

İnsanlık tarihi boyunca birçok görüntüyle karşılaşırız. Mağaralardaki resimlerden, kumaş üzerine yapılan yağlı boya tablolara, fotoğraftan elektron mikroskobuna, Hubble teleskobundan elde edilen görüntülere kadar her yanımız görüntülerle çevrelenmiştir. Bu belki de bir görüntünün, herhangi bir şey üzerine söylenmiş pek çok sözcükten çok daha fazla şey ifade etmesindedir.



Bilimsel Görüntüleme Tarihi

Dünyanın çeşitli yerlerindeki farklı kültürlerde resimlerin yapıldığına tanık olmuşsunuzdur. Bunlar, birçok arkeolog ve sosyal antropolog için o kültüre ilişkin, yaşamsal ve düşünsel kavramlandırma üzerine bilgiler sunmuştur. Bu pratiğin bir sanat biçimine dönüştüğü görülebilir. Ancak estetik algılayışlarımızı tatmin etmenin yanında resimler, görüntülenen nesneyi bize aktarırlar. Rembrant'ın 'Yıldızsız Gece' resmine baktığımızda Hollanda toplumsal sınıflarından kesitler görü-

rüz. Bu resim bize keşiflerden sonra toplumsal yapının nasıl değiştiği konusunda bir fikir verir. Tarihsel çıkarımlar yapmanın yanında resimler, fotoğrafın bugünlerde kullanım amacı doğrultusunda da işe yaramıştır. Örneğin 16. yüzyılda Afrika'dan Avrupa'ya getirilen gergedanın çizilen resimleri, bu egzotik ve garip hayvanı, neye benzediğini Avrupa ülkelerine tanıtmakta kullanılmıştır. Bu gravürler, gergedan gibi daha önce hiç görülmemiş, üzerine hikayeler yazılan hatta mitolojide

tek boynuzlu at olarak geçen bu hayvanın uzak ülkelerde tanınmasını sağlamıştır.

Sanatsal anlayışta resimler bize yeni heyecanlar, algılar ve duygular verir. Ancak bunların da ötesinde pek çoğu, içinde yaşadığımız dünya ve insanlığın yarattığı yapılar, bunların ayrıntıları üzerine bilgiler sunar. İşte salt sanat amacıyla yapılan resimlerin yanında, belli bir noktadan sonra bu ikinci gereksinimimizi karşılayacak resimler yapılmaya ve kullanılmaya başlandı.



İlkçağ Resimleri

En eski resimleri insanların bir zamanlar sığınak olarak kullandıkları mağaralarda görüyoruz. Pek çok sanat kitabı bu resimlerle başlar ve bunları insanlığın ilk sanatsal yapıtları olarak niteler. Bu yorumun gördüğü yaygın kabule karşın, bu resimler üzerine başka görüşler de var. Mağara resimlerinin pek çoğu hayvanları hareket halinde gösterir. Bunun yanında avlanma sahneleri ve hayvana saldırı yöntemlerini gösteren resimler de vardır. Fransa'nın Font-de Gaumme mağarasında, bir tuzakla yakalanan bir mamutun resmi bulunur. Yine Fransa'da Niaux mağarasında bir bizon resmi vardır. Bu re-



Bu iki görüntüde yastıklarımızda bulunan ve saç kaşıntısına neden olan akar (Pediculus capitis) görülüyor. Soldaki görüntü 1898 tarihli bir tahta basımı. Sağdaki görüntü ise polarize ışıkla çekilmiş ve yapay olarak renklendirilmiş bir örnek.

simde ilginç olan, hayvanın yaşamsal noktalarına yönelmiş okların bulunmasıdır. Prehistorik zamana ait Bengal'de bulunan bir resim bir gergedan avını gösterir. Abbé Henri Breuil ve Johannes Maringer adlı iki bilim adamı bu resimlerin yalnızca süsleme ya da sanat amacıyla yapılmadığını iddia ediyorlar. Bu iki bilim adamı, resimlerin günlük yaşam alanının dışında, daha derin mağaralarda bulunmasını, bunların, didaktik amaçlı kullanıldığını ve avlanma üzerine öğretici yöntemler gösterdiğini ileri sürüyorlar. Avlanma öncesi hazırlıkların bir tür ayin içinde gerçekleştirildiği ve bu ayinlerin öğretici yönleri olduğu düşünülürse ileri sürülen görüşler çok da mantıksız değil. Yine de insanoğlu yerleşik hayata geçip, avcılık daha az önemli hale geldiğinde bu resimlerin bırakılıp çanak, çömlek gibi nesnelere üzerinde süslemeye dönük desenlere dönüştüğünü görebiliriz.

