

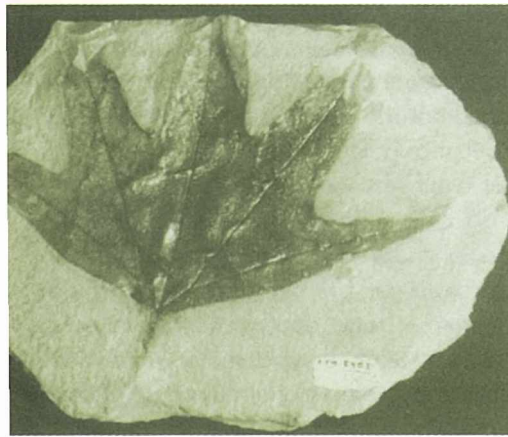
# Katı İçinde Katı

*Maddenin olduğu yerde geometri vardır.  
Johannes Kepler*

**S**teno, kasların geometrisi konusunda yaptığı çalışmayı tamamladıktan sonra çalışma alanını daha da genişletti. Anatomik incelemelerine devam etmesine rağmen ilgisini daha çok mineraller, kayalar, fosillerin özellikleri ve kökenleri çekiyordu. 1667 ve 1668'de Tuscany'i, İtalya'nın ortalarında yer alan dağları ve Elba adasının batısını kapsayan bir jeolojik gezi yaptı. Kuvars ve diğer bazı minerallerden, civa ve gümüş cevherlerinden, volkanik ve tortul kaya örneklerinden, fosilleşmiş midye ve salyangozlardan oluşan bir koleksiyon hazırladı. Koleksiyonu yalnızca doğa merakından kaynaklanmıyordu. Aslında, Tuscany ve yakın çevresini referans olarak gösterdiği, bugün tarihsel jeolojinin ilkeleri olarak adlandırdığımız önemli bir çalışmayı planlıyordu. Ancak Steno'nun Katolik mezhebine geçmesi, ardından III. Frederick tarafından kraliyet anatomisi uzmanı olarak çalışmak üzere Danimarka'ya davet edilmesi ve Steno'nun bu davete uyararak geri dönmesi ve daha sonraları da kendisini iyice dine vermesi bu çalışmanın tamamlanmasını engelledi.

Steno İtalya'dan ayrılmadan önce yazmayı planladığı tezinin uzun bir özetini tamamladı. Elyazması 2 aydan az bir sürede tamamlandı ve *Steno'nun bir katı içindeki doğal süreçlerden etkilenen katı bir maddenin ayrıntılı incelemesinin ön sözleri* gibi kaşık bir başlıkla ertesi yılın Nisan ayında yayınlandı. Önsöz kelimesinden de anlaşılacağı gibi, Steno hala konu üzerinde daha geniş çalışmayı planlamaktaydı.

Önsöz bir girişten sonra 4 bölüm içermektedir. Girişte Steno bu çalışmanın patronu Grand Dük'e minnettarlığının küçük bir göstergesi olduğunu açıklar. Her ne kadar yolculuk, incelemelerine devam etmesi için fırsatlar sunacak ve genişletilmiş çalışmasında yer vermeyi düşündüğü "*Tuscan dili*" incelemesini geliştirme imkanı ve-



*Steno'nun doğayı gözlemleyerek ortaya attığı ilkeler jeoloji tarihinde yeni bir dönemin başlamasına neden oldu.*

Çeviri: Jülide Yapmış  
ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
julide@metu.edu.tr

