

# LEONARDO DA VİNCİ'NİN OPTİK ÇALIŞMALARI

*Hüseyin Gazi Topdemir\**

## Özet

Rönesans'ın önemli temsilcilerinden biri olan Leonardo'nun sanat, teknoloji ve bilim alanlarındaki çalışmalarının irdelendiği makalede, özellikle optik konusundaki düşünceleri üzerinde durulmuştur. Geleneksel düşünce ve anlayışın birçok noktada dışlandığı ve Rönesans'ın yarattığı yeni ortamın gereği olarak farklı düşünceler geliştiren Leonardo'nun optik konusunda dikkat çeken ilk katkısı ışığın niteliğinin dalga olduğunu ileri sürmesidir. Bunun dışında enine dalga fikrini de geliştiren Leonardo, sanat ve teknoloji tarihinde olduğu kadarıyla optik tarihinde de önemli bir sima olduğunu kanıtlamıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Rönesans, Optik, Işık, enine dalga, teknoloji.

## Abstract

Leonardo is one of the major representatives of the Renaissance. In this article, Leonardo's art, the areas of science and technology studies are discussed. Especially focused on ideas about the optical. Which is one of the important representatives of the Renaissance, Leonardo's art, technology and science work areas scrutinized in this article is and mainly focused on ideas about the optical. Excluded from traditional ways of thinking and understanding, and in many places as required by the new environment created by the Renaissance, Leonardo developed different ideas abo-

\* Prof. Dr.; Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Felsefe Bölümü, topdemir@hotmail.com

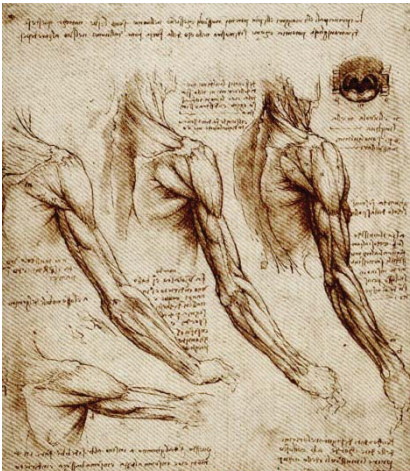
ut the optical quality of the light striking and the his first contribution is the next wave lasting. In addition, Leonardo who developed the idea of transverse wave, has proved that he is also an important face in the history of optics as far as the history of technology and art.

**Keywords:** Renaissance, optical, light, transverse wave, technology.

### Giriş

Rönesans'ın simge kişilerinden biri olan Leonardo da Vinci (1452-1519), özgün bir eğitim almamış, ancak zamanını aşan estetik, perspektif ve teknolojik keşiflerde bulunmasını sağlayacak bilgileri bir ressam, heykeltıraş ve mimar olan Andrea del Verrocchio'dan (1435-1488) almıştır. İlk çalışmaları çizim ve heykele ilişkin olmasına ve bütün hayatı boyunca mühendislik problemleriyle de ilgilenmesine karşın, Leonardo ünlü bir ressamdır. Perspektif bilgisinin bütün olanaklarını kullanarak yaptığı ve resim sanatının harikası olan çalışmaları, matematiğin, gözlemin ve tutkunun somut simgeleri olarak tarihe mal olmuşlardır. Bu tutku öylesine sürükleyici bir hal almıştır ki, Leonardo insan bedenini daha mükemmel betimlemek için anatomi, doğa içerisinde insanın konumlanması ve bedenün örgün yapısını oluşturan organlar arasındaki matematiksel oran ve oran-

Rönesans'ın büyük ressamı, bilgini ve mucidi Leonardo da Vinci



Farklı açılarda omuz ve kol kasları

tıyı bire bir uygulayabilmek için de devrinin matematikçilerinden Leon Battista Alberti ve Pietro della Francesca ile perspektif çalışmaları yapmak gereksinimi duymuştur. Onun gerçekliği olduğu gibi kavrama tutkusunu ileri bir noktaya götürdüğünün en güzel örneği de başta insanın yapısal özelliklerini olduğu gibi betimleyebilmek için dokular arasına zerk edildiğinde kısa zamanda donan bir madde vererek, yapıyı tespit edip en ince ayrıntısına kadar doğru bir şekilde belirlemek için enjeksiyon

tekniklerini uygulamasıdır. Bu çalışmaları sonucunda, özellikle kalp, mide, muhtelif damarlar ve kasların yapısını günümüze en uygun şekilde belirlemeyi başarmış, kalbin kapakçıkları ve hareketi üzerinde dikkatini yoğunlaştırarak, kalbin adeta bir tulumba şeklinde çalıştığını belirtmiştir.