Eski Mısır ve Hiyegrolif

Ama resimler çeşitli uygarlıklarda yine karşımıza çıkar. Eski Mısır'da ayrıntılı şekilde yapılmış duvar resimleri bulunur. Firavunun

yaşamını anlatan, tarihsel ve sonraki hayata ilişkin dinsel temaların işlendiği bu resimlerin çoğunda farklı türde hayvan ve bitki resimleriyle karşılaşırız. Mısırlıların birçok alanda olduğu gibi tıp ve eczacılık alanında da belli bir bilgi birikimleri olduğunu biliyoruz. Kimi resimler, yenebilen ve sağaltıcı etkisi olan bitkileri göstermek için kullanılıyor olabiliirdi. Bu gibi konular henüz açıklığa kavuşmamış ve eldeki kısıtlı kaynaklardan çıkarılan tahminler olabileir de, Mısır uygarlığının en önemli temellerinden biri, kullanılan yazıdır. Aslında bu yazının bulunması üzerine Plato'nun Phaedrus kitabında

Socrates özetle şöyle bir hikaye anlatır. Eski Mısır'da Theuth adlı bir tanrı vardır. Bu tanrı aritmetik, ge-

ometri, astronomi gibi bilimlerin ve daha pek çok şeyin yaratıcısıdır. Ama Theuth'un en büyük buluşu "harfler"dir. Bütün Mısır üzerinde hükümlerini sürdüren tanrı Thamus'dur ve Ammon olarak da bilinir. Theuth tanrı Thamus'a giderek buluşlarını gösterir ve bu buluşların Mısırlıların yaşamlarını kolaylaştıracağı düşüncesiyle hepsini tek tek sunar. Thamus buluşlar üzerine sorular sorar ve kimine izin verirken kimini yasaklar. "Harf"lere geldiğinde Theuth bunların insanları daha bilge yapacağına ve daha iyi bir belleğe sahip kılacağına söyler. Thamus bu görüşe katılmaz ve "harf"lerin insanların ruhunda unutkanlığa sebep olacağına, gerçeğe değil, gerçeği sunan bir gerçekliğe inanılacağını söyler. Bu öyküden farklı çıkarımlar yapılabilir. Konu açısından önemli olan nokta 20. yüzyılda yaşamış bir dil bilimci olan Ferdinand Sassage'un yaptığı çalışmalarla ilgili olanı; göstergibilimdir. Thamus gösterge ve gösterilen üzerine konuşurken belki de ilk göstergibilimsel çıkarımlara ulaşıyordu. Ama Mısır'da göstergelerin bir işaret ya da harf olmadan birer resim olduklarını hatırlayalım. Bu, Dünya'daki diğer uygarlıklarda da görülebilir, örneğin Aztek ve Maya yazıları, ya da Çinlilerin Kanji yazıları resimlerden oluşmuştur.



Bilinen en eski görüntülerden biri 400 yılına ait. Crateus'un bitkiler üzerine yaptığı çalışmanın bir kopyasından.