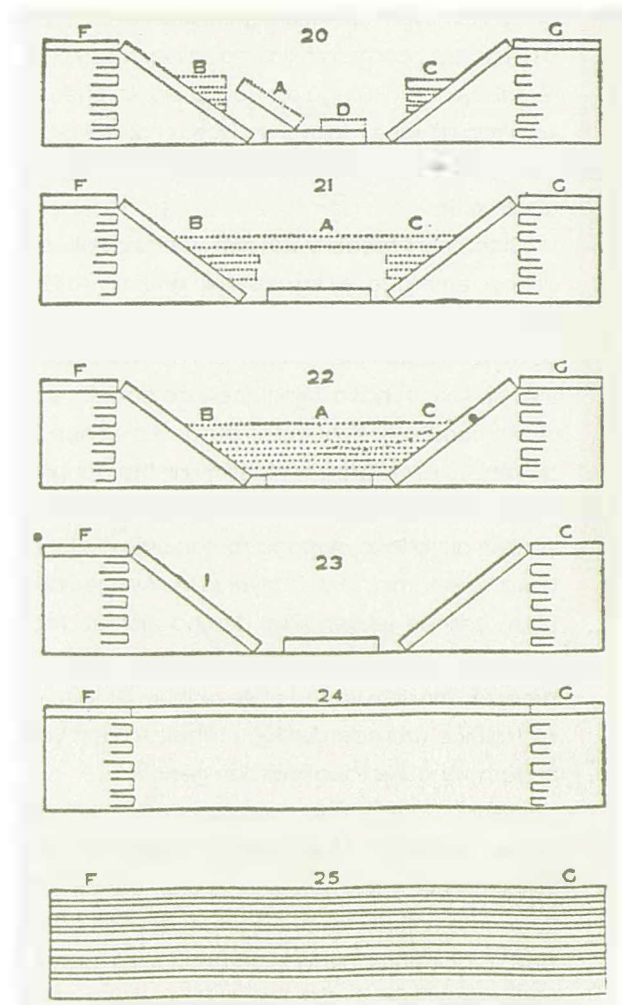
recek olsa da Steno çalışmasını yazmayı erteleyeceği için Floransa'dan ayrılacağına üzülmemektedir. Bu arada, Latince özetin Steno'nun gözlemlerinin ve sonuçlarının tam bir açıklaması olduğu zannedilmemelidir.

Steno, tarihsel ve felsefi bilgi birikimini geliştirmek için araştırmalarına devam etti. Gözlemlerinin sonucunda ortaya çıkan problemleri çözmek için gösterdiği gayret iki nedenle yanıtlardan çok, daha fazla sorunun ortaya çıkmasına neden oldu. Ya sorular can alıcı noktalardan yakalanamıyordu ya da araştırmacılar neyin çözülebileceğini, neyin çözülemediğini ayırt edemiyorlardı. Kayalar içerisine gömülü olan denizel organizmalara benzer nesnelere düşünerek Yunanlılar şu soruyu ortaya attılar: "Bu organizmalar denizden bu kadar uzakta nasıl bulunuyorlar?", "Bu nesnelere denizden başka bir yerde oluşabilir mi?" gibi daha öncelikli ve temel bir soru ise hiç akla gelmemiş gibi gözüküyor. Dahası, bu nesnelere kökenini anlamak için buldukları yerde oluşup oluşmadıklarını bilmemiz gerekir ve bunun için bu nesnelere nasıl oluştuğunu anlamamız ve son olarak maddenin doğası hakkında bazı kavramlara sahip olmamız gerekir.

Maddenin doğasını anlamak için Steno o günün bilgisi ışığında yanıtlanamayacak temel birkaç soru ortaya atar. Maddeyi oluşturan temel parçaların, madde şekil değiştirirken değişip değişmeyeceğine dair bir sonuca varamazdı. Bu parçaların arasında boşluk olup olmadığına, bu parçaların özelliklerine ya da oluşturdıkları nesneye dayanıklılık verdiğine dair bir fikir ortaya atamazdı. Ancak nesnelere, sıvılarda sürekli hareket halinde olan katılarda ise bazen, özellikle oluşum sırasında hareket halinde olan görünmez parçalardan oluştuğu önermesini kabul ediyordu. Nesnelere oluşturan görünmez parçalar topluluğu manyetizma, ateş ya da ışık tarafından yaratılan kuvvetlere maruz kalabilirdi. Parçaların hareketinin kökenine ilişkin hiçbir şey bilinmemesine karşın, ilk hareket ilahi bir güç tarafından olmalıydı. Yeni nesnelere oluşması için gereken hareketli parçalardaki değişiklik ise doğal, yapay ya da ilahi nedenlerden olabilirdi.

Steno katı maddelerin incelenmesinde rehber olacak üç ilke ortaya koyar. Bu ilkeler üç temel sorunun yanıtlanmasını sağlar. İç içe iki katı maddeden hangisi daha önce katılmıştır? Katı bir cismin kökeni nasıl belirlenebilir? Bir sınıf olarak ele alındığında katı cisimler nasıl oluşur?

