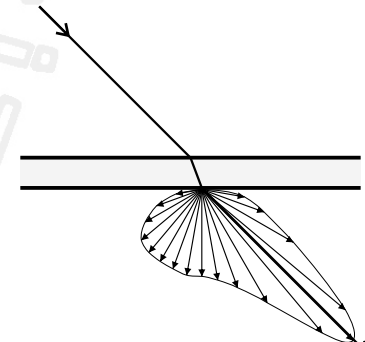
tam yayınlık geçme



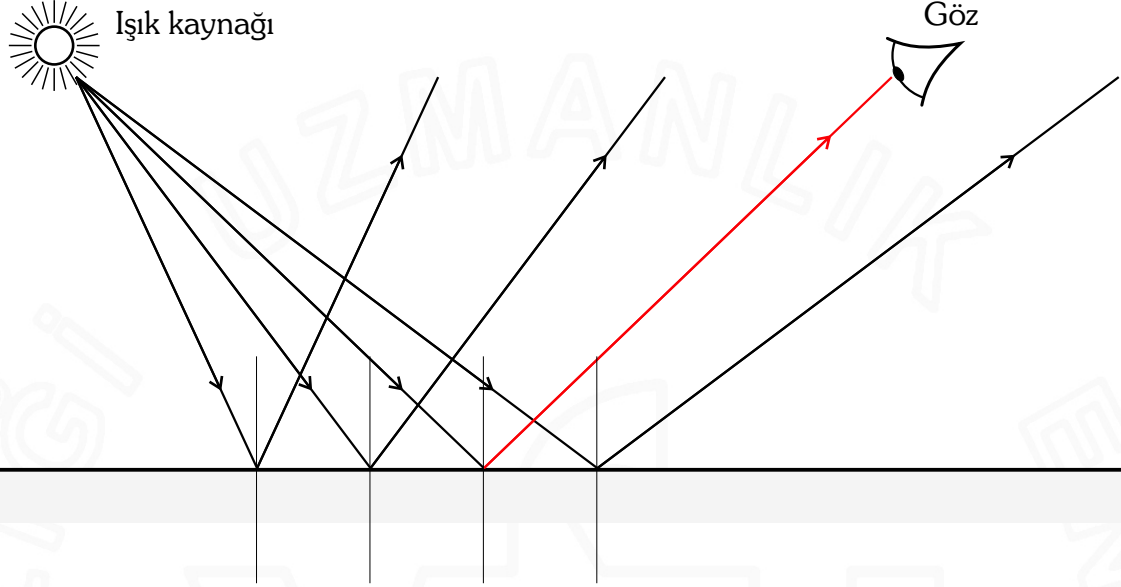
yarı yayınlık geçme



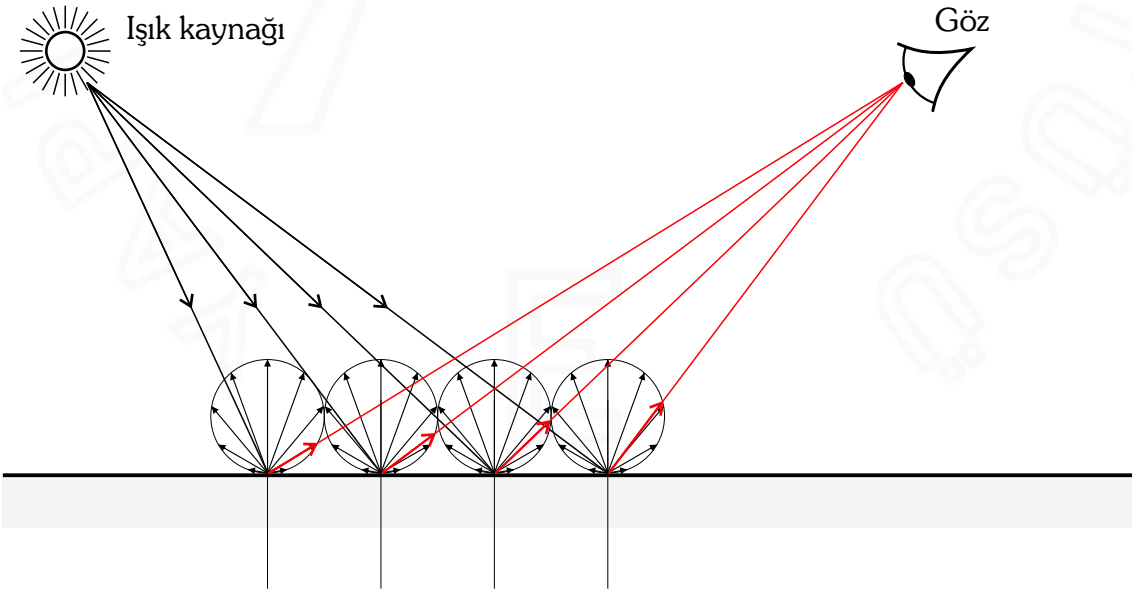
karışık geçme



karışık geçme



Düzdün yansımada yalnızca bir doğrultuda göze ışık gelir ve göz yüzeyi değil, ışık kaynağını görür.
(Düzdün geçme için de durum aynıdır.)



Yayınık yansımada, yansıyan ışık tüm doğrultulara dağıldığı için, yüzeyin her noktasından göze ışık gelir ve yüzey görünür.
(Yayınık geçme için de durum aynıdır.)