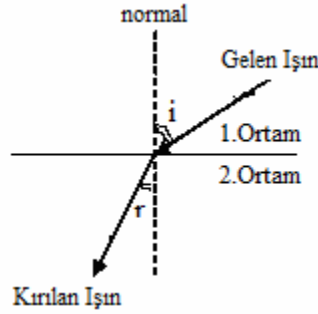


## GIDALARDA REFRAKTİF İNDEKS VE RENK TAYİNİ

"**Refraktometri**", her ortamın kırılma indisinin farklı olması prensibini kullanarak, konsantrasyon ve madde miktarı gibi tayinleri yapmaya yarayan bir yöntemdir. Kırılma indisi her maddeye özgü bir fiziksel özelliktir, bu sebeple kalitatif ve kantitatif analizlerde kullanabileceğimiz bir metottur.

Saydam bir ortamdan gelen bir ışının diğer bir saydam ortama geçerken doğrultusunu değiştirmesine **ışığın kırılması** denir.

Bir ortamın kırılma indisi, ışığın boşluktaki hızının bu ortama giren ışık demetinin düşey düzlem ile meydana getirdiği havada ve bu ortamdaki açının sinüslerinin oranı olarak ölçülür. Gelme açısının sinüsünün kırılma açısının sinüsüne oranına "**kırılma indisi**" denir.



### Işığın kırılması

Işının bir ortama geliş açısına **i**, yansıma açısına da **r** dersek eğer, Snell Yasasına göre şöyle bir bağıntı yazılabilir:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

**v<sub>1</sub>**: Işının 1. ortamdaki hızı

**v<sub>2</sub>**: Işının 2. ortamdaki hızı

**n<sub>1</sub>**: 1. ortamın indisi

**n<sub>2</sub>**: 2. ortamın indisi

Kırılma indisleri farklı olan bölgelerde ışının hareketi iki şekilde gerçekleşir:

- $n_2 > n_1$  koşulunda, **i** geliş açısı, **r** yansıma açısından daha büyük olacaktır. Geliş açısı büyüdükçe, kırılma açısı da büyür. Buna rağmen geliş açısı, kırılma açısından her zaman daha büyüktür.

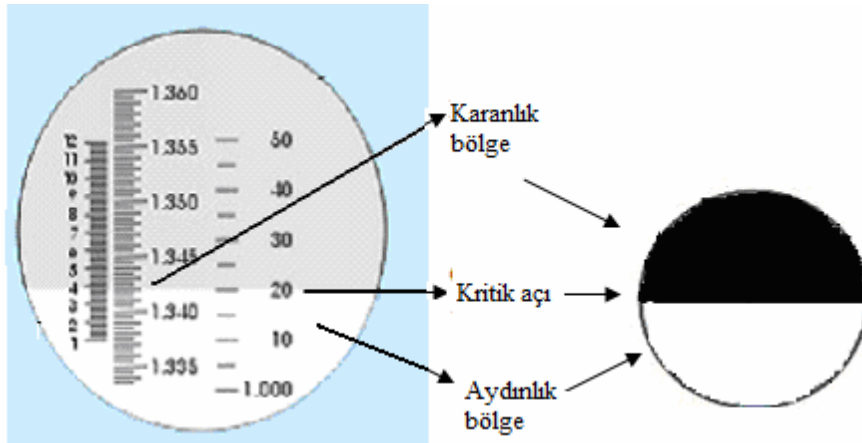
- $n_1 > n_2$  koşulunda, yüksek yoğunluklu ortamdan düşük yoğunluklu ortama geçiş sırasında yansıma açısı, geliş açısından daha büyüktür. Geliş açısı büyüdükçe, yansıma açısı da  $90^\circ$ 'ye yaklaşır.

Işımanın  $90^\circ$  'lik bir açı ile kırılmasını sağlayan geliş açısına **kritik açı** denir. Işının kritik açıdan daha küçük bir değerle gelmesi halinde, yansıma sonucu aydınlık bölge oluşur. Eğer ışın iki ortam arasındaki yüzeye kritik açıdan daha büyük bir açıyla gelirse, ışın kırılmaya değil, yansımaya uğrar.