İlk soruya verdiği yanıt, incelenecek iki cisimden ilk katılmanın diğeri üzerinde iz bırakması gerektiğidir. Örneğin bir deniz tarağı kabuğu gömülü olduğu çamurda kırışıklıklarının ve sırtının izini bırakacaktır. Eğer çamur ça-



Tuscany'nin jeolojik tarihinin kesitleri.

murtaşına dönüşürse, bırakılan bu izlere bakarak kabuğun sert, kayanın ise plastik olduğu sonucuna varılır.

İkinci sorunun cevabı için Steno, eğer iki katı cisim dış ve iç yapıyla birbirine benziyorsa aynı şekilde oluşmuşlardır önermesinde bulunur. Bu diltaşlarının kökeni hakkında Steno'nun düşüncesinin temelini oluşturur.

Katı maddelerin kökeni için ise Steno hepsinin sıvılardan oluştuğunu öne sürer. Kaya tabakaları, tabakalardaki damarları dolduran mineraller, kayalardaki kristaller, kayalardaki organizma iskeletleri, hatta bitki ve hayvan dokuları, ve kırık kemik toplulukları hava, su ya da canlı sıvısı gibi sıvılarda oluşmaktadır.

Steno genelden özele geçer. Tuscany'de çok bulunan tabakalı kayalar, dokusu ve bileşimleri sayesinde ayırt edilir. Su ve tortul karışımında, yerçekimi yasasına uygun olarak daha ağır olan tanecikler hafiflerden önce dibeye çökeceği için tabakaların alt kısımlarında bulunurlar. Tabakalarda bulunan nesnelere suyun tuzlu mu yoksa tatlı mı olduğunu gösterir. Eğer tabaka tuz tortusu,

denizel canlıların iskeletleri, gemi kalıntısı ya da deniz dibindeki benzer tortular içeriyorsa, tabakanın deniz tabanında oluştuğu sonucuna ulaşılır. Eğer, tabaka ağaç gövdesi, dalı ya da başka karasal bitki parçası içeriyorsa, muhtemelen tatlı suda oluştuğu sonucuna varılır.

Steno'nun tabakalı kayalar konusundaki düşüncesinin temelinde, bir kaya istifinin bütünüyle değil tabaka tabaka oluştuğunu iddia etmesi yatar. İlk tabaka denizin tabanında çökeler. Yeni bir miktar tortul gelmesiyle ikinci tabaka birinci üzerinde çökeler ve bütün istif tamamlanıncaya kadar bu devam eder. Steno bu konuyu şu şekilde genelleştirmiştir: "Herhangi bir tabaka oluşurken üzerinde sıvıdan başka bir şey yoktu yani en alt tabaka oluştuğu zaman üstünde hiçbir tabaka oluşmamıştı". Bu, Dünyanın ve Ayın jeolojik tarihinin üzerinde şekillendiğini düşündüğümüz, tabakaların süperpozisyonu ilkesinin ilk açık ifadesidir. Bu prensibin modern ifadesi şöyle olabilir: "Bir tortul istifte, bir tabaka, üzerinde durduğu tabakalardan yaşlı, altında bulunduğu tabakalardan gençtir."

Steno, "üstteki hiçbir tabaka oluşmamıştı" derken üstteki tabakaları oluşturacak tanelerin bir yerlerde varolduğunu yadsımadığına dikkat etmek gerekir. Sadece en alttaki tabaka oluştuğu zaman üstteki tabakaları oluşturacak tanelerin henüz bir araya toplanmadığını ima etmektedir. Süperpozisyon ilkesi, tanelerin göreceli yaşı ya da tabakaların mutlak yaşı konusunda bilgi vermemekte sadece bir istiftteki tabakaların birbirine göre genç ya da yaşlı olması hakkında fikir vermektedir.

Steno'nun istif anlayışı, kayaları oluşturan olayları anlamakta yararlı olan iki genelleme daha yapması-



Denizel organizma fosilleri.

ni sağladı. İlk tabakanın tabanı, depolandığı yüzeyin girinti çıkıntılarını yansıtıken, üst yüzeyi daha düzgün olacaktır. Tortullaşmanın devam etmesi sonucu alt ve üst yüzeyler arasındaki fark kaybolacak ve tabakalar giderek düz ve yatay bir görünüm kazanacaklardır. Bu tabakaların başlangıçta yatay olması prensibidir. Tarihsel jeolojiye uygulandığı Steno tarafından şu sözlerle ifade edilmiştir: "ufuk çizgisine eğimli ya da dik tabakalar bir zamanlar ona paraleldiler".