### Çok Yönlü Bir Bilgin Olarak Leonardo



Leonardo'nun tasarladığı dev tatar yayı

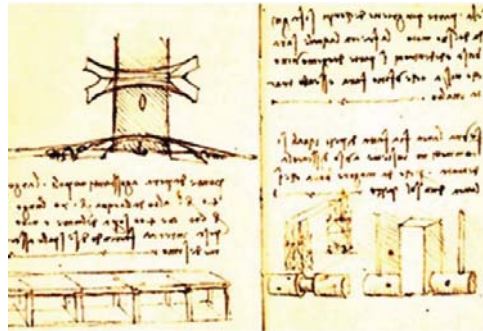
Tarihte eşine az rastlanan çok yönlü bilginlerden biri olan Leonardo, aynı zamanda teknolojiye de merak duymuş ve geliştirdiği çeşitli tekniklere ilişkin düşüncelerini 1448'de Milano dükü Lodovico Sforza'ya gönderdiği bir mektupta açıklamıştır. Leonardo bu mektubunda her biri mühendislik yönünü açığa vuran bir kanıt niteliğindeki, nasıl köprü yapılacağından, düşmana ait köprülerin nasıl imha edileceğinden, merdivenlerden, toplardan ve diğer savaş araçlarından, kuşatma ve hendek açma yöntem ve tekniklerinden söz etmiştir. Böylece



Leonardo'nun helikopter tasarımı

ortaya koyduğu ürünlerden Leonardo'nun ilgilerinden birinin dev yaylar, helikopter, denizaltı gibi çeşitli makinelerin, araç ve gereçlerin tasarımı, diğerinin de optik, perspektif, ışık, gölge, renk ve estetik gibi bilim ve sanat alanlarıyla ilgili olduğu anlaşılmaktadır.

Makinelere olan gereksinimin ve makinelerin açtığı muazzam olanakların farkında olan Leonardo, adeta günümüzde sıklıkla dile getirilen çevre kirliliğinden



Leonardo'nun halic için tasarladığı köprü

kurtulmanın yollarını da düşünerek, su ve hava gücünden yararlanılması gerektiğini belirtmiştir. Hava gücünden sadece rüzgâr değirmenleri için değil, kuşların kullandığı biçimiyle de yararlanılabileceğinden söz etmiştir. Konuyu bir deneyci, bir mühendis gibi ele alan Leonardo kuşların kanatlarının uyumunu, esnekliğini, değişik çeşitte pek çok tüyü, uçmak, süzülme, denge sağlamak, yere inmek ve rüzgâra karşı korunmak için kullanılan kuyrukları dikkatlice gözlemlemiştir. Böylesi karmaşık, ancak doğru gözlemler, 19. yüzyıla kadar tekrarlanamamıştır. Bu yüzden Leonardo havacılığın öncülerinden biridir.

Milano'da geçirdiği dönemde (1482-1500) Leonardo, mühendislik alanında ard arda buluşlar yapmış, bunlardan bazılarını 1503 yılında Osmanlı Sultanı II. Beyazıt'a yazdığı bir mektupta açıklamıştır. Bu mektupta Haliç'in üzerine yapmayı tasarladığı bir köprüyle, gemilerde biriken suyu tahliye edecek bir su çarkından ve bir yel değirmeninden söz etmektedir. Ancak önerisi kabul edilmemiştir.

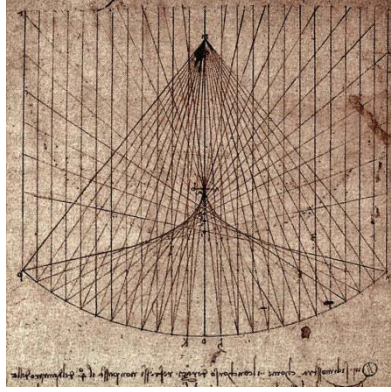
### **Işık ve Renk Ustası Olarak Leonardo**

Leonardo, büyük bir sanatçı ve mühendis olmasının yanında kuramsal bilgisi derin olan bir bilim insanıdır da. Özellikle ressam olması ve perspektif bilgisine duyduğu gereksinim, onu optik konusuyla da ilgilenmeye sevk etmişti. Aslında Ortaçağ entelektüelleri ışığın, düz çizgilerde ilerlediğini, merceklerden geçebildiğini, aynalarda yansıdığını ve bütün bu süreçlerde izlediği yolların geometri yasalarına uyduğunu biliyorlardı. Bu bilginin köklü kaynağı kuşkusuz Ortaçağ optiğine damgasını vuran, İbn el-Heysem'di. *Kitâb el-Menâzır* (Optik Kitabı) adında yedi ciltlik bir kitap kaleme almıştı. Bu kitabın, 13. yüzyıldan itibaren *Opticae Thesaurus* (Optik Hazinesi) adıyla yapılan Latince çevirisi bütün Avrupa'da tek başvuru kaynağı haline gelmişti. İbn el-Heysem, görme ve göz anatomisiyle ilgili ayrıntılı tartışmalara yer vermiş, ışınların ışıklı nesnelere düz çizgiler halinde her yöne dağıldığını ileri sürmüştü, yansıma yasalarını kanıtlamış, kırılma yasalarını ifade etmeye çok yaklaşmıştı. İbn el-Heysem'in bu yapıtı birçok Avrupalı düşünürü derinden etkiledi. Bu düşünürler arasında Polonyalı filozof Silesialı Witelo, İngiliz John Pecham ve Roger Bacon da vardı. Leonardo, İbn el-Heysem'in geliştirdiği optik bilgileri bu düşünürlerin kitaplarından öğrenmişti (Capra, 2009, s. 218).

