



Tycho Brahe: Gökbilim Kesinliğe Kavuşuyor

On altıncı yüzyılın ikinci yarısının en büyük gökbilimcisi olan Tycho Brahe, teleskop öncesi dönemin en keskin gözlemlerini yapmıştır. Bunları yaparken hem gökbilim gözlem yöntemlerinde hem de gözlemlerin kesinlik düzeyinde bir devrim gerçekleştirmiştir. Yaşamı boyunca yetiştirdiği gökbilimciler gökbilimi eksik ve hatalı verilere bağımlı olmaktan kurtarmış, yanlış verilerden kaynaklanan birçok gökbilim sorununu ortadan kaldırmıştır.

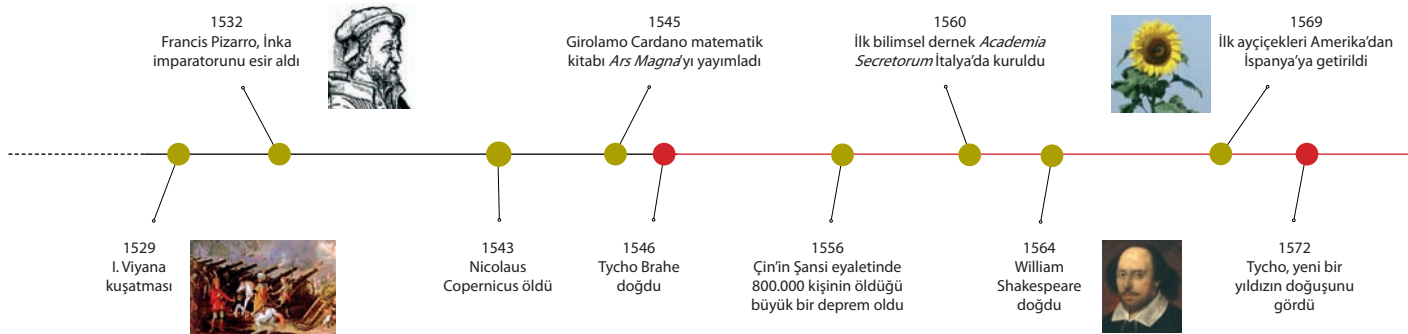
Brahe, Kopernik'in (1473-1543) ölümünden üç yıl sonra 14 Aralık 1546'da Danimarka'nın, şimdi İsveç'te olan, Scania bölgesindeki Knudstrup kentinde soylu bir ailede doğdu. Kral'ın yakın çevresinde yer alan babası, ona Tyge adını verdi. Tyge iki yaşındayken varlıklı ama bir türlü çocuğu olmayan amcası Jörgen Brahe tarafından kaçırıldı. Sonra ailesinin izin vermesi üzerine amcası ve eşi, onu Tostrup'taki kalelerinde büyüttü. Amcası onun toplumsal konumundaki genç biri için en uygun uzmanlık dalının hukuk olduğunu düşünüyordu. On üç yaşına geldiğinde Tyge, Kopenhag Üniversitesi'ne gönderildi (o dönemlerde üniversiteye bu yaşlarda gidiliyordu). Ne var ki birkaç yıl içinde yaşanan sıra dışı bazı olaylar, genç Tyge'nin ilgi alanının değişmesine ve onun gökbilime yönelmesine yol açtı. Bunların ilki, 21 Ağustos 1560'ta olacağı tahmin edilen tam Güneş tutulmasıydı. Böyle bir öngörüü biraz cüretlice bulan 14 yaşında ki Tyge söylenen tarihte tutulmaya tanık

olunca bundan çok etkilendi. İnsanların gök cisimlerinin hareketlerini ve birbirlerine göre konumlarını çok önceden bilebilmesinde "öte dünyaya ait bir yan" olduğu duygusuna kapıldı. Bunu da yaşamı boyunca hiç unutmadı. Ne ki üvey ailesi onun hukuk eğitimi alması gerektiğini düşündüğü için tutkuyla bağlandığı hobisini gizli gizli sürdürmek zorunda kaldı. Gökbilim cetvelleri satın aldı, küçük bir yıldız küresiyle takımyıldızları öğrendi, yavaş yavaş kendini yetiştirdi. Gündüzleri hukuk eğitimi alıyor, geceleri de yıldızları gözlemliyordu.

