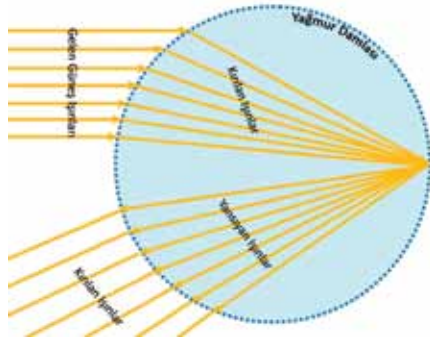


# Gökkuşağının Gizemi

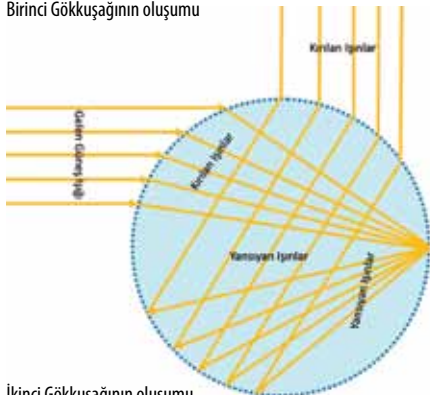
Eski çağlardan bu yana bilim insanlarının en çok merak ettiği konulardan biri de renktir. Rengin bir bilim olgusu haline gelmesini sağlayan da gökkuşağı oluşumuna ilişkin incelemelerdir. Her dönemde ve neredeyse her toplumda ilgi konusu olan gökkuşağı oluşumunun doğru bir şekilde açıklanması ise ışık incelemelerinin bilimi olan optiğin gerçek başarılarından biridir.



İkili gökkuşağı



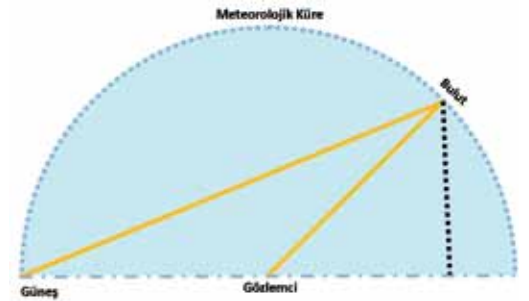
Birinci Gökkuşağının oluşumu



İkinci Gökkuşağının oluşumu

## Gökkuşağı

Gökkuşağı, güneş ışınlarının yağmur bulutundan düşen su damlacıklarından geçerken kırılması ve yansması sonucunda gökyüzünde oluşan renkli yay takımları için kullanılan bir addir. Bu renkli yay takımları, merkezleri gözlemcinin gözü ile ışık kaynağını birleştiren çizgi üstünde bulunan eşmerkezli yaylar olarak görünür. Çoğu kez tek bir gökkuşağı görünmesine karşın, zaman zaman aynı anda iki gökkuşağı da görülebilmektedir. Bunlardan birine birinci gökkuşağı, diğerine de ikinci gökkuşağı denir. Gökkuşağı, dıştan içe doğru kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, lacivert ve mor olmak üzere 7 renkten oluşur, bu sıralama aynı zamanda birinci gökkuşağının da renk sıralamasıdır. Buna karşılık ikinci gökkuşağının renk sıralaması bunun tersidir, en dışta mor, en içte kırmızı renk yer alır. Birinci gökkuşağı, güneş ışığının yağmur damlasında iki kırılma ve bir yansımaya uğramasıyla, ikinci gökkuşağı ise buna ek bir yansımaya meydana gelir. İkinci gökkuşağının renk düzeninin birincisinin tersi olmasına yol açan da bu ek yansımadır.



Aristoteles'e göre gökkuşağının oluşumu

Sık sık yarım ya da daha küçük bir daire şeklinde görünmesine karşılık gerçekte gökkuşağının şekli yarım daire değil tam bir dairedir. Nitekim bir uçaktan ya da bir dağ tepesinden bakıldığında, her gökkuşağının tam bir daire olduğunu görmek mümkündür. Biz yeryüzünde yalnızca onun bir parçasını görebiliriz. Çünkü dairenin düşünülen merkezi Güneş'ten ve gözlemcinin gözlerinden geçen çizginin üstündedir. Bu yüzden gökkuşağı dairesinin en büyük kısmı yerin altında kalır. Güneş ne kadar yüksekte ise gökkuşağı dairesi de o kadar derine iner ve yalnızca bir parçası görünür.