Verrocchio'nun atölyesindeki ilk günlerinden beri Leonardo, mercekleri bilemeye ve bir şeyleri yakmak yapmak için gün ışığını odaklandırmak amacıyla çukur ayna kullanmaya aşinaydı. Hayatı boyunca yakıcı ayna tasarımlarını geliştirmeye çalıştı ve optik kuramıyla ciddi bir biçimde ilgilenmeye başladı. Işık aynalarda uğradığı değişimlerin geometri-

riyle ilgili olduğunu bilen Leonardo, yansıyan ışınların girift bir biçimde kesişmesine hayrandı. Onları, yollarını paralel ışıklardan merkez noktaya da noktalardaki yansımalarına kadar takip edeceği bir dizi kusursuz diyagramda inceledi. Küre aynalarda, ışınların merkezi eksen boyunca bir alanda toplandığını gösterdi. Parabolik aynalar ise tüm ışınları tek bir noktaya topladığı için gerçek “yakıcı aynalar”dı (Capra, 2009, s.218).”

Leonardo, geometri aracılığıyla yaptığı incelemelerinde, yansıyan ışınları, her noktada (yansıtan yüzeye dik olan) aynanın yarıçapını çizerek oluşturdu ve sonra yansıma yasası olarak adlandırılan ilkeyi kullanarak, geliş açısının yansıma açısına eşit olduğunu buldu. Bu yasa İbn el-Heysem tarafından biliniyordu, ama Leonardo onu sadece ışığın yansımaya değil, duvara atılmış bir topun sekmesinin mekaniğinde ve sesin yankısında da kullandı. *Manuscript A'*’da, “Topun duvara çarptığı ve geri sektiği çizgi, duvarda iki eşit açı oluşturur. Daha sonra ekler: “Ses, aynada görülen bir nesneye benzer (Capra, 2009, s. 219).”



Leonardo'nun küresel çukur aynada ışık ışınlarının izlediği yollara ilişkin çizimi

Leonardo'nun optik çalışmalarının büyük bir çoğunluğu, ışığın nesnelere üzerine düşme etkisi ve gölgelerin doğaları üzerinedir. Bir ressam olarak ışığı ve gölgeyi incelikli kullanan Leonardo, *Manuscript C'*’de resim çalışmasında peyzajda, ağaçlarda ve insan yüzlerinde ışık ve gölgenin nasıl kullanılacağına ilişkin pratik tavsiyeleri yer almaktadır. Bu çalışması aynı zamanda gölgenin doğası, parıltı ve ışık arasındaki fark, kontrastların niteliği, renkleri bir araya getirme ve bunlarla ilgili diğer konular üzerine soyut tartışmaları içerir. Leonardo'ya göre, gölge resim biliminin temel öğesidir. Çünkü resmedilmiş yüzeyin arka planında ortaya çıkarak, ressamın katı cisimleri rölyefte etkin bir biçimde temsil etmesini sağlar. Konuyla ilgili şu tümceleri ilgi çekicidir:

“Her ışık geçirmez cisim ışık ve gölgeyle çevrelenmiştir, tüm yüzeyi de ışık ve gölgeyle kaplanmıştır... Bunun dışında gölgelerin kendi içlerinde karanlık dereceleri vardır, çünkü ışığın değişik miktarlarda yokluğundan kaynaklanırlar... Uygulandıkları cisimi sararlar.” (Capra, 2009, s.220).

Leonardo, ışık ve gölge arasındaki etkileşimin çetrefilliğini bütünüyle anlamak için küreler ve silindirler üzerine ışığı düşen lambalarla bir dizi karmaşık deney tasarladı. Işıklar birbirini kesiyor ve yansıyarak sonsuz çeşit gölge yaratıyordu. Nesnenin kendisine yönelmiş *asıl gölgeler* ile nesnenin havaya ve diğer yüzeylere düşürdüğü *ikincil gölgeler* arasında ayırım yaptı (Capra, 2009, s. 220).

Leonardo'nun, yukarıda söz konusu edilen *Manuscript C* kodlu çalışmasında, döneminin genel kabulünün aksine ışığın doğasını dalga olarak kabul ettiği anlaşılmaktadır. Ancak kuşkusuz ki, Leonardo'nun 19. yüzyılın sonlarında Thomas Young'ın açıkladığı anlamda bir ışık dalga modeli geliştirdiğini söylemek abartılı olacaktır. Bununla birlikte, Leonardo'nun, bazı bakımlardan, kesinlikle Christian Huygens'ten daha ileride olduğu da çok açıktır. Çünkü Huygens, titreşimin neden olduğu enine dalgalardan hiç söz etmemiştir. Tam enine dalga gibi bir terim kullanmamasına karşın, Leonardo'nun suya atılan taşların yarattığı dalgalara ilişkin analogik açıklamasında, kesinlikle enine dalgaları betimlediği görülmektedir. Şu alıntı bunu açıkça göstermektedir:

*“Diyorum ki: İki küçük taşı aynı anda durgun bir su tabakasının bir-birinden biraz uzak iki noktasına doğru fırlatırsanız, iki çarpma noktasının çevresinde ayrı ayrı sayısız daire oluştuğunu gözlersiniz. Bu daireler büyüdükçe, birbirini yarıp kesişirler. Bununla birlikte, taşların çarptığı noktalar her bir dairenin merkezi olarak kalır. Bunun nedeni, hareket ediyormuş gibi görünmesine karşın, suyun ilk konumundan ayrılmamasıdır; çünkü taşların açtığı delikler hemen kapanır. Dolayısıyla suyun çabucak açılıp kapanmasının yarattığı hareket yalnızca, yer değişikliğinden çok titreşim denilebilecek bir sarsıntıya yol açar. Neden söz ettiğimi, daha iyi anlayabilmek için, hafifliklerinden ötürü su üstünde yüzen saman saplarını izleyin. Dairelerin oluştuğu altlarındaki dalgalara karşın, ilk konumlarından ayrılmadıklarını gözlersiniz. Suyun tepkisinin hareketten çok titreşim olması nedeniyle, daireler buluştuklarında birbirlerini bozamazlar. Ayrıca suyun niteliğinin her yönde aynı olması yüzünden, su parçaları titreşimi, yer değişikliği olmaksızın, birbirlerine aktarırlar. Böylece aynı konumda kalan su, titreşimi bitişik parçalarına kolayca iletir. Onlar da, gücü giderek azalmakla birlikte, diğer komşu parçalara iletirler (White, 2001, s. 194).”*

Hiç tereddüde yer vermeden enine dalga kavramını başarıyla betimleyen bu cümleler, Leonardo'nun çağının bütünsel açıklamayı hedefleyen genel anlayışı bağlamında giderek, sadece suyun değil, sesin ve ışık ışınlarının da dalga biçiminde yayılabileceği düşüncesini geliştirmesine yol açmıştır. Burada özellikle vurgulanması gereken nokta, Leonardo'nun

Huygens'ten çok daha önceden ışığın doğasının dalga nitelikli olabileceğini tasarlamış olmasıdır. Huygens'in *Traite de la Lumiere* adlı çalışmasının yayım tarihinin 1690 olduğu göz önüne alındığında, bu durum daha açık olarak anlaşılmaktadır.

Bununla birlikte, her şeyden önce Leonardo'nun bir Rönesans bilgini olması ve bunun getirdiği eski ve yeni arasındaki kalmışlığın da çalışmalarına yansdığı görülmektedir. Bir yandan evreni bütün boyutlarıyla kavrayan ve bu anlamda bütünselliği olan evren görüşü geliştirmeyi hedeflerken, diğer taraftan da Rönesans aydınının kendisine değişmez bir kural olarak benimsediği "yeni" bilgi edinme duygusu, sonuçta Leonardo'nun olup biten her şeyi ayrıntılı olarak gözlemlemesine yol açmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda gözlemlediği evrenin birbirinden çok farklı görünen yönlerini birleştirerek bütünsel veya tümel bir açıklama oluşturmayı amaçlamıştır. Bu hedefine ulaşabilmek için de, başlangıç noktası olarak, o günkü bilgi birikimi içerisinde doğasının yeterince anlaşılmış olduğu kabul edilen su dalgalarının hareketini temel alan şöyle bir açıklama modeli tasarlamıştır:

*"Toprağa çarpan toprağın hareketinde, çarpılan parçalar azıcık yer değiştirir. Suyu damlayan su, damlanın düştüğü noktanın çevresinde dairelere neden olur. Havadaki ses daha uzaklara yayılır. Ateşte daha da uzaklara yayılır. Evren içinde akıl da uzaklara yayılır: ancak akıl sınırlı olduğundan, sonsuzluğu kucaklayamaz (White, 2001, s. 198)."*

Açıkçası Leonardo'nun burada dile getirdiği düşünceleri, Aristotelesçi kozmoloji kurgusunun sınırladığı evren içerisinde ortaya çıkan her tür değişimin bir tür "dalga" biçiminde gerçekleştiğinin ileri sürülmesine dayanmaktadır ve anlatımın asıl ilginç yönü ise, Aristoteles'in evren tasarımıyla türetilmiş olan düşüncelerin, çok emin bir biçimde metafizik bir zeminde anlamlandırılmaya çalışılmış olmasıdır. Başka bir deyişle, toprak, su, hava ve ateş biçiminde düzenlenmiş bir evrende, her unsur etkisini dalga biçiminde yaymaktadır. Bu tasarım akıl için de geçerlidir ve aklın ürettiği düşünce dalgaları da bütün evrene yayılmaktadır (White, 2001, s. 199).

Bu anlatımlar, Leonardo'nun döneminde, hala geleneksel Antik Yunan düşüncesinin etkili olduğunu, ancak yeni açıklama modelinin dayandığı pek çok motifin İslâm ve Hıristiyan düşüncesinden türetildiğini göstermektedir. Burada her tür etkileşimin dalgalar yoluyla gerçekleştiği sayılı, teolojik bir akıl öğretisini de kapsayacak şekilde tümelleştirilmiş ve böylece bütün varlık modları tek bir açıklamaya konu edilmek istenmiştir.