Kopenhag'dan sonra Leipzig Üniversitesi'ne gitti. Tyge 15 yaşındayken adının Latinceleştirilmiş biçimi olan Tycho'yu kullanmaya başladı. Genç gökbilimcinin başına Ağustos 1563'te bir başka çarpıcı olay geldi. Satürn ve Jüpiter'in öngörülen kavuşması gerçekleşiyordu. Brahe 17 Ağustos'ta basit bir pergel yardımıyla ilk gözlemini yapmıştı. Bir hafta sonra da iki gezegenin arasında hiçbir açıklık kalmadığını gözledi. Ne var ki gerçekleşen

kavuşma tarihiyle dönemin en güvenilir gökbilim cetvellerinin öngörülleri arasında birkaç gün ile bir ay arasında değişen hatalar vardı. Bu durum Brahe'nin büyük bir şaşkınlıkla, o güne kadar tutulmuş gökyüzü kayıtlarının büyük hatalarla dolu olduğunu fark etmesine yol açtı. Bunun üzerine bütün yaşamını gök cisimlerinin duyarlı gözlemlerini yapmaya ve kaydetmeye adanmıştı.

Mays 1565'te eve döndükten birkaç ay sonra amcası öldü. Onun ölümünün ardından Brahe gökbilimle özgürce uğraşmaya başladı. 1565'te Avrupa'yı dolaştı: Wittenberg, Rostock, Basel ve Augsburg'da hem çalıştı hem de orarlardan çeşitli gözlem araçları topladı. 1566'da Wittenberg ve Rostock üniversitelerine gitti. Rostock'tayken bir öğretmenin evindeki danslı eğlence sırasında öğrencilerden biriyle tartıştı. Tartışmanın konusu hangisinin daha iyi matematikçi olduğuydu. İki genç, düello yaparak tartışmayı sonlandırmaya karar verdiler. 29 Aralık 1566'da gecenin karanlığında



ki kılıç düellosu sırasında Brahe burnunun yarısını kaybetti. 1567'de eve döndüğünde metal bir burnu vardı. Bu olayın ardından Brahe burnu için uygun bir alaşım geliştirmek amacıyla tıp ve simyayla da ilgilenmeye başladı. Sonunda bakır, gümüş ve altından bir alaşım olmasına karar verdiği protezini yaşamının sonuna kadar hiç çıkarmadı.

1571'de babası ölen Brahe 25 yaşında (hem babasından hem de daha önce amcasından kalan mirasla) varlıklı bir gökbilimci haline geldi. Aynı yıl Scania'ya yerleşti ve küçük bir gözlemevi kurdu. Buradayken Brahe'nin yaşamındaki en etkileyici gökyüzü olayı oldu. 11 Kasım 1572'de güneybatımından hemen sonra, akşam yemeği için simya laboratuvarından çıkmıştı. O sırada gökyüzünde Koltuk (Cassiopeia) takımyıldızının aslında boş olması gereken bir bölgesinde yeni bir yıldız parladığını gördü. Bu yıldız bütün yıldızlardan hatta Venüs'ten bile daha parlaktı. İşin ilginç yanı ilk başlarda gündüzleri dahi görülebiliyordu. Bu yıldız büyük bir heyecanla ve dikkatle gözledi. Yıldızın rengindeki ve parlaklığındaki değişimi 15 ay boyunca kaydetti. Yaptığı gözlemlerle önce yıldızın hareket etmediğini (yani bir kuyruklu yıldız olmadığını), sonra da yıldızın Ay'ın ötesinde, yıldızların gömülü olduğu düşünülen kristal kürenin içinde olması gerektiğini buldu. Gözlemlerini ve ulaştığı sonuçları 1573'te *Daha Önce Hiç Görülmemiş Yeni Yıldız Üzerine (De nova et nullius aevi memoria prius visa stella)* adlı kitapta yayımladı. Böylece gökbilimle amatörce uğraşan genç Danimarkalı kısa sürede Avrupada tanınan, ünlü bir gökbilimciye dönüştü. Brahe'nin nova yani yeni olarak adlandırıldığı yıldız gerçekte yeni doğan bir yıldız değil, tersine yaşamının sonuna gelen ve patlayarak ölen bir yıldız, bir süpernovaydı. On sekiz ay sonra yıldız tümüle görünmez oldu.

Ne var ki bu durum o dönemde inanılan Aristoteles-Ptolemy evren modeliyle çelişiyordu. Modele göre kusurlarla dolu ve sürekli değişim halindeki Dünya'nın tersine gökler kusursuz ve değişmezdi. Ortaya çıkan bu yeni yıldız, gökyüzünün değişmezliğine olan inancı sarstı.

