



Dr. Zeynep Elif Yıldız

II. Başkan, Jeolojik Araştırmalar Derneği

zeynepelif@zeynepelifyildizel.com

twitter: @ZeynepYildizel

facebook: facebook.com/zeynepelifyildizel

www.zeynepelifyildizel.com

JEOLOJİK TARİH KENDİNİ TEKRARLAR MI?

Tarih tekrürden ibarettir sözü aslında sadece tarihi olayları anlatmak için kullanılsa da, jeolojide de aynı durumu izah etmek için kullanılabilir. Ancak jeolojik zaman milyon seneler ile ölçüldüğü için tarih öncesi çağları da içine almak üzere geliştirilen bir kavram vardır. Devirsellik (cyclicality). Bugün dünya üstünde sadece son 650 milyon senelik bir süreyi jeolojik olarak okuyabiliyoruz. Oysaki Dünya'nın yaşı 4.6 milyar yıldır. Bu süreç içinde oluşan çoğu jeolojik olayın belirli aralıklarla olduğu artık bugün jeoloji biliminin vakıf olduğu bir konudur. Jeolojide de tarih tekrürden ibarettir. Bu tekrürler sonucu neler oluşmuştur?

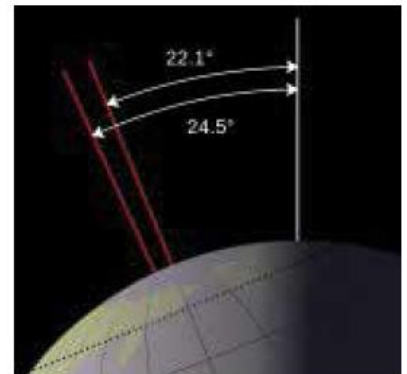
Belirli aralıklarla ve aynı çevresel ve iklimsel koşullarda oluşan devirsel jeolojik olaylar aynı sonuçları oluşturur. Devirsellik kavramı aslında, çalışılan sedimentler (tortul) istiflerin incelenmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Devirsellik jeolojik olarak düzenli periyot ve zaman aralıkları ile oluşan jeolojik olaylar için kullanılır. Sedimentologlar bir istifi (üst üste çökelmiş ve belirli bir yaş dizinimi gösteren çökel kaya topluluğu) incelerken belirli bir kalınlık sonra, tekrar baştaki aynı özellikleri gösterdiğini ve kimi yerde bu sürekli başa dönmenin metrelerce devam ettiğini gözlemlemişlerdir. Bu devirselliğin ilk fark edildiği çökel ortamları göl çökel ortamlarıdır. Göl çökel ortamlarındaki devirsel çökel kayalara "varve" denilmektedir. Bu terim ilk olarak 1862 yılında İsveç'te yapılan bir jeolojik araştırmada buzul gölü çökelinde cm bazında bir beyaz ve bir siyah katman tekrarinin üst üste gelmesi sebebi ile fark edildiğinde kullanılmıştır [Şekil 1].



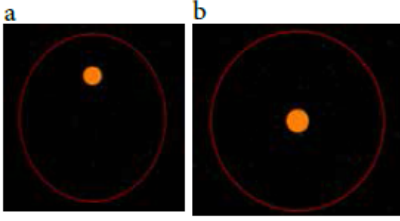
1910 yılında İsveç'li jeolog De Geer, varve kelimesinin ritmik çökeller için kullanılmasını önermiştir. Daha sonra, bu kimi zaman cm ölçeğinde kimi zamanda km ölçeğinde sürekli aynı dizilimi gösteren kaya topluluklarının aslında başka büyük bir jeolojik olayın içindeki döngüsel bir parça olduğunu bulmuşlardır. Başka bir

deyişle; küçük ölçekli devirsel oluşuklar büyük ölçekli döngüleri oluşturan ve büyük sistemin birer parçasıdır. Bu sedimentler devirsel istifler hem bir çökel basen de (belirli bir çökel oramı oluşturan coğrafik alan, ör: tuz gölü baseni) hem de bölgesel olarak oluşurlar.