Refraktometre cihazının içerisinde prizmalar kullanılır. Gönderdiğimiz ışın örnekten geçip prizmaya değişik açılarla gelir. Eğer;

- Geldiği açılar kritik açıdan küçükse, aydınlık bölge oluşur.
- Geldiği açılar kritik açıdan büyükse, karanlık bölge oluşur.

Karanlık ve aydınlık bölgenin sınırı kritik açıya karşılık gelir.



Refraktometrede karanlık ve aydınlık bölgelerin oluşumu

## Refraktometre ve Çeşitleri

Refraktometreler, katı veya sıvılarda katı madde miktarı, kırılma indisi, şeker miktarı, refraktif indeks ve briks aralıklarını ölçme amacıyla kullanılan cihazlardır. Piyasada gıda, kimya, ilaç vb. alanlarda kullanılmaktadır. Özellikle de gıda alanında şarap, meşrubat, reçel, bal, meyve suları, yemeklik yağlar gibi birçok üretim alanında kullanılmaktadır. Örneğin, çözünabilir yağlar ve yemeklik yağların kırılma indisleri ölçülerek, bunların saflık dereceleri ve acılık dereceleri tespit edilebilmektedir (Bir sıvı yağın acılaşıma derecesi artıka kırılma indisi de artar).

Refraktometre çeşitleri şunlardır:

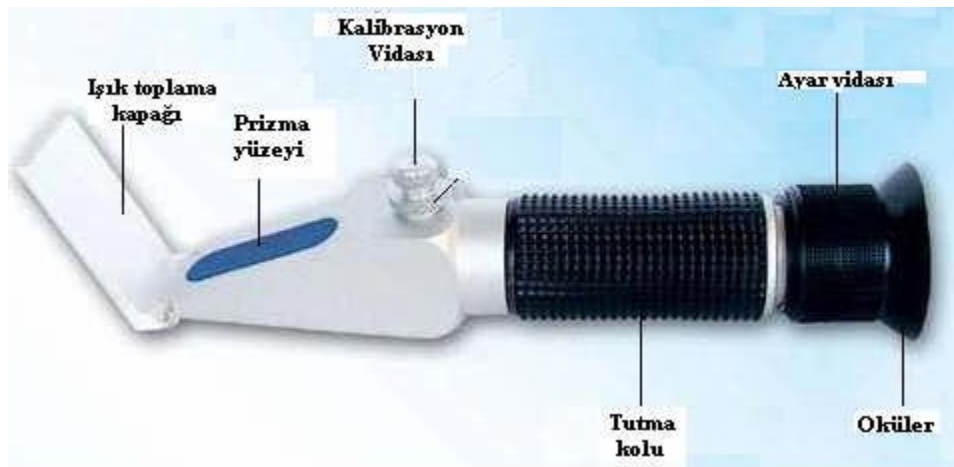
- Abbe refraktometreleri ( Dijital ve manuel)
- El refraktometreleri (Dürbün ve Dijital )
- Sıcaklık ayarlamalı dijital refraktometreler

**El Tipi Refraktometreler** kolay ölçüm olanağı sağlayan refraktometrelerdir. Pratik uygulamalarda, küçük hacimli, hafif olması nedeniyle meyve suyu, süt, salça, reçel gibi çeşitli gıda endüstrilerinde rahatlıkla kullanılan, sıvı solüsyonların kırılma indislerini, % kuru madde miktarları ile Brix aralıklarını ölçen cihazdır.

**Dijital Refraktometreler:** basit ölçüm yöntemiyle kullanım kolaylığı sağlayan, yüksek hassasiyetli, güvenilir ölçümler için tasarlanmış refraktometrelerdir. Bu refraktometrelerde ölçüm sonuçlarının kolay okunabilmesini sağlayan dijital okuma alanı bulunmaktadır.