Yukarıdaki alıntılar, aynı zamanda bu dönemde hala ışık olgularının anlaşılmasına ve açıklanmasına yönelik temel düşüncelerin Platon ve Aristoteles'ten türetilmiş argümanlara dayandığını göstermektedir. Ancak, bununla birlikte, Leonardo'nun açıklamaları göz önünde bulundurulduğunda, onun aynı zamanda yeni bir ışık tasarımı geliştirmek istediği de gözden kaçmamaktadır. Çünkü her şeyden önce, her tür yayılımın dalga biçiminde olması gerektiği savı, bu yeni tasarımın ipuçlarını verecek özellikler taşımaktadır. Bu durumun ilk önemli ve dikkat çeken yönü de ışık dalgalarının yayılım hızına ilişkin olarak Leonardo'nun ortaya koyduğu savlardır.

Aslında, bu dönemde sahip olunan optik bilgiyi sınırlayan temel kuramsal yaklaşım, Klasik Dönem İslâm Dünyası'nda yetişmiş İbn Sînâ ve İbn el-Heysem gibi, bilim insanlarının düşüncelerinden türetilen ve daha çok Roger Bacon, Pecham ve Witelo tarafından savunulan geleneksel düşüncelerden oluşmaktadır. Bu düşüncelere göre, ışık ışınları kaynaklarından doğrusal çizgiler boyunca çıkmakta ve sonsuz veya ansal bir hızla bütün evrene yayılmaktaydı. Bacon, Pecham ve Witelo'dan çok sonra yaşamış olmasına karşın, Galileo'nun bile hala ışığın hızının sonlu mu, sonsuz mu olduğu konusunda net bir fikri olmadığı ve eğer sonsuz değilse, olağan üstü hızlı olmalıdır dediği dikkat çeken bir durumdur. Konuya bu bağlamda yaklaşıldığında, Leonardo'nun ışığın dalga biçiminde yayıldığı savından sonra ikinci bir başarısının daha bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu da yine onun Rönesans düşüncesinin temel motifi olan "yeni"yi arama tutkusunun bir sonucudur ve bu yeni arayışı Leonardo'nun döneminin yaygın düşüncesine karşı çıkmasına ve ortada kanıtlanmış bir doğruluk olmadığına göre, "neden ışığın hızı sonlu olmasın" sorusunu sorabilmesine olanak tanımıştır. Artık Leonardo için ışık geleneksel sayılıntının aksine, sonlu bir hızla yayılmaktadır. Leonardo, bu kabulünü ilginç bir biçimde ışığın kaynağı ve yayılımını göz önüne alan ve yine bütünsel bir açıklama bağlamında ileri sürmekte ve sonlu bir hızla yayılan ışık ışınlarının kaynağının da göz değil, nesne olduğunu doğru bir biçimde ifade etmektedir. Her ne kadar bu düşünce anlayışının mimarı İbn el-Heysem olsa da, ışığın kaynağının nesne olması ve sonlu bir hızla yayılması doğruluklarını bir arada savunma düşüncesinin de Leonardo'ya ait olduğunu belirtmek gerekir (Topdemir, 2007, s.153). Aşağıdaki cümleler bu durumu bütün ayrıntısıyla ortaya koymaktadır:

*"Gözün görme gücünü, görsel ışınlarla kendisinin yayması mümkün değildir; çünkü açılır açılmaz bunu salacak [gözün] o ön kısmının, cisme doğru gitmesi gerekir ve o bunu, belirli bir süre geçmeden yapamaz. Böyle olunca da, göz Güneş'i görmek istediğinde, onun bir ayda aldığı yol kadar hızlı gidemez. İster istemez peşine düşmesi zorunlu*

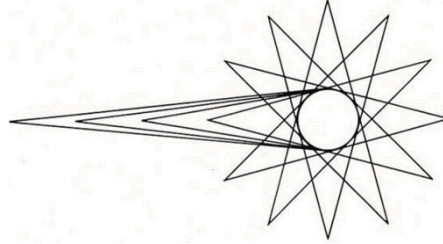


*Güneş'e ulaşsa bile; sürekli olarak gözden Güneş'e uzanan kesintisiz bir doğrultuda kalması gerekir. Ayrıca (bu ışınlar) her zaman, Güneş ile göz arasındaki bir piramidin tabanıyla tepe noktasını oluşturacak biçimde, birbirlerinden uzaklaşmalıdır. Bu durumda, eğer göz milyonlarca dünyadan oluşsaydı; bu yine de kendi yaydığı gücünü onu yok etmesini önlemeye yetmezdi. Eğer bu güç, havada kokular gibi yol alsaydı; rüzgârlar onu savurup başka bir yere taşırdı. Ancak gerçekte biz Güneş'in kütesini, bir ulna [yaklaşık bir metre] ötedeki bir cismi gördüğümüz hızda görürüz. Ayrıca görme gücünü ne esen rüzgârlar, ne de başka bir beklenmedik durum engeller." (White, 2001, s. 200)*

Bu alıntıda dört önemli nokta dikkati çekmektedir:

1. Görmeye neden olan ışınların (görme gücü) kaynağının göz değil, nesne olduğu sayıltısı,
2. Işığın sonlu veya belirli bir hızla yayıldığı ileri sürülmesi,
3. Görmenin geometrik yapısının piramit biçiminde olduğunun kabul edilmesi,
4. Görme gücünün ortam tarafından etkilenmediğinin ileri sürülmesi.

