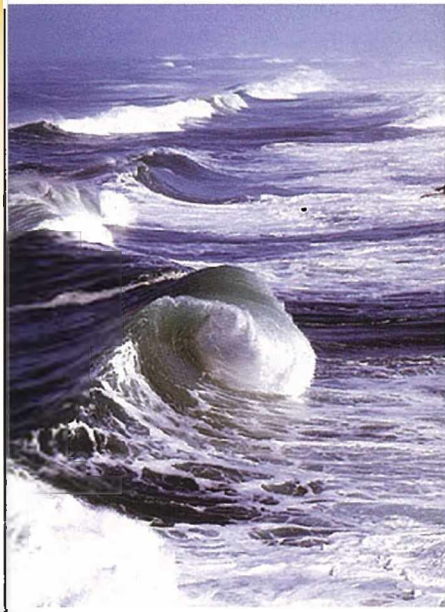


# DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİ



*Günümüzde deniz seviyesi doğal şartlardan dolayı yaklaşık 15 cm yükselmiştir. 2030 yılına kadar 20 cm daha yükseleceği ve hatta bazı araştırmacılar tarafından bu yükselmenin 2100'lü yıllarda 95 santimetreye ulaşacağı belirtilmektedir. Peki deniz seviyesi neden yükselmektedir?*

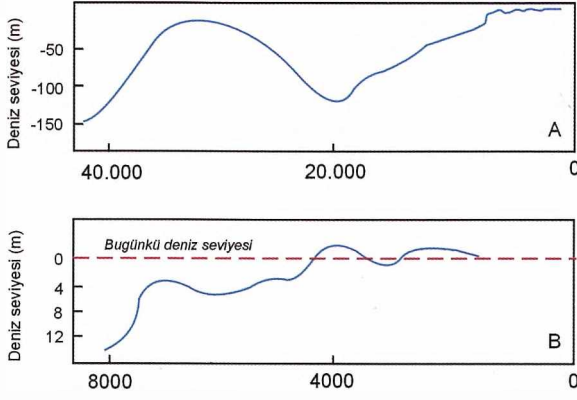
**Fusun Yiğit**  
MTA Genel Müdürlüğü  
fyigit@mta.gov.tr

Günümüzde Dünya nüfusunun yarısından fazlası kıyı bölgelerinde yaşamaktadır. Plansız yapılaşma ve bilgi eksikliği nedeniyle deniz seviyesi değişimleri bu bölgelerde birçok zarara yol açmaktadır. Ülkelerin kıyı kullanım alanlarını belirlemede önemli unsurlardan biri olan deniz seviyesi değişimleri üzerine yapılan araştırmalar, özellikle deniz tabanından alınan sediman örneklerinden elde edilen bulguların paleoşinografik ve paleoiklimsel dalgalanmaları ortaya çıkarması ile beraber son 30 yılda daha da önem kazanmıştır.

Deniz seviyesi ile ilişkili önemli yer değiştirmeler genelde insan yaşam aralığının üzerindedir. Bu yüzyılın başından itibaren dünyada kıyı bölgelerinde gözlenen deniz seviyesi yükselmeleri 1950'li yıllardan itibaren sahil şeritlerini tehdit edici boyutlara ulaşmıştır. Küresel ölçekte deniz seviyesinin 1 metre yükselmesi, Mısır'da 6 milyon insanı ve tarım alanlarının %15'ini, Bangladeş'te ise 13 milyon insanı ve tarım alanlarının %16'sını etkileyecek olması, konunun önemini vurgulamak açısından önemli bir saptamadır.