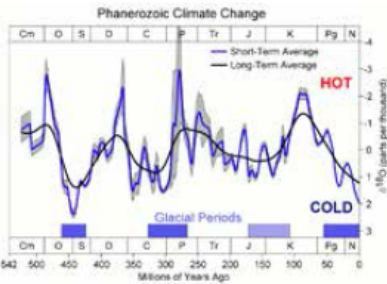
Milankovich teorisi Dünya hareketlerindeki değişikliklerin iklim üzerindeki etkisini anlatan bir kuramdır. I. Dünya savaşı sırasında Sırp jeofizik ve gökbilimci Milankoviç tarafından, yerkürenin eksen eğikliği ve eksen kaymasındaki değişimlerin yörüngesel baskı ile birlikte yerküredeki iklim oluşumlarını matematiksel olarak teorize edilmiştir. Dünya var olduğundan beri süre gelen, değişen iklim koşulları ise dünya üzerindeki jeolojik oluşumları ve sedimentasyonu etkilemiştir. Ayrıca Dünyanın hareketlerindeki değişiklikler deniz (eustacy) seviyesi değişikliklerini devirsel döngülerle (cyclicality) oluşturmuşlardır. Yani her iki kuram birlikte hareket ederek yeryüzündeki döngüsel olarak oluşan jeolojii oluştururlar ki; jeolojik olayları iklimden bağımsız düşünemezsiniz. Dünya eksenini yaklaşık her 26.000 yılda tam bir dairesel döngü gerçekleştirir. Aynı zamanda Yeryüzü'nün eksenini ve yörüngesinin düzlemi arasındaki açı (eğikliği) 100.000 yıllık bir döngü bütünca 22.1o ile 24.5o arasında gidip gelmektedir. Günümüzde 23.44o bulunmakta ve giderek düşmektedir [Şekil 2].



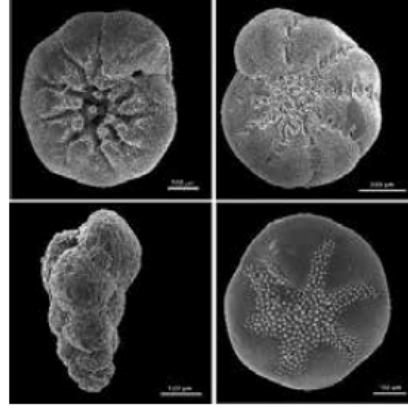
Eksen ve yörünge arasındaki eğim arttıkça güneşlenmedeki mevsimsel döngü artar ki; buda yazları her iki yarım kürenin daha fazla ışın almasına, kışlarda ise daha az ışın almasına neden olur [Şekil 3].



Bilimsel tahminlere göre eğimin düşmesi evresinde olan Dünya, yaklaşık olarak M.S. (Milattan Sonra) 11.800 yılında minimum değerine ulaşacaktır. Maximum eğim değerine ise M.Ö. (Milattan Önce) 8.700 yılında ulaşmıştır. Bu durum kış aylarını daha sıcak ve yaz aylarını daha soğuk yaparak genel serinleme eğilimi ile buz çağına geçişi gerçekleştirmiştir. Dünya Güneş etrafında dönen tek gezegen olmadığı için eğikliği vardır. Dünyanın eğikliği, Jüpiter ve Satürn gezegenlerinin çekim alanları ile olan karşılıklı etkileşimleri nedeni ile gerçekleşir. Yörüngede ki ve Dünya'nın eğikliğinde ki bu değişiklikler yaklaşık 1000.000 yıllık döngülerle oluşurlar ve bunlar da iklim değişikliklerine tekabül ederler. Dünya'nın eğikliği ve yörüngesindeki bu devrsel döngüler aynı zamanda deniz seviyesinin değişimlerine de neden olurlar. Yukarıda bahsedildiği gibi Dünya'nın ekseninde ki eğikliğin 22.10 ile 24.50 dereceleri arasında değişimi bahsedildiği gibi güneş ışınlarının kuzey ve güney yarımkürede ki etkilerini değiştirir. Dünya yüksek eğiklik derecelerinde daha az dik güneş ışını aldığı için buzul çağına bulunmaktadır. Hepimizin bildiği gibi yapılan bilimsel çalışmalar ile Dünyamızın 4 ana buzul çağı yaşadığı ortaya konulmuştur. Bu dönemlerden en eskisi günümüzden yaklaşık 450 milyon sene öncedir. Bu döneme jeolojide Ordovisyan- Silüriyen ismi verilmiştir. İkinci buzul çağı dönemi günümüzden yaklaşık 300 milyon sene önce Karbonifer- Permiyen olarak isimlendirilmiş jeolojik dönemde, üçüncüsü ise yaklaşık 150 milyon sene önce olan Jura-Kretase dönemidir. Son dönem ise günümüzden yaklaşık 50 milyon sene önce başlamış ve hala devam eden bir süreçtir [Şekil 4].



Dünya'nın Milankoviç teorisine göre iklimsel döngüleri sonucu oluşan buzul çağı ve sera çağı ile ilgili çalışmalar okyanuslarda yaşayan mikroskopik Foraminifera (mikroskopik fosil) kabuklarında bulunan 180, 160 ve 13C izotopları kullanılarak araştırılmaktadır. [Şekil 5].