Birinci sav, bütünüyle İslâm Dünyası'nda edinilmiş bir bilgidir ve İbn el-Heysem'in derin etkisini göstermektedir. İkinci savın önemi ise kendisine gelene kadar bütün optikçilerin ve kendisinden sonra optikle ilgilenmiş Galileo, Descartes ve Huygens gibi birçok bilim insanının benimsemiş oldukları ışığın sonsuz bir hızla hareket ettiği düşüncesine karşılık, Leonardo'nun doğru olarak sonlu hızı kabul etmiş olmasıdır. Buna karşılık üçüncü sav ise Ptolemaios ve onun Ortaçağ izleyicilerinden

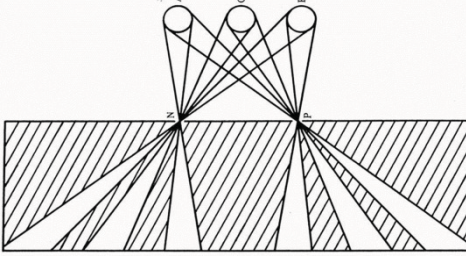


Leonardo'ya Göre Küresel Bir Nesnenin Çevresinde Oluşan Yayılım Piramitleri

Pecham'ın görüşlerinden türetilmiştir. Burada ilginç olan yön, yayılımın genellikle koni biçiminde olduğu şeklindeki yaygın kanının aksine Leonardo'nun çok daha az kabul gören piramit düşüncesini benimsemiş olmasıdır. Bu aslında onun görme kuramının da temelini oluşturmaktadır (Lindberg, 1976, s.159). İlk iki sav bütünüyle ışık kaynağı ve yayılımın biçimine yönelik bir anlam taşımaktadır. Çünkü Leonardo'ya göre, nesnelere kendilerini sarmalayan saydam ortam içerisinde bütün yönlerde kendi bi-

çimlerini taşıyan ışınsal yayılım göndermektedir. Bu ışınlar doğrusal çizgiler boyunca yayılırken birbirlerine yaklaşmaktadırlar ve böylece tabanı nesnede, tepesi ise ortam içerisindeki bir noktada bulunan piramitler oluşmaktadır.

Leonardo'nun bu belirlemesinin temelinde yatan düşünce, her bir nesnenin onu sarmalayan havayı tamamen kendi görüntüsüyle doldurduğu sayılıstır. Diğer taraftan ona göre, hava aynı anda diğer sayısız nesnenin görüntülerinin de yer almasına izin veren bir ortamdır. Ancak bunların hiçbiri diğerine karışmaz, tıpkı dar bir aralıkta birden fazla nesnenin görüntüsel verisinin karışmadan geçmesi ve her birinin kendi görüntüsünü oluşturması gibi (Lindberg, 1976, s.156).



Leonardo'nun İki Aralıklı  
Yayılım Açıklaması

Bu şekilde A, C, E nesnelere, N veya P aralığına görüntüsel veri göndermektedirler. Ancak bu veriler N veya P aralığında karşılaşmalarına rağmen, karışmaksızın ve iç içe girmeksizin kendi görüntüsünü oluşturmaktadır.

Leonardo'nun bu açıklamasının da orijinal olmamakla birlikte, tamamen doğru olduğunu belirtmek yerinde olur. Çünkü bu düşünceler de yine İbn el-Heyssem tarafından geliştirilmiş ve karanlık oda olgusunun değişmez bir ilkesi olarak çok daha önceleri ileri sürülmüştür. Durum ne olursa olsun, Leonardo üzerinde ünlü Müslüman bilginin derin etkisi açıkça görülmektedir. İbn el-Heyssem bu konuda şunları belirtmektedir:

*“Işıkların ve renklerin havada ya da benzeri saydam nesnelere karışmadığı açıktır. Işıkların karanlık bir mekâna geçip, oradaki bir perde üzerine düştüğü bir aralığın (deliğin) önünde farklı uzaklıkta ve şekilde yerleştirilmiş çok sayıda mumun ışığı, mumların konumuna göre farklı şekilde bu perde üzerinde ortaya çıkarlar. Aralıktan doğrusal bir çizgi boyunca geçen her bir mumun görüntüsü perdede tersi bir konumda ortaya çıkar. Eğer mumlardan birisi örtülürse, yalnızca o mumun görüntüsü ortadan kalkar; örtü kaldırılırsa, ışık geri gelir... Bu demektir ki, ışıklar havada karışmazlar ve doğrusal çizgiler boyunca yayılırlar.” (İbn el-Heyssem, 1989, s. 90)*

Dördüncü sav ise, Galenos'un savunduğu ortam düşüncesine İbn Sînâ'nın yaptığı karşı çıkışın izlerini taşımaktadır ve düşüncenin ana çizgisi İbn Sînâ'nın “görme bireysel bir olgudur” savına dayanmaktadır.