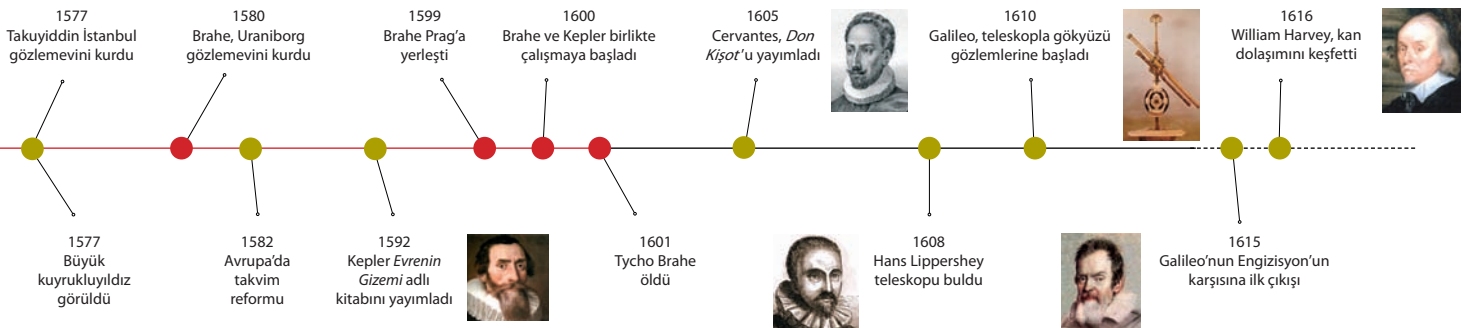
Novadan beş yıl sonra, 1577'de, gökyüzünde bu kez büyük bir kuyruklu yıldız görüldü. O dönemlerde Avrupada kuyruklu yıldızların savaş, kıtlık, hastalık vb. felaketler getirdiğine inanılırdı. O nedenle bu kuyruklu yıldız da bütün yıldızlardan daha parlak olan başı ve dolunayın yaklaşık 50 katı uzunluğundaki kuyruğuyla bütün Avrupada heyecan uyandırdı. Brahe kuyruklu yıldızın, fondaki yıldızlara göre konumundan yola çıkarak, Dünyadan ne kadar uzakta olduğunu hesapladı. Aristoteles o günden iki bin yıl önce kuyruklu yıldızları bulutların biraz üstünde görülen bir atmosfer olayı olarak tanımlamıştı. Halbuki Brahe, kuyruklu yıldızın Ay'ın ötesinde hatta Venüs'ün de ötesinde yol aldığını ortaya koydu. Yani kuyruklu yıldızlar gerçekte gezegenlerin arasında ortaya çıkan gökssel cisimlerdi. Bunun da ötesinde Brahe, bu kuyruklu yıldızın yörüngesinin elips şeklinde olması gerektiğini ve bu yörüngenin de gezegenleri taşıyan gökssel kürelerden bazılarının içinden geçmesi gerektiğini buldu. Böylece Brahe, Eski Yunandan o yana gezegenleri taşıdığı düşünülen kristal kürelerin aslında var olmadığını, gezegenlerin kendi başlarına döndüğünü anladı. Yaptığı gözlemler ve matematiksel olarak ulaştığı sonuçlarla Brahe, Kilise'nin desteklediği ve o dönemde egemen olan bilimsel görüşün yanlışlığını ikinci kez kanıtlıyordu.

O dönemde gökbilimciler gökbilimle birlikte astrolojiyle de uğraşırlardı. Aslında birçoğu geçimini baktığı yıldız fallarıyla sağlıyordu. Gelecek hakkında bilgi verdiği düşünülen gökbilimciler el üstünde tutulurdu. Ünü hızla yayılan Brahe, bu nedenle Danimarka Kralı II. Frederick'in dikkatini çekti. Kral bu büyük bilim insanından yararlanmak istiyordu. Bu nedenle büyük bir gökyüzü gözlemevi kurması için Danimarka ile İsveç'in arasında yer alan 8000 dönümlük, küçük Hven Adası'nı Brahe'ye tımar olarak verdi. O da orada Uraniburg (Göklerin Şatosu) adını verdiği bir gözlemevi kurdu. Gözlemevi aslında çok büyük bir alana yayılmış bir gözlem yerleşkesi gibiydi. Uraniburg'da gözlem araçlarının yapıldığı atölyelerin yanı sıra, simya laboratuvarları, bir kâğıt değirmeni, matbaa, cilthane, 60 kadar balık havuzu, çiçek bahçeleri, 300 dolayında ağaç türünün bulunduğu

Gözlem araçları Uraniburg'a sığmayınca Brahe, onun hemen yanına Stjerniborg (Yıldız Şatosu) adlı ikinci bir gözlemevi kurdu