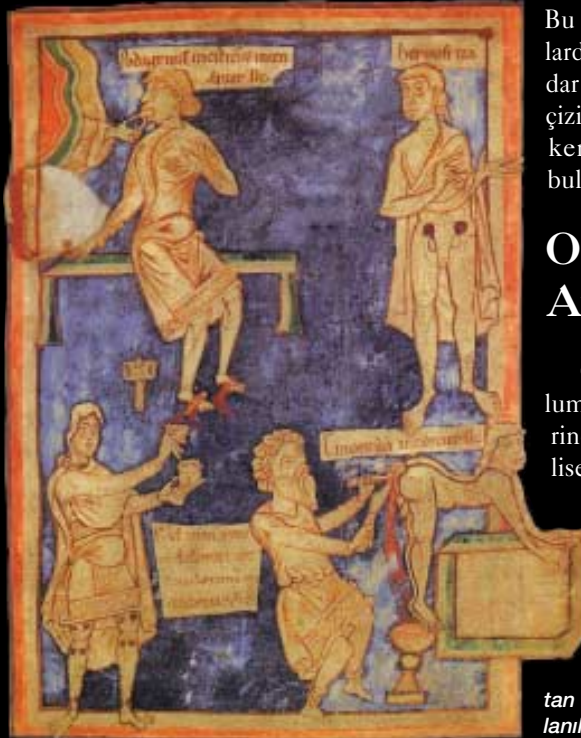
940 yılından bir Çin gökyüzü haritası. Merkez altta Büyük Ayı'yı seçebilirsiniz ancak diğer takım yıldızları bize pek bir anlam ifade etmiyor.

En doğrudan aktarım biçimi olan bu resimler zaman içinde değişerek çizgi haline bürünüp estetik açıdan kusursuz olan harflere dönüşmüştür.

Eski Yunan

Resimlerin harf haline dönüşmesiyle yazılı metinler insanoğlunun bilgi birikimini saklayan en önemli araçlar oldu. Akdeniz'de Yunan uygarlığı altın çağını yaşarken birçok filozofla karşılaşıyoruz. Bu filozoflar doğayı anlamak ve evrenin sırlarını çözmek için çalışmalar yapmıştır. Sokrates, öğretilerini yazılı olarak vermemiştir. Onun öğrencisi olan Plato astronomi, matematikle olduğu gibi sosyal bilimlerle de ilgilenmiştir. Plato'nun öğrencisi Aristoteles ise yüksek gözlem yeteneği sayesinde hayvanlar ve bitkiler alemini sınıflandırmış, fizik ve astronomi üzerine kitaplar yazmıştır. Aristoteles'in bu çalışmalarına resimlerin eşlik ettiği konusunda elimizde yeterli kanıt olmasa da, Ortaçağ'daki Aristoteles çevirilerinde resimlere rastlanır. Adını en çok duyduğumuz bu filozofların bu kadar verimli olmaları ve her konuda yazmaları o zamana kadar varolan bilgi birikimi sayesinde gerçekleşmiştir. Bu bilgi de

öncü Yunan filozofları tarafından sağlanmıştır. Sakızlı Hippocrates "Geometrinin İlkeleri" adlı bir kitap yazmıştır. Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için en azından kendisinin geometrik çizimler yaptığı düşünülebilir. Onu izleyen Pythagoras ve Euclides'in



Ortaçağ'da Avrupa

Ortaçağ'a geldiğinde toplum ve bilimsel çalışmalar üzerinde en büyük güç olarak Kilise kurumunu görüyoruz. Kilise Aristoteles'in öğretilerine sıkı sıkıya bağlıydı. Aristoteles'in mater-

Ortaçağ Avrupası'nda bunun gibi gravürler çeşitli hastalıkların tedavisini anlatan öğretim araçları olarak kullanılıyor olabilirdi.

teorileri günümüzde hâlâ kullanılıyor. İnsanoğlu doğada olmayan düz bir çizgi çekerek teknolojiye yol açacak bir girişimde bulunmuştur. Karelerin, üçgenlerin, çemberlerin çizimiyle alan, hacim gibi bilgilere ulaşılmış ve burada oluşan bilgi birikimi aksiyomatik düşüncenin temellerini oluşturmuştur.

İznik'li Hipparchus astronomiyi bulan kişi olarak bilinir. Güneş tutulmasını hesaplamak için Ay ve Güneş'in hareketlerini inceleyen Hipparchus yaptığı gözlemlerle bir gökyüzü haritası çizmiş ve takım yıldızları belirlemiştir. Onun yaptığı bu belirlemeler modern astronominin temelini oluşturur.