Deniz seviyesi ile ilgili araştırmalar, ileriye yönelik tahminlerin yapılabilmesi için Kuvaterner dönemine odaklanmıştır. Son 500 bin yılda su seviyesinin beş defa 100 metre kadar düştüğü, zaman zaman ise günümüz seviyesinin üzerine çıktığı, fauna, flora ve delta ortamları üzerine yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Son dönemlerde oluşan en büyük deniz seviyesi alçalması ise günümüzden yaklaşık 18 bin yıl önce başlamış ve deniz seviyesi yaklaşık 130 metre düşmüştür. Buna örnek olarak, Midilli, Sakız, Gökçeada, Bozcaada gibi Anadolu'nun batı uzantısı olan adaların ana karaya bağlanması verilebilir (Yaşar, 1996). Bu düşüş yeniden yükselme ile son bulmuş ve deniz seviyesi 11.000 yıl öncesine kadar yılda 2.5 cm ve daha sonra yavaşlayarak yılda 1 cm ile yükselişine devam etmiştir. Günümüzde daha da yavaşlayarak, aradaki küçük alçalmalara karşın, artışına devam etmektedir. Geçmiş jeolojik dönemlerde ise deniz seviyesinin, örneğin Geç Kretase'de bugünkü seviyenin 350 metre üzerinde olduğu, Geç Miyosen'de ise 200 metre altında olduğu bilinmektedir.

Deniz seviyesi değişimlerinin genel olarak iki ana nedeni vardır. Bunlar iklimsel değişimler ve tektonik değişimlerdir. Geçmiş jeolojik

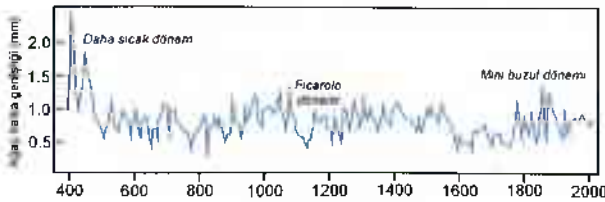


Son (a) 40.000 ve (b) 8.000 yıldaki deniz seviyesi değişimleri (Hansom, 1988)

devirlerden beri bu sebeplerden ötürü karaya göre devamlı değişmekte olan deniz seviyesi, uzun süreli ve kısa süreli olarak iki ana grupta incelenmelidir.

İklimsel deniz seviyesi değişimlerinin ana nedenini, Dünya'nın dönme eksenini açısının değişmesi sonucu oluşan düzensizlikler oluşturmaktadır. Bu değişimler görece olarak iki farklı dönem oluşturmaktadır; soğuk dönemler ve sıcak dönemler. Soğuk dönemlerde buzullar artmakta, denizlerin hacmi azalmakta ve dolayısıyla deniz seviyesi düşmektedir. Sıcak dönemlerde ise buzullar erimekte, deniz suyu hacmi artmakta ve deniz seviyesi yükselmektedir. Bu büyük buzul ve buzularası dönemler boyunca deniz seviyesi dalgalanmaları sürekli bir değişim içerisinde bulunmaktadır.

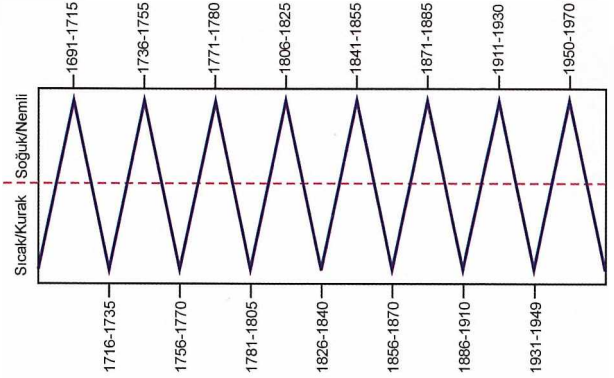
Son dönemlerdeki iklimsel değişimleri ortaya koyabilmek için ağaç halkalarının genişliği üzerine yapılan araştırmalar, dünyadaki iklimin sürekli değişim içinde olduğunu göstermiştir. Bir diğer araştırmaya göre ise, Alp dağlarındaki Fernau buzullarında son 3000 yılda soğuk ve nemli iklimin dünyayı etkilediği belirtilmektedir.