Dijital el refraktometreleri



## Dürbün tipi el refraktometresi

El refraktometresinin bölümleri şunlardır:

- Oküler
- Ayar vidası
- Tutma kolu
- Kalibrasyon vidası
- Prizma haznesi (Işık toplama kapağı ve prizma yüzeyi)

El refraktometresi ile ölçüm yaparken aşağıdaki işlem basamakları takip edilir:

- Öncelikle prizma haznesi açılarak temiz, yumuşak bir bezle prizma temizlenir ve kurulanır.
- Prizma üzerine 20°C'deki saf sudan 2-3 damla damlatılarak kapak yavaşça, saf su sıçramayacak şekilde kapatılır. Burada dikkat edilecek husus sıvının prizma yüzeyine homojen bir şekilde kaplaması, hava kabarcığının oluşmamasıdır.
- Daha sonra ışık kaynağına doğru tutulup, okülerden skala okunur.
- **“0” ayarı** için saf su damlatıldıktan sonra kırılma indisi 1.3330 veya % kurumadde skalasının “0” olması için kalibrasyon vidası tornavida ile döndürülerek gölgeli sahanın, skala ile bu noktalarda çakışması sağlanır.

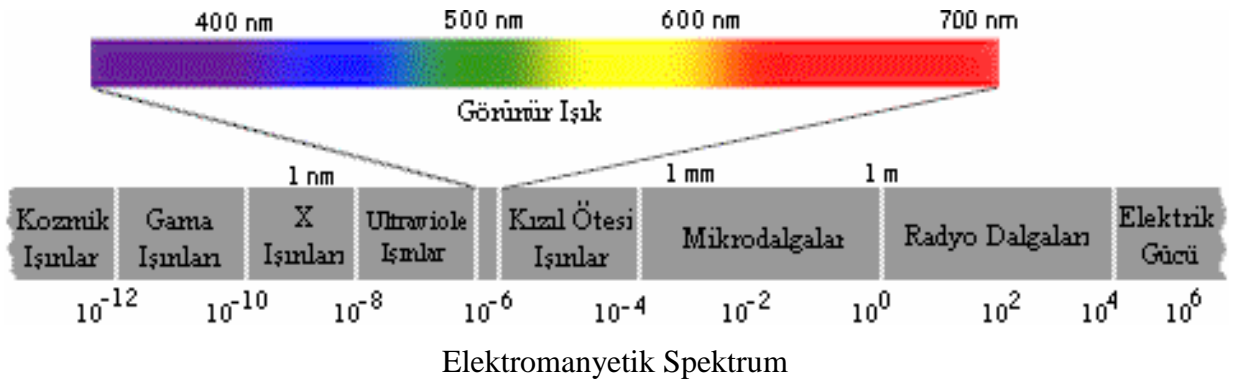
Numune ölçümü için aşağıdaki işlem basamakları takip edilir:

- Prizma yüzeyi temiz, yumuşak bir tülbent bezi ile temizlenip, kurulanır.
- Homojen hale getirilmiş örnek çözeltiden 2-3 damla pipetle el refraktometresinin prizmasına damlatılır ve hemen üstteki kapak yavaşça kapatılır.
- Okülerden bakılarak netleştirme işlemi ( oküler üzerinde bulunan vidanın sağa sola döndürülmesi ile ) yapılır. Okülerden bakıldığında yuvarlak olarak görülen görüş alanında gölgeli alanın yukarıda kaldığı gözlenir.
- Okunan % kuru madde değerine ve kırılma indisi değerine sıcaklık ve diğer faktörlerden gelen düzeltmeler uygulanarak gerekli ise gerçek değer bulunur.
- Okuma bitince saf su ile prizma iyice yıkanır. Yumuşak bir tülbent bezi ile kurulanır. Prizmalar arasına yumuşak bir kağıt konularak çizilmesi önlenir.
- Suda çözünmeyen bileşiklerle çalışıldığında prizmalar alkol veya benzenle temizlenir.