## Kısa Tarihçe

Türkçede ebemkuşağı, alkım, eleğimsağma da denilen gökkuşağına eski çağlarda dini ve mitolojik anlamlar yüklenmiştir. Gökkuşağıyla ilgili ilk bilgiler, hemen hemen yazılı kaynakların gidebildiği kadar gerilere gitmektedir. Eski Germenler için gökkuşağı, Yer'e bir gezinti yapmak isteyen tanrıların kullandığı bir köprüydü. Eski Japon Şinto rahipleri de buna benzer şeyler düşünüyordu. Babillilere göre de gökkuşağı aşk tanrıçası İştâr'ın gerdanlığıydı. Benzer şekilde eski Çin literatüründe de çoğunlukla kehanete hizmet ettiği anlaşılan çeşitli gökkuşağı sınıflamalarına rastlanır. Onlara göre Yin ve Yang adlı evrensel erkek ve dişi ilkeler vardır, gökkuşağı da bu ilkelerin birleşmesi sonucunda oluşmaktadır. Spekülatif, mistik veya mitolojik türden açıklamalar Antik Yunan'da da devam etmiştir. Ünlü tarihçi Homeros İlyada'da tanrıça İris'in, savaş alanında savaşçı Diomedes tarafından yaralanan Afroditi' gökkuşağını izleyerek Olimpos'a kadar rüzgâr hızıyla kaçırıldığını yazmaktadır. Mezopotamya çivi yazılı belgelerde omuzunda yay, elinde yıldırım demetiyle resmedilen bir tanrıdır. Klasik Arapça metinlerde "kavsi kuzah" (renkli yay) olarak adlandırılmıştır, "kavs" eski Arap tanrılar sisteminde (panteon) yay çeken sakallı bir erkek şeklinde tasavvur edilmiş, sonraları bereketli yağmurları yağdırdığına inanılan gökkuşağı ile sembolleştirilmiştir. Sarı, kırmızı ve yeşil renklerden oluşan kuşak anlamına gelen "kuzah" kelimesi kavs kelimesinin yanına bu tanrıya ait bir niteliği belirtmek için eklenmiştir. Tevrat'ta tufandan söz edilirken "benimle yerin arasında bir ahid alâmeti olsun diye yayımı buluta koydum ve Yer'in üzerine bulut getirdiğim zaman yay da bulutta görünecektir" denmektedir.

Gökkuşağı hakkında bu denli mistik ve metafizik söylencenin geliştirilmiş olmasını acaba nasıl anlamak gerekir? Bu ilginin en belirgin nedeni gökkuşağının diğer birçok doğal olgu arasında özel bir yerinin bulunmasıdır. Parlak renklerden oluşan görünüşü cezbedicidir. Gök gürültüsü, şimşek, yıldırım ve deprem gibi korkutucu ve ürkütücü değildir. Her zaman yeni ve umut vericidir, çünkü daima yağmur ve Güneş'in birlikteliğini gerektirir. Bu anlamda eski uygarlıkların gökkuşağını öteki dünya ve ilahilikle bağlantılandırmaları anlaşılabilir. Bütün bunlara karşın, yine de gökkuşağının tanrıların elçilerinin geçmesine özgü bir köprü olmadığını kavramış insanlar da vardı. Bilgisinin yetkinliği dolayısıyla Büyük İskender'in öğretmenliğini de yapan Aristoteles, Yunanlı çağdaşlarından farklı olarak gökkuşağının tanrıça olmadığını anlamıştı. Kendisinden önce yaşamış olan doğa filozoflarının ortaya koydukları bilgiler, doğa olaylarının nedenlerinin de doğada aranması gerektiğini kanıtlamıştı.