Ağaç halkalarının genişlikleri üzerine MS 400 yılından başlayarak günümüze kadar yapılan şematik diyagram (Bartholin, 1989)

Daha yakın dönemlerdeki iklimsel değişimler ise 1890 yılında Brückner tarafından meteorolojik verilerin desteğinde ortaya atılan "Brückner Döngüleri" ile açıklanmaktadır. Kuzey yarımkürede oluşan iklimsel değişiklikler Brückner Döngüleri ile 10 ile 35 yıllık dönemlerde sıcak/kuru ve soğuk/nemli periyotlarda, detaylı bir şekilde ortaya konulmaktadır. Nehirlerin oluşturduğu kıyı şeridi-

nin oluşumunu detaylı olarak açıklayabilen Brückner Döngüleri'nde nemli ve soğuk dönemlerde nehirler ortama daha çok sediman getirmekte ve kıyı şeridini beslemektedir (Brückner, 1890). Sıcak ve kuru dönemlerde ise nehirlerin denizel ortama getirdikleri sediman miktarlarında azalma olmakta ve deltaların gerilemesine ve hatta duraksamasına neden olmaktadır. Günümüzde kuzey yarımküredeki deltaların gelişimlerini açıklayabilen bu döngülerin geçerliliği İtalya'daki Po Deltası üzerinde yapılan çalışmalarla desteklenmiştir (Marabani and Veggiani, 1991).

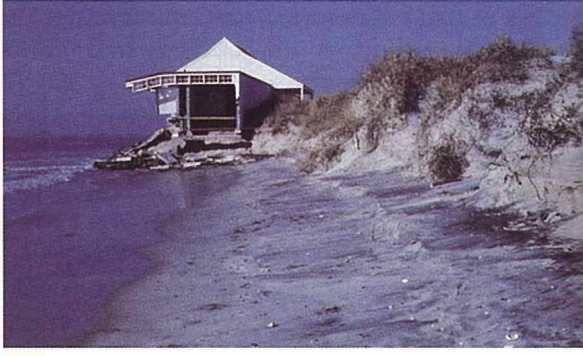


Brückner Döngüleri (Marabani and Veggiani, 1991)

Endüstri çağından bugüne kadar fosil yakıtlarının kullanımı, orman yangınları gibi durumlar hava kürede karbondioksit girdisinin artmasına ve dolayısıyla küresel ısınmaya neden olmaktadır. Küresel ısınma ise buzulların daha fazla erimesine ve dolayısıyla deniz seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. 2100 yılında ortalama küresel hava sıcaklığının 1 ile 4°C arasında artacağı ve deniz seviyesinin ise tahminen 1-2 metre yükseleceği yapılan araştırmalar ile belirlenmiştir.

Deniz seviyesinin değişimine iklimsel faktörlerin yanında tektonik süreçlerde etki etmektedir. Söz konusu bu tektonik süreçler, levha tektoniğine bağlı okyanus havzasının hacmindeki değişimler, havzadaki kurumalar, okyanus ortası sırtlardaki değişimler, kıtasal kabuk kabarmaları ve okyanus hendeklerinin oluşumu, okyanus ortası sırt şekli, deniz tabanı volkanizması ve kıtasal çökme gibi birçok diğer bölgesel tektonik olaylardan oluşmaktadır. Bu sebeplerden dolayı değişim ortalama 1-3mm/yıl olarak gözlenmiştir.

İklimsel ve tektonik süreçler yanında deniz seviyesi değişimleri sedimanter ve glasyal (buzul) olaylardan da etkilenmektedir. Deniz ve okyanus havzalarında sediman birikimi ve sıkışması, havza çökmesi ve delta ilerlemesi deniz seviyesinde yıllık ortalama 0.02-3 mm'lik bir değişim oluşturmaktadır. Bunun yanında buzul kütlelerindeki değişimler de deniz seviyesini ani olarak değiştirmektedir. Bilindiği gibi 18.000 yıl önceki son buzul çağında (bu son buzul devri Kuzey Amerika'da Wisconsin, Batı



Avrupa'da Weichselian ve Alpler bölgesinde Würm olarak bilinir) buzullaşma sonucu küresel deniz seviyesi günümüzdekinden yaklaşık 130 metre aşağıya düşmüştü. Daha sonraki sıcak dönemlerde buzulların erimesi sonucu deniz seviyesi yükselmeye başlamış ve günümüze kadar gelmiştir.