Eski Yunan'da bu bilimsel düşünce büyüdü ve öğretti, kitaplarla ve belki de resimlerle farklı yerlere taşındı. Aslında bilimsel görüntüleme ile ilgili Eski Yunan'a dair kesin kanıtlar olmasa da o dönemlere ait önemli bir yapıt bulunmaktadır. Büyük İskender İ.Ö. 323 yılında öldüğünde generallerinden biri olan Ptolemy Mısır'da bağımsızlığını ilan eder. Üç yüzyıl sürecek olan bu hükümlerlik süresince İskenderiye Kütüphanesi kurulur ve burası dünyanın bilimsel merkezi haline gelir. Bu sürecin son dönemlerinde yaşayan Crateuas bitkilerin sağaltıcı etkileri üzerine çalışmalar yapıyordu. Tıbbi önemi olan kimi bitkileri belirlemiş ve bunların tanınmasını sağlamak için resimlerini çizmiştir. Bu çizimlerden yapılan kopyalardan kimileri günümüze kadar ulaşmıştır. Böyle benzeri çizimler, yanmadan önce İskenderiye Kütüphanesi'nde bulunuyor olabilirdi.



Solda Leonardo'nun insan iskeleti üzerine yaptığı çalışmalar var. Sağdaki görüntü ise Vesalius'un anatomi çalışmaları görülüyor.

yalist bir düşünceye sahip olması bundaki en önemli etkendi. Ruhani ve gerçek olarak ikiye bölünen dünyanın ilk kısmı İncil, ikinci kısmı da Aristoteles'in öğretileri tarafından açıklanıyordu. Öğretilerin çok katı olması da önemli diğer bir nokta. Çünkü Aristoteles'in öğretilerindeki yanlışlıklar pek çok Yunan ve Romalı filozof tarafından gösterilmiş ve kanıtlanmış olsa da, bu düşünceler bir süre sessizliğe bürünecekti. İnsanların ortaya koyduğu yeni buluşlar ve bilimsel gerçekler bile Kilise ve Aristoteles'in öğretilerine aykırı olduğu için bunları ortaya atanların ölümüne bile sebep oluyordu. Ortaçağ'da bilimsel ve teknolojik gelişmenin yavaşladığını söyleyebiliriz. Resimler Eski Mısır'da olduğu gibi dini açıdan kullanılıyor ve İsa'nın hayatını gösteriyordu. Her ne kadar katı bir anlayış hakim olsa da bilimsel çalışmalar sürdürülüyor ve köprü, kilise ve diğer binaların yapımı için teknik çizimin ilk örneklerine dayanılıyordu.

Doğu Bakışı

Avrupa bir duraklama dönemi yaşarken, Yunan düşüncesini alan Arap düşünürler bilimsel açıdan bilgilerini geliştiriyorlardı. Halife Memun'un teş-



Görme üzerine yazılmış bir İslam kaligrafî harikası.

vikleriyle Bağdat bilimsel bir merkez haline geliyor, Yunan filozoflarından çeviriler yapılıyor ve bilim adamları ve filozoflar çalışma yapmak için Bağdat'a davet ediliyordu. Resimleme din tarafından yasaklandığı için bu alanda bir gelişme yoktu. Öte yandan kaligrafî, önem verilen bir sanattı. Böylece görüntüleme farklı bir biçime büründü. Süsleme, yazılı metinler için de önem kazandı. Bu sayede yazılı metinlerin bir tür diyagram halinde verildiklerini görüyoruz. Görme üzerine yazılan bir metin bunun en güzel örneği.

Aslında bütün yasakların kesin kes uygulanamaması gibi, İslam dünyasında da resim örneklerine rastlıyoruz. Bunların pek çoğu savaş ve sosyal hayatı görüntüleyen minyatürlerdir. Bu minyatürlerin yanında El Cezeri'nin yaptığı otomatların, mekanik aygıtların çizimleri de görülür.