## Gökkuşağı Tanrıça Değildir

Gökkuşağının bir tanrıça olmadığını anlayan Aristoteles, nasıl meydana geldiğinin doğru olarak açıklanabilmesinde önemli bir adım olan, atmosferdeki su damlacıkları ile Güneş ışınları arasındaki nedensel ilişkiyi kavrayabilmişti. Aristoteles aynı zamanda gökkuşağının oluşumunda Güneş'in, gözlemcinin ve yayın göreceli konumları arasında geometrik bir bağlantı bulunduğunu da belirlemişti. Bu o dönem için kuşkusuz çok önemli bir kavrayıştır ve Aristoteles'in büyük bir filozof olmasının yanı sıra büyük bir bilim insanı olduğunun da açık bir kanıtıdır. Aristoteles'in en büyük yanlıgısı ise gökkuşağının, güneş ışınlarının yağmur damlalarından değil de yağmur bulutunun yüzeyinden yansıyarak gözlemcinin gözüne ulaşmasıyla oluştuğunu sanmasıdır. Dolayısıyla güneş ışınlarının yağmur damlalarında izlediği yolu ve uğradıkları değişimleri doğru olarak belirleyememiş, dolayısıyla da yanlış çıkarımda bulunmuştur. Açıklamaları dikkatle incelendiğinde, Aristoteles'in gökkuşağı oluşumunda gerekli olan üç temel öğeyi ve bunlar arasındaki ilişkiyi yanlış belirlediği anlaşılmaktadır. Ona göre gökkuşağı oluşması için gerekli olan üç öğe ışık kaynağı, yoğun yağmur bulutu ve gözlemcidir. Aristoteles gökkuşağının oluşumunda yoğun bulutun varlığını zorunlu olarak gerekli görmüş, güneş ışığının bu bulut tarafından gözlemcinin gözüne yalnızca yansıtılması sonucu oluştuğunu düşünmüş, bu olağanüstü güzellikteki doğa olgusunun oluşmasında kırılmanın da rolünün bulunduğunu görememiştir. Bununla birlikte, gökkuşağının biçimini açıklamak için verdiği çizimlerde, bir kimsenin gördüğü nesnelere, merkezi gözlemcinin gözünde ve tabanı da ufuk düzleminde olan bir yarımküre üzerinde yer aldığını belirtmesi dikkat çekicidir. Aristoteles'in "meteorolojik küre" adını verdiği bu yarımküre üzerinde Güneş ve bulut gözlemciye eşit uzaklıkta yer alır. Güneş ışınları bulutta yansıyıp gözlemciye ulaştığında, gökkuşağı ortaya çıkar ve Güneş'in doğuşu ve batışı arasında gökkuşağı tam bir yarımküredir. Ancak Güneş yükseldikçe gökkuşağının yayı da küçülür.

Diğer taraftan Aristoteles'in ışık kaynağı hakkında yeterince açık düşüncelere sahip olmadığını da belirtmek gerekir. Işık kaynağı dediğinde çoğunlukla Güneş'i anlamaktadır. Ancak bazen gözü de ışık kaynağı olarak kabul ettiği görülmektedir. Gerçi olgunun geometrik olarak incelenmesinde ışık kaynağının ne olduğunun çok fazla önemi yoktur, ama olgusal gerçekliğin belirlenmesi açısından bunun bir değer taşıdığı açıktır ve uzun yıllar Aristoteles'in yanlış kabulleri ne yazık ki hem Doğu'da hem de Batı'da etkin olmuştur. Bununla birlikte, olguyu büyük ölçüde bilimsel bir bağlamda çözmeye çalışması ve büyük otoritesi nedeniyle Aristoteles'in açıklamaları bağlayıcı olmuş ve gökkuşağının hem İslam hem de Hristiyan dünyasında pek çok Ortaçağ araştırmacısı tarafından sıklıkla incelenmesine yol açmıştır.