## Gıdalarda Renk Tayini

Bir gıdanın kabul edilebilirliği açısından renk, flavor ve tekstür üç önemli özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte gıda kalitesi hakkında ilk yargı genellikle ürün rengine bakılarak verilir. Bu anlamda üreticilerde ürünün renk özelliklerini ve proses sırasında renkte meydana gelen değişimleri dikkatli bir şekilde ele almak zorundadır. Bu bağlamda gıdaların işlenmesi, depolanması vb. etkenler sonucundaki kalite değişimlerinin analizinde, gıda kalitesinin standartlara uygunluğunun belirlenmesinde, ham ve işlenmiş gıdaların kalite kontrolünde indeks olarak renk ölçümlerinden yararlanılmaktadır.

Renk, ışığın değişik dalgalıboylarının gözün retinasına ulaşması ile ortaya çıkan bir algılamadır. Bu algılama, ışığın maddeler üzerine çarpması ve kısmen yansması nedeniyle çeşitlilik gösterir ki bunlar renk tonu veya renk olarak adlandırılır. Tüm dalgalıboyları birden göze ulaşırsa beyaz, hiç ışık ulaşmazsa siyah olarak algılanır. İnsan gözü 380 nm ile 780 nm arasındaki dalgalıboylarını algılayabilir, Bu nedenle elektromanyetik spektrumun bu bölümüne görünen ışık denir.



**Renk** cisimlerin yansıttığı ya da yaydığı ışığın gözle algılanmasına ilişkin özelliktir. Işık (=radyant enerji) saniyede 300 000 km gibi çok büyük bir hızla yayılan dalga ya da foton denen parçacıklar topluluğudur. Doğada dalga boyu 30 nm (=nanometre) ile 3 km arasında değişen ışıklar vardır. İnsan gözü dalga boyu 380–770 nm arasında olan ışıkları algıladığı için bu ışıklara **görünür ışık (beyaz ışık)** denir. Beyaz ışık gerçekte kırmızı, mavi ve yeşil olmak üzere üç renktir. Başka renklerin karışımından elde edilemeyen bu renklere **birincil renk** denir. Birincil renk dışındaki renkler birincil renklerin karışımıdır. Bir cam prizmadan

geçirilen beyaz ışık yedi renge ayrılır. Buna **spektral dağılım** denir. Spektral dağılımdaki yedi ana renk **mor, lacivert, sarı, turuncu, mavi, yeşil** ve **kırmızıdır**.

Bir ışık herhangi bir yüzeye düştüğü zaman

- Ya yansıtılır,
- Ya geçirilir,
- Ya emilir,
- Ya da kırılır.

Eğer bir madde üzerine düşen ışığı emiyorsa ve hiç yansıtıyorsa **siyah**, ışıktaki bütün renkleri eşit olarak yansıtıyorsa **beyazdır**. Işıktaki bazı renkleri emen bazılarını yansıtan cisimler **yansıttığı ışığın renginde** görünür.

### **Gıdalara Renk Veren Bileşikler**

Gıdaların rengi kabuk ve iç dokularında bulunan pigmentlerle ilgilidir. Gıdalarda bulunan önemli pigmentler:

- **Karotenoidler:** Sitoplazmada kloroplast ve kromoplastlarda bulunan sarı kırmızı renk veren karoten, likopen, ksantofil pigmentleridir.
- **Klorofil:** Sitoplazmada kloroplastlarda bulunan yeşil renk pigmentleridir
- **Flavonoidler:** Hücre vakuolünde erimis halde bulunan sarımtırak renkli antoksanin, kırmızı-mor renkli antosoyanin ve tanenlerdir (katesinler).
- **Hemoglobin:** Kana kırmızı renk veren metalloprotein yapısında pigmenttir.
- **Miyoglobin:** Kaslara kırmızı renk veren protein yapısında pigmenttir.

### **Renk Özellikleri**

**Açıklık koyuluk:** Işığın tümünü geçiren cisimler renksiz (geçirgen, transparan), Işığı emen (absorbe eden) ya da yansıtan cisimler ise opak olarak adlandırılır. Görünür ışığın cisim tarafından yansıma ya da emilmesi arasındaki ilişkiye açıklık-koyuluk (aydınlık değeri) denir.