Uzak Doğu'ya baktığımızda en eski resimleri Çin'de buluruz. Bunlar cinsel uzuvları abartılmış kadın resim-



William Hunter 'in çizimleri bilimsel görüntüleme tarihinin en başarılı örneklerindedir.

leri, mitolojiye dayalı ejderha ve maymun resimlerinden oluşur. Daha sonra Tao'nun etkisiyle Çin'de, görülenin arkasında gizli olanı bulmak için yapılan resimlerle karşılaşırız. Perspektifi ya da ışık ve gölge oyunları olmayan bu resimler bir bambu dalını, bir dağı, ağaçları ya da hayvanları görüntülemekten çok yaratılan duyguyu aktarmaya çalışan resimlerdir. Çin'de genel gelişim bu yönde olsa da, bilimsel görüntüleme örnekleriyle de karşılaşılır. İ.S. 900'lere ait bir gökyüzü haritası bu resimlerin ilginç örneklerindedir. Ayrıca bir atın üstündeki akupunktur noktalarını ve bunların hangi hastalığın sağaltımına ilişkin olan resim ilk veteriner yazıtlarından biridir.

Bilimsel Görüntülemenin Hız Kazanması

Zamanla birlikte koşullar da değişiyordu. Toplumun yapısında ve algılayışında aydınlanma çağının ilk nüveleri görülebiliyordu. Ancak günümüz anlamında bir bilimsel görüntüleme yapılabilmesi için daha bir hayli zamana gereksinim vardı. Özellikle 18. yüzyıl ve

fotoğrafın bulunuşuna kadar altın çağını yaşayacak olan bilimsel görüntülemenin bu aşamaya gelmesinde deniz yollarının kullanılmaya başlanması, yeni kıtaların bulunup buradaki farklı yaşam türlerinin ilgi çekmesi, akılcılığın toplumda egemen olup bilimsel açıdan pek çok gerçeğin bulunması etkilidir. Napolyon'un Mısır seferinde götürdüğü askerler yanında tüm ülkenin doğa



Dürer'in yaptığı bu gravür daha birçok görüntülemeci tarafından kullanılacaktır. Dürer'in görmeden çizdiği bu resim hayli başarılı.

yaşamı ve tarihini resmeden birçok ressamın bulunması, o dönemde bilimsel görüntülemenin ne kadar önem kazandığına iyi bir göstergedir.

İnsan Görüntüleri

15. yüzyıl ve sonrasında resmin Avrupa'da önem kazandığını görüyoruz. Sanatsal açıdan yapılan resimlerin yanında, insan anatomisi üzerine çalışmalar yapan iki isimle karşılaşırız. Bunlardan ilki Leonardo da Vinci'dir. Büyük bir ressam olmasının yanında, da Vinci Yunan filozofları gibi pek çok şeye birden ilgi duyuyordu. Çalışmalarını çizimlerle yapan da Vinci, bu çalışmalarında insan anatomisinden, mekanik aygıtlar hatta uçmak için kanatlar tasarlamış ve görüntülemiştir. Da Vinci'nin 30'dan fazla kadavrayı kendi elleriyle ayırdığı ve hepsini tek tek incelediği söylenmiştir. Bir başka rivayete göre, da Vinci'nin anatomi üzerine olan çalışmaları Papalık tarafından yasaklanmıştı. Da Vinci'den sonra en önemli isim olarak karşımıza Vesalius çıkar. Bir Yunan filozofu olan Galen'in tıp üzerine olan çalışmalarına bağlı olarak yetiştirilen Vesalius, insan anatomisi ve işleyişi üzerine çalışmalar yapmış ve bunları görüntülemiştir. Vesalius, Galen öğretilerinde 200'ün üzerinde yanlış düzeltmiştir. 17. yüzyılda Descartes'ın bile görme üzerine çizimler yaptığı görülür. Bu yüzyılın en önemli isimlerinden biri William Har-



18. yüzyılda bilimsel görüntülemeler bu iki örnekte görüldüğü gibi canlının tüm evre ve yapılarını resmetme amacı güdüyordu.



vey'dir. Kan dolaşımını bulan Harvey birçok canlıyı incelemiş, Galen ve Aristoteles'i kaynak olarak kullanmış ve çalışmalarını sunduğu "De Mortu Cordis" kitabında kan dolaşımını bir insan kolunu resmederek göstermiştir. 18. yüzyıl'da William Hunter'ın kadvralar ve William Cheselden'in kemikler üzerine yaptığı çalışmalar kusursuzdur.