Tanrıça İştâr



## Eşzamanlı Başarının Nedeni Nedir?

Her iki kitabın (*Tenkîh el-Menâzır* ve *De İride*) yazılış tarihlerinin (1304 ve 1310) yakın olması, birbirlerinden etkilenme olasılığını ortadan kaldırmaktadır. O zaman bu eşzamanlı başarının altında yatan neden nedir? 13. yüzyılın sonuna kadar gökkuşağının doğru açıklaması yapılamamıştır. Ancak İbn el-Heysem'in ışık ışınlarının yansımaları ve kırılması ile ilgili geometrik optikte sağladığı olduğu başarı, gökkuşağının oluşumunun da geometrik olarak ele alınabilmesini olanaklı kılmıştır. Eşzamanlı başarının nedeni, her iki bilim adamının da çalışmalarını İbn el-Heysem'den edindikleri bilgilere dayandırmalarıdır. *Tenkîh el-Menâzır*, *Kitâb el-Menâzır*'in yorumudur; Theodoric de, özellikle kırılma konusunda gereksinim duyduğu bilgileri, *Kitâb el-Menâzır*'dan edindiğini *De İride*'de belirtmektedir. İbn el-Heysem'in özellikle cam kürelerle yani optik tarihindeki adıyla "yakan küreler"le yaptığı incelemelerin sonuçları daha sonra Batı'da ve Doğu'da optik konusunda çalışan bütün araştırmacıların tek başvuru kaynağı olmuştur. Sonuçta Freibergli Theodoric ve Kemâlüddin el-Fârisî, yağmur damlası, güneş ışığı ve gökkuşağının oluşumu arasındaki nedensel ilişkiyi kısa sürede doğru bir biçimde ortaya koymayı başarmıştır.

Diğer taraftan gökkuşağını matematiksel olarak açıklayan Descartes'ın ve Newton'un da konuyu incelemek için benzer yöntemlere başvurduğunu düşündüğümüzde bu etkinin önemi daha iyi açığa çıkacaktır.

gökkuşağı ve yağmur damlası arasındaki ilişkiyi ele alırken, yağmur damlasına girdiğinde ışığın bir miktarının kırılmaya uğramasına rağmen, geriye kalan miktarının gözlemcinin gözünde bir izlenim bırakmaya yetecek kadar yoğun olduğunu da belirleyebilmiştir. Konuya ilişkin şunları söyler:

"Güneş ışığı su küresinin üst kısmına çarpar ve kırılarak kürenin içine girer, arka içbükey yüzeye çarpar ve geri yansır, daha sonra tekrar geldiği yüzeyden kırılarak geri çıkar ve gözümüze gelir."

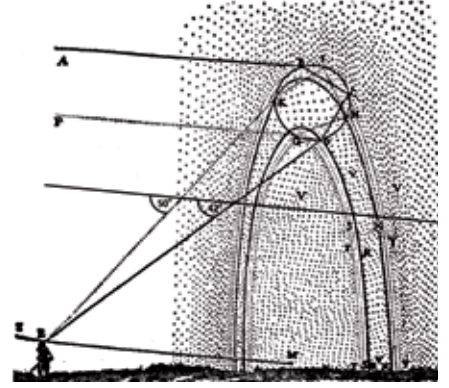
Bu anlatım şüpheye yer bırakmayacak şekilde gökkuşağının tam açıklamasıdır. Zira bu belirlemesinin ardında Theodoric'in, gökkuşağındaki her rengin farklı damlalardan gözlemciye yansıtıldığını ve gözlemci konum değiştirdiğinde de farklı bir gökkuşağının görüldüğünü tespit etmiş olması vardır. Bu birinci gökkuşağının açıklanmasından sonra Theodoric ikinci gökkuşağının açıklanmasına girer. Ona göre ikinci gökkuşağı iki kırılma ve bir yansımayla ek bir yansımayla oluşur. Şunları belirtmektedir:

"İkinci gökkuşağında, Güneş'ten gelen ışınlar yağmur damlasının altına çarpar ve kırılarak içeri girer, iç yüzeyde iki defa yansır, sonra da tekrar kırılarak üst düzeyden dışarı çıkar ve göze ulaşır. Bu durumda da herhangi bir damla göze tek bir renk gönderir."