Bu fosil topluluklarının kabukları CaCO3 (kalsiyum karbonat) oluşmaktadır. Burada canlınin kabuğuna bağladığı O (oksijen) atomu okyanus suyu sıcaklığından etkilenmektedir. Okyanus suyunda hem 160 (hafif) hem de 180 (ağır) izotopları bulunmaktadır. Sıcak iklim dönemlerinde okyanus suyunda daha hafif olan 160 buharlaşan su ile atmosfere karışır; böylece 180 oranı okyanus suyunda artar ve bu mikroskopik canlılar kabuklarını yaparken 180 kullanmak durumunda kalırlar [Şekil 6].



Oysaki daha soğuk iklim koşullarında buharlaşma az olduğundan okyanus suyunda daha hafif olan 160 istopu konsantrasyonu artar ve bu canlılar kabuk yapımında 160 izotopunu kullanırlar. Bilim adamları da bu gerçekten yola çıkarak iklimsel olarak soğuk ve sıcak zamanları ayırt edebiliyorlar. Yukarıda belirtilen bu 4 ana buzul dönemleri arasında sıcak dönemler mevcuttur. İklimsel olarak Milankoviç teorisinde dünyanın eksenindeki eğiklik dünyaya gelen güneş ışınlarının açısını etkilemektedir. Güneş ışınları bu 4 ana buzul devresi arasındaki sıcak dönemlerde dünyaya daha dik geldiği için dünya ısınmış ve buzullar eriyerek deniz seviyesindeki artışlar meydana gelmiştir. Deniz seviyesindeki artış da Dünyanın eğikliğinin ve yörüngesindeki dönemsellikten etkilenerek bunlarla

uyumlu bir devrsellik göstermektedir. Özetlemek gerekirse Dünya'nın eğikliği ve yörüngesindeki döngüsel değişimler Güneş ışınlarının Dünyaya geliş açılarını değiştirdiği için iklimler değişmekte ve iklimler değiştiği içinde deniz seviyesi etkilenmektedir. Dünya günümüzde aslında buzul çağındadır; çünkü kutuplar ciddi buzullar ile kaplıdır. Her yıl 8mm lik su kar yağışı olarak Antartika ve Grönland buzullarına yağmaktadır. Eğer aynı oranda buzul suya karışmasaydı her yıl su seviyesi 8mm düşerdi. Günümüzdeki deniz seviyesi, yaklaşık 250 milyon sene önceki deniz seviyesi ile aynıdır .

Günümüzden 20.000 yıl önce deniz seviyesi bugünkü seviyenin 130m altındaydı bu miktar suyu tutan buzullar ve günümüzden 10.000 yıl önce önemli oranda erimiş ve bugünkü deniz seviyesine yükselmiştir. Deniz seviyesi değişimleri sedimenter (tortul) kayalardaki devrsellik oluşturur. Devrsellik oluşumu ise iklim değişikliklerine, iklim değişiklikleri ise Dünyanın eğikliği ve yörüngesinde ki değişikliklere bağlıdır. Tüm bu değişiklikler jeolojik tarih boyunca; ki 4.6 milyar yaşındaki dünyamızın sadece 650 milyon senesi kayıtlıdır, döngüsel olmuşlardır. Yani jeolojik tarihte tekrardan ibarettir. Tarihten ders alabilmeye geleceği anlamak için çok önemlidir.

Şekil 1: Varve: görsel çökellerde mevsimsel değişimlerin jeolojik olarak kayıt altına aldığı bir devrsel çökel sistemi. Genellikle koyu renkli olan seviyeler kış aylarını ve açık renkli olan seviyeler yaz aylarını gösterir. Başka bir deyişle her bir çökel zamanı gelen malzemede ki kimyasal farklılıklar renk değişimi yaratır.

Şekil 3: a) 0.50 lik sapmanlı olduğu yörünge, b) herhangi bir eksen sapmasının olmadığı yörünge.

Şekil 4: Dünya'da 650 milyon sene boyunca oluşmuş olan buzul çağı. Günümüzde yine Dünyamız soğuk evresinde yani buzul çağındadır.

Şekil 5: Kabukları CaCO3 (kalsiyum karbonat) oluşan Foraminifera fosilleri.

Şekil 6: 160 izotopu buharlaşır ve okyanusta 180 izotopu oranı artar. Atmosferdeki mevcut 180 izotopu da yağış ile birlikte azalır.

Şekil 7: 650 milyon senelik deniz seviyesi değişimleri. Günümüzdeki deniz seviyesi, yaklaşık 250 milyon sene önceki deniz seviyesi ile aynıdır.