İlk başlarda satın aldığı aletlerin kabalığından dolayı ölçümlerinin tam doğru sonuçlar vermediğini gördü. Daha duyarlı aletler almak için ailesinden para istemek yerine ölçümlerindeki hataları azaltacak bir yöntem geliştirdi ve birtakım tablolar hazırladı. Böylece farkında olmadan gökbilim tarihinde de yeni bir sayfa açmış oldu. Johannes Kepler'in (1571-1630) deyişiyle "... gökbilimcilerin ankası Brahe, 1564 yılında gökbilimi yeniden kurmaya karar verdi."



bir arboretum, su tesisatına su pompalamak için bir yeldeğirmeni, 1,5 m çapında bir dünya küresinin bulunduğu büyük bir kütüphane, derslikler ve bir konferans salonu bulunuyordu. Ayrıca konuk gökbilimcilerle asistanlarının kaldığı odalar da vardı. Kısa sürede Uraniburg gökbilimcilerin ziyaret ettiği ve Brahe'nin genç gökbilimcileri yetiştirdiği ünlü bir merkeze dönüştü.

Brahe gözlem araçlarını kendi tasarlar ve yapardı. Bu gözlem araçlarının çalışma ilkeleri kendilerinden öncekilerle aynıydı ama boyutları çok büyüktü. Onlarla yapılan gözlemlerin sonuçları da daha ayrıntılı, daha kesin oluyordu. Araçlar çok büyüktü ama kullanımları kolaydı; çünkü Brahe yönlendirilmelerini kolaylaştıran bazı mekanizmalar geliştirmişti.

Brahe gökbilime merakı başladığı andan beri gözlemlerini hatalardan olabileceğince arındırmaya çalışmıştır. Hataların bazılarının gözlem araçlarının yapısından, bazılarının da gözlem koşullarından kaynaklandığını biliyordu. O nedenle gözlem sonuçlarının bunlardan etkilenmesini en aza indirmek için değişik yöntemler geliştirdi. Örneğin hesaplarını yaparken araçların üretiminden kaynaklanan küçük hataları mutlaka göz önüne alıyordu. Rüzgârın gözlemleri bozabileceğini düşünerek birçok gözlem aracını yere açılan çukurlara yerleştirmişti. Bu araçların birbirlerine uygunluğunu dikkatlice kontrol etmiş ve hepsinin ölçüm hatalarını kaydetmişti. Atmosferin kırılma etkisinin gözlem sonuçlarını olumsuz etkileyeceğini düşünerek bu etkiyi ortadan kaldırmak için geliştirdiği kırılma tablolarından yararlanmıştı. Bütün bunlardan dolayı Brahe'nin hatalardan arındırılmış, gözlem sonuçları eşsizdir. Ama o sonuçların eşsizliği yalnızca doğruluklarından değil, aynı zamanda sistemli oluşlarından da gelir. Brahe aynı gökcisimlerinin, yıllar boyunca yinelenen gözlemlerinin ortalamasını almıştır. Getirdiği bütün bu yenilikleriyle o, gökbilime daha öncekileri var olmayan bir kesinlik kazandırmıştır. Brahe'nin gözlemlerinin duyarlılığına, teleskopla yapılan gözlemlerle bile, ancak yüz yıl sonra ulaşılabilmiştir.

Yaptığı gözlemler sayesinde kendinden önceki hiçbir gökbilimcinin fark edemediği bazı gerçekleri de gören Brahe, o dönemde inanılan Dünya merkezli evren modelinin de doğru olmadığını düşünüyordu. Kopernik onun gözünde "ikinci Ptolemler"di. Ama hem dönemin fizik anlayışına (Aristoteles fiziği) hem de Kitabı Mukaddese ters düştüğü için Dünya'nın hareket eden bir gezegen olduğu görüşünü bir türlü benimseyemedi. Ona göre Dünya evrenin merkezi olmalıydı.