Theodoric bu kuşağın renklerinin solgun oluşunu da yine bu ek yansımayla bağlar. Çünkü ona göre iki iç yansıma ışığı zayıflatmaktadır. Bu tespiti de isabetlidir, ancak birinci ve ikinci gökkuşağındaki renk düzeninin birbirinin tersi olmasını açıklamada tamamen başarısız olmuş, ayrıca neden daha fazla değil de sadece iki gökkuşağı oluşmaktadır sorusuna da cevap verememiş, "doğanın takdiridir" demekle yetinmiştir.

## Gökkuşağı ve Matematik

Gökkuşağının doğru açıklanmasında matematik büyük rol oynamaktadır. Bu yüzden gerçek başarı gökkuşağının büyük ölçüde matematikselleştirilmesinde yatmaktadır. İslam dünyasında bu yöndeki ilk denemeler yakan kürelerle yapılan deneyler sonucunda ortaya konulmuştu. Ancak bilinenler son adım atılmadığını göstermektedir. Bu açıdan yaklaşıldığında, gökkuşağının oluşumunu fiziksel ve matematiksel olmak üzere bütün boyutlarıyla ele alan kişinin Descartes (1596-1650) olduğu anlaşılmaktadır. Descartes,



Descartes'in gökkuşağı çizimi

matematiksel olarak, yağmur damlasının yüzeyindeki farklı noktalara düşen paralel ışık ışınlarının damla içerisinde izledikleri yolları gözlemleyerek, her bir ışının farklı yönlerde ortaya çıktığını, ancak bu ışınların gelen ışınların tersi yönde 42°'lik bir açıyla odaklandığını, üstelik bazı renklerin yağmur damlasında diğerlerinden daha fazla kırıldığını, "gökkuşağı açısının" her bir renk için farklı olduğunu, bu nedenle bir tek yağmur damlasının güneş ışığını üst üste sıralanmış renkli yaylar kümesi oluşturacak şekilde dağıtımına uğrattığını kanıtlamıştır.

Descartes, aynı zamanda, küresel yağmur damlasına nüfuz eden ışık ışınlarından yalnızca kürenin üst yarısından girenlerin gökkuşağının oluşumuna yol açtığını ve bunlardan sadece 42°'lik bir açıyla yağmur damlasını terk eden ışının gökkuşağı olarak ortaya çıktığını, ortaya çıkan yayın dış kenarının 42°'den daha fazla bir sapmaya uğramadığından daha parlak, iç kenarının ise 42°'den daha az bir sapmaya uğradığı için soluk görüldüğünü, bu durumda 42°'nin tam sapma açısı olduğunu ve mor ışığın kırmızı ışıktan daha kuvvetli kırılmaya uğradığını, başka bir deyişle, mor renkli yayın gökkuşağının iç kısmında, kırmızı renkli yayın ise dış kısmında yer aldığını da belirleyebilmiştir.

Descartes'ın açıklamalarının doğru olduğunu belirtmek gerekmektedir. Bugün artık gökkuşağının, merkezi Güneş'in bulunduğu yönün tersi yönde olan, 42°'lik açısal yarıçaplı bir ışık yayı olduğunu ve eğer Güneş ufuktaysa, gökkuşağının tam bir yarı daire şeklinde görülebildiğini, eğer Güneş ufuktan biraz yükselmişse daha küçük bir yay şeklinde görüldüğünü, Güneş ufukta 42°'den daha fazla yükseldiğinde ise artık Yer'den görülmediğini biliyoruz.



Bütün bunlar gökkuşağının nasıl oluştuğunu açıklamaktadır. Ancak hâlâ rengin nasıl meydana geldiği konusu açıkta kalmış görünmektedir. Ne Aristoteles'in ne de İbn el-Heysem'in açıklamalarında rengin doğasına ilişkin doyurucu bir açıklama rastlanmamaktadır. Aristoteles rengin oluşumunu tamamen ışığın zayıflamasına ya da ışığın ve karanlığın belirli oranlarda karışmasına dayandırmaktaydı. Bilim tarihine değişim kuramı olarak geçen bu açıklama, renklerin gerçek niteliğinin anlaşılmasını sağlayan Isaac Newton'a (1643-1727) kadar kullanılmıştır. Önce Newton, daha sonra da Thomas Young (1773-1829) rengin doğasını giz olmaktan çıkarmıştır.