Hayvan Görüntüleri

Çağlardan beri görüntülenen hayvan ve bitkiler özellikle deniz yolculukları ve yeni toprak ve kıtalardaki farklı canlıların bulunmasıyla hız kazanmıştır. İlk başlarda birçok canlı eski kıtaya getirilse de yolculuk ve iklim farklılıkları yüzünden bunların çok yaşamadığı görüldü. Nitekim Albrecht Dürer Lizbon'a getirilerek sergilenen gergedanı hiç görememiştir; çünkü gergedan Avrupa'ya geldikten sonra kısa bir süre içerisinde ölmüştür. Ancak Dürer'in 1515'te yaptığı bir gerge-

dan resmi bilimsel görüntülemenin en önemli yapıtlardan biridir. Dürer gergedan hakkında anlatılanlar üzerine aldığı notları birleştirerek o zamanlar Avrupa için çok gizemli görünen bu yaratığı görüntülemiştir. Küçük yanlışlıklar dışında Dürer'in resmi o kadar gerçekçidir ki, bu, yeni canlılar üzerine anlatılan bir mitolojinin sonunu getirmiştir. Uzak diyarlardaki canlıları göstermek amacıyla keşif gezileri yapılmaya baş-

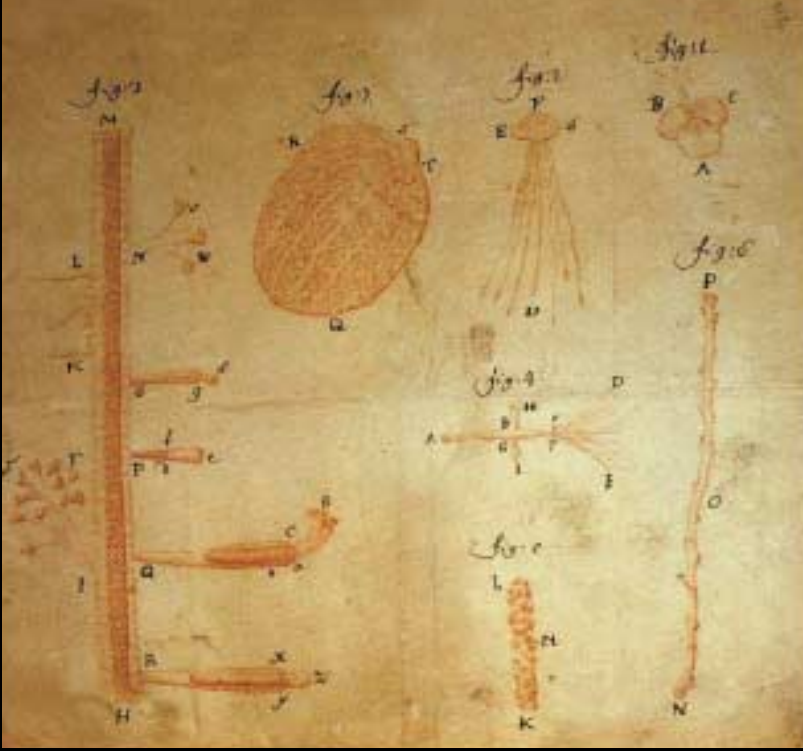


800 yılından kalan bu resim, gerçekçi üslupla yapılan en önemli görüntülerden biridir.

landı. Hatta ticaret gemileri mürettebatına ressam da katılmaya başladı. Özellikle çok fazla türde bulunan kuşlar ve böcekler işlenen konuların başını aldı. Konu alınan canlının, farklı yaşam evrelerinin, aynı kağıt üzerine çizildiği resim tabakaları soyluların duvarlarını süslemeye başladı.

Bitki Görüntüleri

Eczacılıkta kullanılmaları açısından bitkiler üzerine olan çalışmalar çok daha eskiye dayanır. Crateuas'ın çalışmalarından kopyalanan çizimler "Codex Vindobonensis" adındadır ve bitkiler üzerine yazılan ve bitkilerin görüntülediği en eski el yazmasıdır. Bunun dışında 800 yılından Serapion'un kusursuz çizimleri de önemli bir kaynaktır. Bitkiler üzerine yapılan çalışmaların aslında 1400'ler gibi hayli olgunlaştığı ve doğal çalışmalarla kusursuza yakın çalışmalar yapıldığı görülür. Bu alandaki çalışmalar yeni kıtaların keşfiyle daha da kusursuzlaşacak



Solda Leeuwenhoek'un hidra üzerine yaptığı çalışmalar var. Sağda ise Leeuwenhoek'un bulduğu tek hücreli canlılar üzerine yapılmış ayrıntılı bir görüntüleme yer alıyor.

ve tomurcuk, yaprak, çiçek, meyve, tohum gibi bitkinin farklı yaşamsal evreleri de resmedilecektir.