**Renk niteliği:** Bazı cisimler belli dalga boyundaki ısınları absorbe ederken diğerlerini yansıtır. Bir cisim 380–770 nm arasındaki belirli bir dalga boyundaki ısınları diğer dalga boyundaki ışınlarla göre daha fazla yansıtıyorsa yansıttığı ışığa eşdeğer renkte görünür. Örneğin; yaprak kırmızı ve mavi ışığı absorbe eder, yeşil ışığı yansıtır ve yaprak yeşil olarak algılanır. Maksimum yansıma;

- o 400–500 nm dalga boyundaki ısınlarda ise cisim **mavi**,
- o 500–600 nm dalga boyundaki ısınlarda ise cisim **yeşil** veya **sarı**,

o 600–700 nm dalga boyundaki ısınlarda ise cisim **kırmızı** görülür.

• **Doymusluk(=kroma):** Belirli bir dalga boyundaki ışığın yansıma miktarıdır. Günlük yaşamda kıpkırmızı, sapsarı gibi ifadelerle rengin doymusluk özelliğini belirtiriz.

**Parlaklık ve matlık:** Işık cisim üzerinden bütün açılardan eşit olarak yansiyorsa (yaygın yansıma) cisim mat (donuk) olarak, belirli bir açıdan diğer açılara oranla daha kuvvetli yansiyorsa (yönel yansıma) cisim parlak olarak görünür.

Gıda endüstrisinde renk ölçümü:

1) **Munsell sistemi, Lovibond tindometresi, Hunter kolorimetresi, spektrofotometre** gibi araçlarla,

2) Karşılaştırma ilkesine dayanan **Renk Karşılaştırma Çözeltileri, Renkli Cam Filtreler, Standart Renkli Plastikler, Renk Skalaları** gibi renk ölçme sistemleri ile,

3) **Renk tanımlama sistemleri,**

4) **En yaygın kullanılan CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) Lab sistemi**

gibi sistemlerle yapılır.

### **Munsell Sistemi**

Gıda teknolojisinde rutin kontrollerde çok kullanılan pratik ve ekonomik renk ölçüm sistemidir. Bu sistemde renkler; renk tonu, renk değeri (açıklık-koyuluk), renk doygunluğu (kroma) olmak üzere rengin üç özelliği ile tanımlanır.

• 1'den 10'a kadar numaralandırılmış yatay renk tonu skalası bulunur.

➤ Kırmızı (red), sarı (yellow), yeşil (green), mavi (blue) ve mor (purple) olmak üzere beş ana renk tonu (Bu renkler R, Y, G, B, P olarak gösterilir.) vardır.

➤ Sarı-kırmızı (yellow-red), yeşil-sarı (green-yellow), mavi-yeşil (blue-green) mor-mavi (purple-blue), kırmızı-pembe (red-pink) olmak üzere beş ara renk tonu vardır. Bu renkler YR, GY, BG, PB, RP olarak gösterilir.

• Renk tonu dairesine dik olarak merkezden geçen renk değeri skalası bulunur.

Renk değeri skalası 0'dan 10'a kadar numaralandırılmıştır.

✓ 0 değeri siyah

✓ 10 değeri beyazdır.

• Renk doygunluğu skalası griden başlar ve dış tarafa doğru genişler. Munsell renk ölçme sistemi pratikte rengi ölçülmek istenen örneği döndürülen üst üste getirilmiş ve 10 eşit parçaya ayrılmış üç veya dört renk diskiyle karşılaştırarak uygulanır. Munsell renk sistemi renk ağacı olarak da isimlendirilir.

### **Lovibond Tindometresi**

Rengi ölçülmek istenen örnek tindometre aracının özel bölmesinde bulunan

MgCO<sub>3</sub> 'ın beyaz rengi ile karşılaştırılır ve uygun filtreler yardımıyla iki renk eşitlenir.