Steno bir istifi oluşu sırasında sürekliliği olan katı bir tabaka olarak düşünmüştü. Bir istifi oluşturan tortullar eğer daha önceden oluşan katı nesnelere tarafından engellenmezse bütün dünya yüzeyine yayılabilirdi. Bu tabaka sürekliliği prensibi olarak adlandırılır.

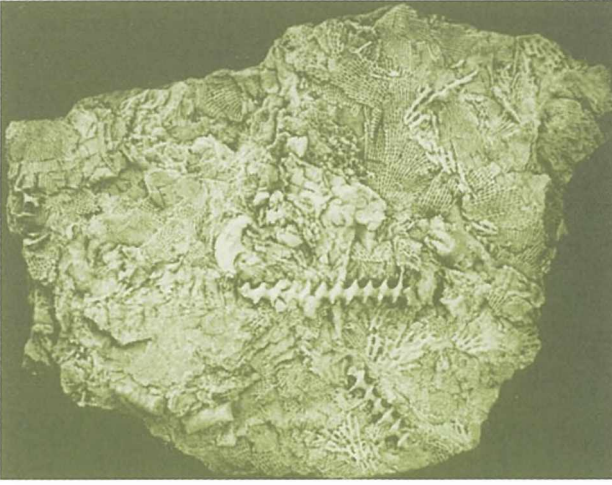
Kabul etmeliyiz ki Steno bir istiftteki tabakaların en yaşlısı dışında hepsinin başlangıçta yatay olduğunu ve tortulların bütün dünya yüzüne yayılabileceğini önererek durumu fazla basitleştirmiş ve abartmıştır. Bilinen en büyük volkanik patlamada bile küller dünyayı kaplamamıştır.

Steno yeryüzünün sürekli olarak değiştiğine dikkat eder. İstifler ya yanıcı yeraltı gazlarının patlaması ya da yeraltı mağaralarının çökmesiyle açığa çıkan havanın itmesi sonucu yukarı doğru hareket etmeye zorlanırlar. Mağaraların çökmesi istifin oluşan çukura doğru kaymasına ve eğilmesine de neden olabilir. Bütün dağlar aynı zamanda ya da aynı şekilde oluşmazlar: bazıları volkanik patlamalar sonucu ortaya çıkar, bazıları nehirlerin vadileri aşındırmasıyla oluşur.

Steno hayvanlara benzeyen nesnelere üç farklı sınıfa ayırdı. Yaşayan benzerlerinin bütün özelliklerini çok iyi koruduğu için organik kökenleri hakkında pek kuşku duyulmayanlar birinci grubu oluşturur. Taşlaşma sonucu ağırlık ve renk bakımından değişime uğrayan fosiller ikinci grupta yer alır. Üçüncü grup ise şekillerini koruyan ama içleri minerallerle doldurulan fosilleri içerir.

Steno, ilkelerine dayanarak Tuscan'yın jeolojik tarihini açıklamaya çalıştı. Temel olayları açıklamak için o günkü arazi yapısının ortaya çıkışını gösteren kesitler çizdi. Süperpozisyon ilkesine göre gevşek olan istif sert istiftten daha gençtir. Başlangıçtaki yataylık ve tabaka sürekliliği ilkesine göre gevşek istif sert istiftin oluşturduğu yükseklikler arasında kalan çukurluklarda oluşmuş olmalı. Bu ilkelerin ışığında başlangıçta sert istiftin de yatay bir istif olarak oluştuğu düşünülmelidir.

Artık sorun bu istiflerin eğimli olmasının nedenlerini



Kemik ve kabuk fosilleri.



Bitki fosilleri.

bulmaktı. Mağaralar konusundaki deneyimleri Steno'nun, istif oluştuktan sonra yeraltısuyunun aşındırması ya da yeraltındaki yangınlar sonucu kısmen parçalandığı ve en üstteki tabakanın doğal bir köprü gibi alttaki boşluk üzerinde durduğu sonucuna ulaşmasına neden oldu. Çöküntüyle birlikte istif mağaranın merkezine doğru kaydı. Aynı şekilde, daha genç istifin kısmen erimesi ile bir boşluk oluştu ve tavanın çökmesiyle arazinin son hali ortaya çıktı.