Yukarıda anlatılan deniz seviyesi değişimleri, etkileri binlerce yıl devam eden uzun süreli değişimlerdir. Bunun yanında daha kısa dönemlerde etkili olmuş geçici deniz seviyesi değişimleri de meydana gelmektedir. Kısa süreli bu deniz seviyesi değişimlerinin nedenleri başlıca, aşırı kıyı erozyonu ve kıyı kumlarının bilinçsiz kullanımı, ani değişen yerel atmosferik koşullar, gel-git olayları, sera etkisi, depremlerde oluşan tsunamiler ve antropolojik faktörlerdir. Kıyıların bilinçsizce kullanımı ve artan kıyı inşaatları kıyı çizgisi boyunca erozyona neden olabilir. Bu durum da bazı bölgelerde 15 cm/100 yıl gibi östatik bir yükselmeye neden olabilir.

Mevsimsel değişiklik gösteren ani ve karmaşık atmosferik olaylar, örneğin atmosfer basıncının değişimi, etkili kıyı bölgesi rüzgarları, bu rüzgarların oluşturduğu akıntılar, deniz suyu sıcaklığındaki ani değişimler, düzensiz yağmur ve akarsu boşalmaları da deniz seviyesinin kısa süreli değişimine neden olabilirler.

Gel-git, 24 saat 50 dakika süreli bir Ay günü sırasında etkili olan, iki kez su kabarması ve iki kez su gerilmesi olayıdır. Gelgit olayı, körfez ve koylarda, boğazlarda, haliç ve nehir ağızlarında ve buralara benzer dar yerlerde oldukça belirgindir. En büyük değerini Ay-Dünya-Güneş aynı doğru üzerinde sıralandıklarında, en düşük değerini ise Ay ve Güneş'in Dünya'ya göre 90 derecelik açı altında buldukları zaman alır.

Gel-git olayının önemsiz sayıldığı Akdeniz ve Meksika Körfezi'nde dahi deniz seviyesi değişimi 20-30 cm düzeyine kadar ulaşabilmektedir. Kanada'nın Fundy Körfezi'nin Atlantik kıyılarında, kabaran deniz suyunun yüksekliği denizden içeriye gidildikçe, 7.6 metreden 16 metreye kadar çıkmakta, bu arada körfez akıntılarının hızı saatte 25 km'yi bulmaktadır.

Sera etkisi nedeniyle hava sıcaklığının artması ile kutuplarda buzulların erimesinin deniz seviyesini yükselttiği son yıllarda ortaya atılan önemli görüşlerden birisidir. Artan CO<sub>2</sub> girdisi küresel ısınmaya neden olmakta, bu da daha fazla buzulun erimesine ve dolaşısıyla deniz seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Atmosferik CO<sub>2</sub> miktarının yüzyılımızın başından beri %25 oranında arttığı belirlenmiştir. Son 220.000 yıllık deniz seviyesi değişimleri incelendiğinde, atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarının buzularası dönemlerdeki oranının buzul dönemlerine göre %50 daha fazla olduğu, buzullarda yapılan sondajlardan elde edilen verilerle saptanmıştır (Lorius ve diğ., 1990).

Deprem sonrası oluşan deniz kabarması özellikle kıyı bölgelerde yüksek dalgalar (tsunami) şeklinde deniz seviyesini yükseltmektedir. Tarihte Pasifik Okyanu-