Lovibond tindometresinde kırmızı, mavi, sarı olmak üzere üç temel renk vardır ve sarı ve kırmızı renklerin esit olması turuncu rengi oluşturur. Renk ölçümü yapılırken,

- Örnek Lovibond tindometre hücrelerine yerleştirilir.
- Gözetleme projektöründen bakılarak örnek rengine uygun filtreler yardımıyla renkler eşitlenir.
- Renk değerleri okunur.
- En düşük okuma düzeyi olan filtre değeri matlık değeridir. Diğer filtre okumalarından düşülür.
- Nötral filtre kullanıldığında nötral filtre değeri parlaklığı belirtir. Parlaklık değeri diğer iki filtre değerinden düşülmez.

**Örneğin;** Bir kayısı marmelatında kırmızı filtre değeri (8), sarı filtre değeri (12), mavi filtre değeri (1) okunmuş olsun. En düşük okuma düzeyi olan mavi filtre değeri matlık değeri olduğundan diğer okumalardan düşülür.

Sarı:  $12 - 1 = 11$  kırmızı:  $8 - 1 = 7$  7 kırmızı ve 7 sarı turuncu rengi oluşturur ve hakim renk sarı olduğundan sarı  $= 11 - 7 = 4$  olur.

Bu kayısı marmelatının renk değerlendirilmesi ise Matlık = 1 Turuncu = 7 Sarı = 4 yani Renk; mat turuncu sarıdır.

**Örneğin;** Bir mısır yağında kırmızı filtre değeri (5), sarı filtre değeri (13), nötral filtre değeri (3) okunmuş olsun.

5 kırmızı ve 5 sarı turuncu rengi oluşturur ve hâkim renk sarı olduğundan sarı  $= 13 - 5 = 8$  olur. Bu mısır yağında renk değerlendirilmesi Parlaklık = 3 Turuncu = 5 Sarı = 3 yani Renk; parlak turuncu-sarıdır.

### **Hunter Kolorimetresi**

Hunter kolorimetresinde üç renk değeri vardır;



- **a** değeri kırmızı veya yeşilliği,
- **b** değeri sarılık veya maviliği,
- **L** değeri ise 0 (siyah) ve 100 (beyaz) arasındaki aydınlık derecesini ölçer.

## **Renk tanımlama sistemleri**

### **1. CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) Lab sistemi**

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage, CIE) tarafından oluşturulan “matematikselsel yapı” bir renk tanımlama sistemi. Sistem, renkleri tanımlarken, insan gözündeki konik yapı” ışık algılama hücrelerinin üç tipte olduğu ve bunların mavi, yeşil ve kırmızı ışıklara hassas olduğu bilgisini temel alır. Buradan hareketle yapılan modelleme sonucunda her renk; L, a ve b kısaltmalarıyla anılan üç bileşen cinsinden ifade edilir. CIE Lab renk sistemi, rengi belirlenecek olan nesnenin yanı sıra, ışığa ve gözlemciye ilişkin tanımlar da getirdiği için diğer renk tanımlama sistemlerine oranla daha hassas ve tekrarlanabilen sonuçlar verir. Renk ve renk farklılığı enstrümental olarak genellikle CIE tarafından geliştirilen yöntemle göre değerlendirilir. Bu yöntem, “1976 CIElab, CIELab üç nokta ölçüm yöntemi” olarak da bilinmektedir. Bu üç nokta ölçüm yönteminde  $L^*/L$ , ışık geçirgenlik değerlerini, 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgenlik),  $a^*/a$  kırmızılık ( $-a^*/-a$ , yeşillik) ve  $b^*/b$  sarılık ( $-b^*/-b$ , mavilik) değerlerini belirtmektedir.

$L^*$ : Açıklık-Koyuluk Ekseni Değeri

$a^*$ : Kırmızı-Yeşil Ekseni Değeri

$b^*$ : Sarı-Mavi Ekseni Değeri

$C^*$ : Kroma (Renk Doygunluğu) =  $[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$

$h$ : Renk Açısı (Ton açısı) =  $(b^*/a^*)$