Yani, Steno'ya göre, Tuscany iki kez su altında kalmış, denizin çekilmesiyle iki kez düz alanlar oluşmuş ve iki kez yer altı başluklarının çökmesiyle altüst olmuştur.

Steno Hıristiyanların bu durumdan haberdar olması gerektiğini düşünür. Bu yüzden ikinci su baskını ve genç istifin depolanma zamanını Kutsal Kitap'ta bahsedilen Tufan zamanına denk düşürür. Daha yaşlı istifin çökmesinin Musevi İncancına göre Yarattılışın ikinci gününde olduğu sonucuna varır. Steno'nun hesaplamalarına göre, İ.S 1669'da eski Etruscan şehri Volterra 3000 yıl yaşında olmalıydı. Volterra genç tortul istiflerinden oluşan bir dağa kurulmuştu. Bu durumda Tufan İ.Ö. 1331'den daha geç olamazdı. Fakat Lydia Volterra'dan yaklaşık bin yıl daha önce kurulmuştu; böylece İ.Ö. 2331 karanın görüldüğü son tarihtir. Bu, yaratılışın İ.Ö. 4000 civarında olduğu kabul edilirse, önceki ve sonraki su baskınları arasında sadece 1650 yıl olduğu anlaşılır. Steno Tuscany'deki iki su baskınını İncil'de anlatılan olaylarla karşılaştırınca, gelişmenin diğer dört evresi içinde aynı şeyi yapmaya çalıştı.

Jeolojik tarihle Hıristiyan dogmalarını uzlaştırma konusundaki bu çalışma kilisenin onayını kazandı. Ancak Steno'nun stratigrafi ilkelerinin gerektirdiği geniş zaman ile Kutsal Kitap'ta geçen zaman arasındaki açık uyumsuz-

luk düşünüldüğünde Steno'nun sansürden nasıl kurtulduğu merak konusudur.

Önsöz, İngiliz bilimcileri üzerinde büyük bir etki yaratarak, jeolojik tarih konusunda büyük bir ilerleme kaydetmelerini sağladı. Floransa'da basılan bu çalışmanın üzerinden 2 yıl geçmeden Henry Oldenburg sadece İngilizce'ye çevirmekle kalmayıp aynı zamanda *Filozofça Çalışmalar* kitabında 4 sayfalık bir özetini vererek tanıtımını da yapmıştır. Oldenburg'un, Steno'nun fikirlerine verdiği değer bu uzun Latince yazıyı İngilizceye çevirmek için harcadığı zamandan açıkça görülmektedir.

Önsöz, Martin Lister, John Ray, Robert Plot, John Woodward gibi o zamanın bir çok bilimcisi tarafından okundu. Hepsi Steno ile aynı fikirde değildi.

Steno anatomi ve jeolojiye katkılarında dolayı ölümlünden sonra onurlandırıldı. Fakat Steno'nun asıl onurlandırılması 1938 yılında aziz ilan edilmesiyle gerçekleşti. 300. ölüm yıldönümünde bir grup Danimarkalı hacı, Steno'nun yazılarını toplamak için XI. Papa Pius'un onayını aldı. Din hakkındaki bütün yazıları biraraya getirildi ve basıldı. Aziz ilan edilmesi için 1935'te harekete geçildi. Tabutu türbesinden çıkarıldı ve açıldı. Kalıntıları Floransa caddeleri boyunca dinsel bir ayinle taşınarak, San Lorenzo'da bir kilisede hazırlanan anıta yerleştirildi.

Steno'nun bilimden dine dönüşüne neyin neden olduğu merak konusudur. Büyük ihtimalle bu değişim, din ve bilim gibi iki farklı dünyada yaşamaya çalışmanın getirdiği gerginlikten kaynaklanmıştır.

#### Kaynaklar

Albritton, C.C., 1980. The Abyss of Time. Changing Conceptions of the Earth's Antiquity after the Sixteenth Century. Freeman, Cooper and Company, 251s.