Gökyüzü Görüntüleri

Çeşitli nedenlerden dolayı Dünya'yı evrende bir yere oturtma çabaları, belki de geleceğin okunabildiğini düşünen astrologlar tarafından yapılan yıldız haritaları yüzünden en eski görüntülemeler kuşkusuz ki gökyüzü üzerinedir. Birçoğu Yer merkezli olan bu çizimler, gözlemlerin artması ve yeni buluşlarla yerlerini Güneş merkezli bir düzleme bıraktı. Gökyüzü üzerine Arap gökbilimcilerin ve Çinlilerin de çizimleri olduğu biliniyor. Teleskobun bulunmuş olması, Tycho Brahe, Keppler ve Galileo'nun çalışmalarında şüphesiz ki çok etkiliydi. Onların bu bilgilere ulaşmaları ve bu bilgiler için çizimleri kullanmaları gökyüzü üzerine olan bilgi hazinesinin korunması ve gelişmesi açısından önemlidir.

Küçük Dünyalar

Teleskobun yepyeni bir uzam yaratması gibi aynı etkiyi mikroskop da yaratmıştır. Bizi daha önce bilmediğimiz dünyalara

götürmüştür. Batı'da ilk örnekler 16. yüzyılda verilmiştir. Bunlar kar tanelerinin kristal yapısını ortaya koyan görüntülerdir. Daha sonra, mikroskobun kullanımı yayıldıkça, bu aygıtın sunduğu yeni dünyayı resmetmek ve görülmeyeni gözler önüne sermek uğraşı, birçok bilim adamının uğraş konusu oldu. 1665 yılında yayınlanan Robert Hooke'un Micrographia kitabı bit, pire, akar gibi canlıları resmediyordu, bilimsel görüntüleme açısından çok önem taşıyan bu kitabı, Leeuwenhoek'un çizimleri izledi. Mikrobiyolojinin babası olarak bilinen Leeuwen-

Keppler'in Ay yüzeyi üstüne olan çalışması.



ek, gözle görünmeyen canlıları inceliyor ve bunların resimlerini yapıyordu. Leeuwenhoek'un hidra ve spermatozoa çalışmalarını, de Graf'ın alyuvarı izledi. Bundan sonra da bakteriler, tek hücreli canlılar, mikroskobik yosunlar ve mantarlar üzerine verilen resim örnekleriyle bilimsel görüntüleme daha da hız kazandı.

Kuşku yok ki bilimsel görüntüleme tarihi burada anlatılanlardan çok daha geniş ve zengin. Hatta zooloji, botanik, astronomi görüntülerinin dışında, teknik resim, haritalandırma gibi diğer görüntüleme dallarıyla da ilişkisi olan bilimsel görüntülemenin yalnızca gelişimi ve en önemli örneklerini aktardık. Tabii 1800'lerin sonunda fotoğrafın bulunması ve hızla yayılmasıyla görüntüleme bambaşka bir anlam kazanacak ve çok daha geniş kitlelere aktarılacaktır. Bu yeni tekniğin kullanımıyla bilim fotoğrafçılığı gelişecek ve daha önce hiç görülmeyen dünyalar gözler önüne serilecektir.

Özgür Tek

- Kaynaklar
 Basalla, G., *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press, 1998
 Bixby, W., *Galileo ve Newton'un Evreni*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1997
 Ford, B. J., *Images of Science*, The British Library, 1992
 Hodges, E. R. S., *The Guild handbook of scientific illustration* Van Nostrand Reinhold, 1989
 James, P., & Thorpe, N., *Ancient Inventions*, Ballantine Books, 1994
 Plato, *Phaedrus*, Liberal Arts Press New York 1977