Aslında bu düşüncesini, kendi çok kesin gözlemleri de destekliyordu. Eğer Dünya Güneş'in çevresinde dönüyor olsaydı, yıl boyunca yıldızların gökyüzündeki konumlarında az da olsa bir sapma görülürdü. Ne var ki hiçbir değişim görülüyordu. Bunun iki açıklaması olabilirdi: Ya Dünya evrenin merkeziydi ya da yıldızlar küresi Kopernik'in dediği gibi çok çok uzaktaydı. Brahe birinci açıklamayı benimsedi (İkinci ve doğru olan açıklama ancak 1729'da teleskoplu gözlemlerle kanıtlanabildi). Öte yandan Brahe, Ptolemler'in evren modelini de yeterli görmüyordu. Bunun üzerine 1588'de her iki modeli harmanlayarak kendi evren modelini geliştirdi. Bu modele göre Dünya evrenin merkezindeydi ve hareketsiz duruyordu. Ay ile Güneş onun çevresinde dönüyor, öteki gezegenlerse Güneş'in çevresinde dönüyorlardı. Gezegenleri taşıyan kristal küreler yoktu. Yıldızlar Satürn'ün biraz ötesinde yer alıyordu. Bu modelin çeşitli üstünlükleri vardı: Gezegenlerin geriye gidiş hareketlerini doğal bir biçimde açıklıyor, onları değişmeyen bir sıraya diziyor, dönüş sürelerini veriyor, hareket eden bir Dünya saçmalığını ortadan kaldırıyor ve evrenin geleneksel boyutunu koruyordu; matematiksel açıdan da rakipleri kadar doğruduydu. 1650'li yıllara kadar bu modeli birçok gökbilimci benimsedi. Ne var ki sonra çekiciliğini yitirdi ve yerini Kopernik'in modeline bıraktı.

Brahe'nin evren modelini ortaya attığı yıl Kral II. Frederick öldü. Geçimsiz ve küstah biri olan Brahe bir süre sonra Saray'da gözden düşmeye başladı. Yeni

Kral ve çevresiyle anlaşamadı. Bunun üzerine gözlem araçlarını ve kitaplarını toplayıp 1597'de Danimarka'yı terk etti. Birkaç yıl gezgin hayatı yaşadıkdan sonra 1599'da Kutsal Roma İmparatoru II. Rudolf'un matematikçisi oldu ve Prag'a yerleşti. II. Rudolf, Brahe'ye bir gözlemevi ve simya laboratuvarı sağladı; kendisi için sürekli yıldız falı bakması karşılığında da onu istediği gibi çalışma konusunda özgür bıraktı. Brahe de kendi gözlem araçlarını ve nasıl kullanıldıklarını açıkladığı *Yenilenmiş Gökbilimin Araçları* (*Astronomiae instauratae mechanica*) adlı yapıtını İmparator'a ithaf etti.

Brahe Prag'dayken gökcisimlerinin yörüngelerine yönelik çalışmalarıyla dikkat çeken genç gökbilimci Kepler'i kendisine yardımcı olmak üzere çağırdı. İki gökbilimci 1600'de birlikte çalışmaya başladılar. Brahe ondan, yıllardır yaptığı gözlemlerin sonuçlarını kullanarak gezegenlerin yörüngelerini hesaplamasını istedi. Ne var ki sonuçları göremeden 24 Ekim 1601'de öldü. Kepler, Brahe'den sonra saray matematikçisi ve gökbilimcisi oldu. Brahe'nin eşsiz gözlem sonuçlarını kullanarak gezegenlerin yörüngelerinin elips şeklinde olmasını gerektiğini buldu.

Kopernik'in farkında olmadan başlattığı devrim emin adımlarla ilerliyordu. Kopernik zayıf bir gözlemci ama güçlü bir kuramcıydı. Brahe ise tersine, çok güçlü bir gözlemci ama zayıf bir kuramcıydı. Bununla birlikte ikisi de gerçekte Aristoteles-Ptolemler evren modeline inanmıştı ve yalnızca onu geliştirmek istiyorlardı. İşin ilginç yanı, geliştirmeye çalıştıkları modelin yıkılmasında ikisinin de payı büyük oldu.

Kaynaklar

- Kuhn, T. S. *Kopernik Devrimi*, İmge Yayınları, 2007.
McClellan, III, J. E. *Dünya Tarihinde Bilim ve Teknoloji*, Arkadaş Yayınevi, 2006.
Yıldırım, C., *Bilim Tarihi*, Remzi Kitabevi, 1999.
Ronan, C. A., *Bilim Tarihi*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2003.
The Cambridge History of Science, Cambridge University Press, 2006
Van Doren, C., *A History of Knowledge*, Ballantine Books, 1991
Boorstin, D. J., *The Discoverers*, Vintage, 1983
Singh, S., *The Science Book*, Weidenfeld & Nicolson, 2001
<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/77001/Tycho-Brahe>
<http://galileo.rice.edu/sci/brahe.html>
<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Biographies/Brahe.html>
<http://galileo.phys.virginia.edu/classes/109N/1995/lectures/tychob.html>
<http://csep10.phys.utk.edu/astr161/lect/history/brahe.html>