Bu başarılı yaklaşımlarının yanında Leonardo, aynı zamanda "Doğadaki her eylem, mümkün olan en kısa sürede gerçekleşir" diyerek Ferma'tın "en az zaman ilkesi"nin öncelemesini de gerçekleştirmiştir. Ancak, Leonardo'nun optik bilgilerinin tarihsel değerini asıl yükselten boyut, onun dalga mekaniğine ilişkin öngörülerinde yatmaktadır. Bu bağlamda su dalgalarının devinimlerine ilişkin gözlemlerinden genel ve kapsayıcı bir dalga mekaniği oluşturabilmiştir. Şu cümleler bunun açık kanıtlarıdır: "Taş durgun suya fırlatılırsa, daireler merkezlerinden eşit uzaklıkta olacaktır. Ancak eğer bir akıntı varsa, bu daireler yumurta biçimini alıp, basık bir hale gelecekler ve akıntı boyunca, merkezleriyle birlikte yaratıldıkları noktadan uzaklaşacaklardır." (White, 2001, s. 201).

Leonardo'nun başarılı olduğu bir diğer nokta da, prizma aracılığıyla beyaz ışığı bileşenlerine ayırmasıdır. Gerçekleştirdiği bir deneye ilişkin sunları yazmıştır:

"Su dolu bir bardağı, Güneş ışınları diğer yanından üstüne vuracak biçimde, denizliğe yerleştirirseniz; bardağın içinden geçen ve pencerenin altındaki karanlığa düşen Güneş ışınlarının izinde daha önce değinilen renklerin oluştuğunu görürsünüz. Burada göz kullanılmadığına göre, tam bir kesinlikle bu renklerin hiçbir şekilde gözden kaynaklanmadığını söyleyebiliriz." (White, 2001, s. 202)

Daha sonra Newton'un hakkıyla ele alıp açıklayacağı renk ve doğası konusuna ilişkin Leonardo'nun yaklaşımının en ilginç yönü, rengin doğada Güneş ışığında bulunduğunu açıkça belirtebilmiş olmasıdır. Bilindiği üzere, renk konusunda özellikle İslâm Dünyası'nda büyük çaplı deneysel araştırmalar gerçekleştirilmiştir. 1320'de ölen Kemâlüddîn el-Fârîsî içi suyla dolu cam küreler kullanarak gökkuşağının açıklanması bağlamında başarılı bir şekilde birincil ve ikincil renk yaylarını belirlemeyi başarmıştı. Leonardo'nun çalışmalarında böylece Klasik Dönem İslâm bilgi birikiminin ne denli derin izler bıraktığını anlamak olanaklı olmaktadır.



Leonardo'nun Osmanlı Sultanı II. Bayezid'e yazdığı mektup

Leonardo'nun üzerinde durduğu bir diğer konu da kırılmadır. Ancak bu konuda yaptığı açıklamalardan, onun da öncülere gibi konuyu sadece gözlemlenmekle yetindiği ve matematiksel bakımdan ele almadığı dikkat çekmektedir. Bununla birlikte atmosferik kırılma ve Gökyüzünün mavi görünmesinin nedeni konusunda son derece tutarlı belirlemelerde bulunmayı başarmıştır. Bu konuda şunları ileri sürmüştür:

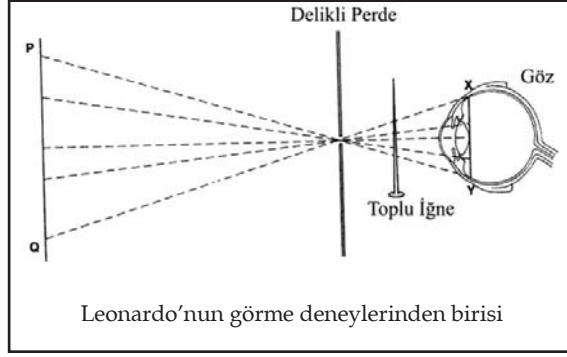
*"Diyorum ki, atmosferde görülen mavi kendi rengi değildir. Buna ısınarak buharlaşan nemin, görülmez küçük küçük parçacıklara dönüşmesi neden olur. Güneşin ışın demetleri bunları kendilerine çeker ve ateşin, bunların üstünü örten, derin ve koyu karanlık bölgesinde ışıklar görünmelerine yol açar." (White, 2001, s. 206)*

Optik alanındaki bu buluşların, Leonardo'nun en parlak bilimsel başarılarını temsil ettiği anlaşılmaktadır. Ancak hepsi bu değildir. Aynı zamanda büyük bir resim ustası olması onun ilgisini yalnızca ışık ve gölge konularına değil, bu sanatın gerektirdiği bakışım, yani perspektif ve görme konularına da yönelmesine yol açmıştır. Başlangıçta gözün, ortak duyu aracılığıyla algıladığı şeyin dünyanın gerçek görüntüsü olduğuna inanmakla birlikte, optik alanındaki incelemelerini sürdürdükçe bu kanısının doğru olmadığını fark eden Leonardo, 1513 yılı sonlarında Roma'da yaptığı bir dizi deneyin ardından, dışarıdaki cisimlerin imgelerinin oluşmasında gözbebeğinin tamamının etkin olduğunu düşünmeye başladı ve bu bağlamda "Gözbebeğinin her yanı *virtù visiva*'ya (görme gücüne) sahiptir" (White, 2001, s.332) sonucuna ulaştı. Yine bu deneyleri sonucunda ışığın basitçe alıcı bir yüzey üstüne düşüp, "sensus communis" aracılığıyla yorumlanmadığını anladı.