Newton optik kitabının adını *Opticks or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light* (Optik ya da Işığın Yansıması, Kırılması, Bükülmesi ve Renk İncelemesi, 1704) olarak belirlemiştir. Rengin doğası ayrıntılı ve deneysel bir incelemeye ilk kez bu çalışmayla konu edilmiştir. Kitabının birinci kısmında Newton bu kitaptaki amacının, ışığın özelliklerini varsayımlarla değil akıl ve deney yoluyla açıklamak ve kanıtlamak olduğunu belirtmektedir. Kitap büyük oranda ışığın kırılmasıyla ilgili açıklamalara dayanmaktadır. Newton, kitabının girişine şöyle başlar:

Ben renk olgusunu incelemekte kullandığım bir üçgen prizma temin ettim ve karanlık bir oda meydana getirdim. Penceresine de uygun miktarda güneş ışığının girmesine izin



verecek küçük bir delik açtım. Deliğin girişine, karşı duvarın üzerine ışığı kırarak bir prizma yerleştirdim. İlk önce meydana gelmiş olan canlı ve yoğun renkleri izlemek çok sevindiriciydi; fakat sonradan daha dikkatli baktığımda, bunları dikdörtgen bir biçimde görmek beni şaşırttı. Çünkü bilinen kırılma kanunlarına göre, ben daire oluşacağını umuyordum.

Newton'un gerçekleştirdiği bu tayf deneyi, ilk kez ışığın ve rengin doğası hakkında bilinenlerin dışında çıkarımlar yapmasını sağladı: Güneş ışığı farklı renklerden oluşur ve her renk prizmada belirli bir açıyla kırılır. Diğer bir deyişle, güneş ışığı farklı kırılma niteliklerine sahip ışıklardan oluşur. Bu çıkarımlar renk ve kırılabilirlik gibi iki olguyu açıkça birbirine bağlamaktadır. Newton bu deneysel araştırmalarından şunu

anlıyor: Sanıldığı gibi beyaz ışık temel değil, renkler başlangıçtan itibaren bu ışığın içinde var. Prizma elekten geçiriyormuş gibi renkleri ayrıştırıyor. Her renk prizmada değişik açılardan kırılmaya uğruyor. Newton'un oluşturduğu bu renk kuramının önemli bir yönü matematiksel bir temele dayanmasıdır. Çünkü prizmada renkler belirli bir açıyla kırılıyor. Dolayısıyla her rengin belirli bir kırılma derecesi, açısı var. Böylece her renk belirli bir nicelikle bağdaştırılmış oluyor. Bu deneysel araştırmaları sonucunda Newton, ışığın kırılmasıyla renk arasındaki bağıntıyı doğru bir biçimde belirlemeyi başarmıştır.

#### Kaynaklar

- Aristoteles, *Meteorology*, İngilizceye Çeviren: E. W. Webster, Great Books of the Western World, Encyclopædia Britannica Inc., 1952.
- Boyer, Carl B., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, Princeton University Press, 1987.
- Newton, I., *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, 1952.
- Sayılı, A., "Aristotelian Explanation of the Rainbow", *Isis*, Cilt: 30, 1939.
- Sayılı, A., "İbn Sînâda Işık, Görme ve Gökkuşağı", *İbn Sînâ: Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, Türk Tarih Kurumu, 1984.
- Sayılı, A., "Al-Qarâfî and his Explanation of the Rainbow", *Isis*, Cilt: 32, 1940.
- Topdemir, H. G., "Kemâlüddin el-Fârisî'nin Gökkuşağı Açıklaması", *Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Cilt: 33, 1990.
- Wiedemann, E., "Über die Brechung des Lichtes in Kugeln nach Ibn al-Haitam und Kamal al-Din al-Fârisî", *Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Societät in Erlangen*, Cilt: XLII, 1910.
- Wiedemann, E., "Theorie des Regenbogens von Ibn al-Haitam", *Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Societät in Erlangen*, Cilt: XLVI, 1914.