Ortaçağ'da geliştirilen ışık ve görme kuramlarından haberdar olan Leonardo, böylece karanlık oda kuralını görme sürecinin anlaşılmasına uyguladı. Onun gözü tıpkı bir karanlık odaya benzetmesi, herhangi bir nesnenin gözdeki görüntüsünün nasıl oluştuğunun anlaşılmasına olanak tanıdı ve sonuçta gözde görüntünün ters dönmüş olarak gerçekleştiği ve buna bağlı olarak görme sürecinin tamamı anlaşılabilir. İbn el-Heysem ve onun izleyicileri görsel çizgilerin göz içerisindeki kesişme olasılığını göz önüne alırken ve tersine dönmüş görüntünün söz konusu olmadığını ileri sürerlerken Leonardo görüntünün optik sinir tarafından alınmadan önce ikinci kez tersine döndüğünü ve böylece görüntünün son noktada düz bir şekilde ortaya çıktığını açıkladı (Eastwood, 1986, s. 413).

Leonardo bu konudaki çalışmalarını deneysel ve tarihsel boyutlarıyla sürdürdüğü sıralarda gerçekleştirdiği bir deneyin sonucunda, daha önce keşfettiği karanlık oda kuralını, bu kez gözün görme sürecine uygulanabileceğini anlamıştır. Yaptığı deney ve ulaştığı sonuç şöyledir:

Öncelikle, üstünde küçük bir delik bulunan bir mukavvayı, gözünden yaklaşık onbeş santimetre uzağa yerleştiren Leonardo, ardından bir pim ya da iğne gibi ince bir cismi gözüyle mukavva arasında hareket ettirerek, cismi göz kapağına değecek kadar yaklaştırıp mukavvaya paralel duracak biçimde bir aşağı bir yukarı oynattığında, iğnenin hem gerçekte hareket ettirdiği yönün tersine hareket ediyormuş gibi hem de sanki mukavvanın arkasındaymış gibi görüldüğünü ve bu durumun, dar bir aralıktan geçen ışık ışınlarının tersyüz olması nedeniyle gerçekleştiğini belirlemiştir (White, 2001, s. 334-335).



Bu bilgilerden, Leonardo'nun bazı başarılarının aslında onun hem Rönesans Dönemi'nin önemli bir ressamı olmasından, hem de belirli ölçülerde anatomi çalışmış olmasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Aslında Rönesans sanatçıların büyük çoğunluğu, uğraşları gereği zaten perspektif, ışık ve gölge konularındaki araştırmalara büyük ilgi duymaktaydılar. Ancak yaptığı araştırmalar ve ulaştığı sonuçlar açısından ele alındığında, en büyük ilgiyi Leonardo'nun gösterdiğini söylemek gerekmektedir. Yine şurası da açıkça anlaşılmaktadır ki, her ne kadar gözün anatomisi konusunda bütünüyle başarılı olmamışsa da, bir sanatçı ve mühendis olmanın getirdiği olguların algılanmasına yönelik pratikliğin sağladığı avantajlarla, hem Orta Çağ'da, hem de döneminde yaygın ve etkin olan görme kuramından daha başarılı bir kuram ortaya koymayı başarabilmiştir.

Leonardo'nun başlattığı yeni yaklaşımlar, optiğin modern dönemine giden yolda önemli bir adımı temsil etmekle birlikte, yukarıdaki açıklamalardan da açıkça anlaşıldığı gibi, ne görme, ne göz ve ne de ışığın kırılması ve yansımaları konularında modern dönem çalışmalarında gözlemlenen matematiksel açıklama modeliyle karşılaşmamaktadır. Bu durumun asıl nedeni ise Leonardo'nun, Orta Çağ ile Modern Çağ arasında bütünüyle bir geçiş dönemi olan Rönesans Dönemi'nin bir bilgini olmasıdır. Bu yüzden onun düşüncelerinde hem geçmişin ve hem de geleceğin düşüncelerinin izleri bir arada bulunmaktadır.

## Kaynaklar

- Capra, Fritjof. (2009). *Da Vinci'nin Bilimi*, Çeviren: Kıvanç Tanrıverdi, İstanbul.
- Eastwood, Bruce. (1986). "Alhazen, Leonardo and Late-Medieval Speculation on the Inversion of Images in the Eye", *Annals of Science*, Cilt: 43.
- İbn el-Heysen. (1989). *Kitâb el-Menâzır, The Optics of Ibn al-Haytham* adıyla İngilizceye Çeviren: A. I. Sabra, London.
- Lindberg, David C. (1976). *Theories of Vision from Al Kindi to Kepler*, Chicago.
- Nicholl, Charles. (2004). *Leonardo da Vinci*, London.
- Topdemir, Hüseyin Gazi. (2007). *Işığın Öyküsü*, TÜBİTAK, Ankara.
- White, Michael. (2001). *Leonardo İlk Bilgin*, Çeviren: Ahmet Aybars Çağlayan, İstanbul.