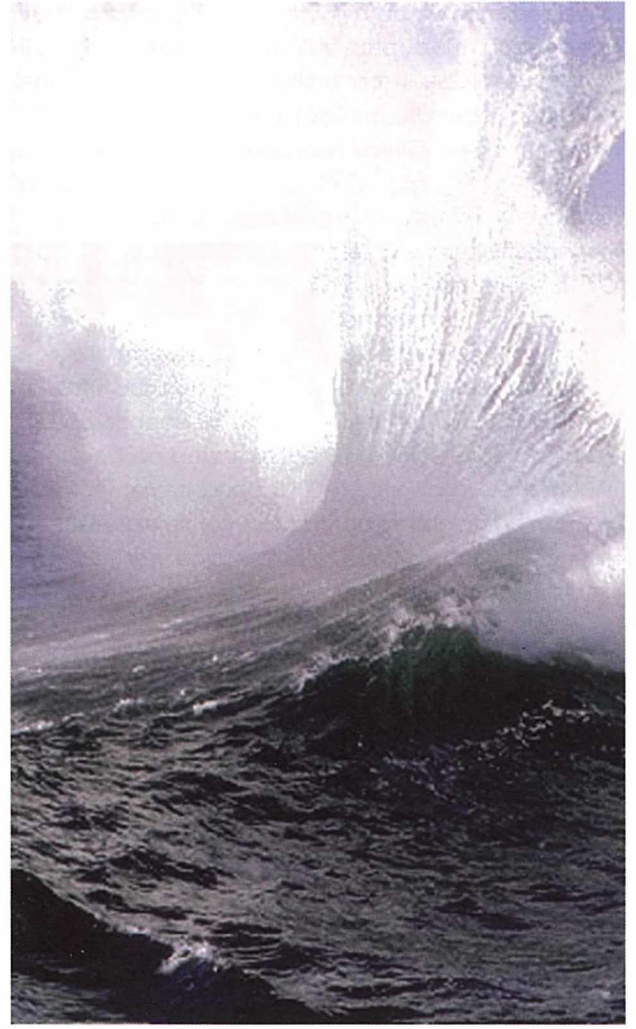
sunda deprem dalgalarının 30 metreye yükseldiği ve bazı adalarda yerleşim merkezlerini sular altında bıraktığı bilinmektedir.

Son yüzyılın ortalarında deniz kenarlarında insan aktivitelerinin artması (liman, balıkçı barınakları, turizm tesisleri gibi) denizel ortama gelen sediman yüklerinde azaltmalara ve kıyı çizgilerinin de-

ğişmesine neden olmaktadır. Batı Afrika'da bulunan Nijer, Volta, Tana gibi nehirlerin üzerine yapılan barajlar denize gelen sediman miktarını azaltarak denizin hızla karaya doğru ilerlemesine neden olmuştur (Awassika and Ibe, 1993). Yine aynı şekilde, hidrolojik döngünün antropolojenik olarak değiştirilmesi deniz seviyesini değiştirmiştir.

Deniz seviyesi değişimlerinin araştırılma çalışmaları son yirmi yıldan beri giderek artmaktadır. Bu çalışmalarda birçok değişik yöntem kullanılmaktadır. Gel-git seviyelerinin ölçümleri, dalga aşındırma yüzeylerinde yapılan çalışmalar, resifal canlılarda yürütülen incelemeler, oksijen ve karbon izotopu çalışmaları, sismik sekans stratigrafisi, polen dağılımı çalışmaları, eski top-





rak (paleosol) yayılımı su üstünde veya altında kalmış arkeolojik yapılar bu çalışmalardan bazılarıdır.

Günümüzde deniz seviyesi doğal faktörlerin etkisi ile yükselme eğilimindedir. Bilinçsizce ya da yeterli araştırmalar olmadan yapılan insan aktiviteleri ise bu yükselmeyi hızlandırmaktadır. Kıyı kullanım alanlarının belirlenmesi ve korunması için deniz seviyesi değişimlerini saptamak ve insan faktörleri ile oluşan hızlandırmayı durdurmak için şimdiye kadar ülkemizde ciddi çalışmalar yapılmamıştır. Günümüzde gözlenen ve insan kaynaklı faktörlerin hız kazandırdığı deniz seviyesi yükseliminin ileri ki yıllarda da devam etmesi kaçınılmaz olacaktır. Bu tür yükselmelerden etkilenmemek için geliştirilen koruma yapıları da kısa süreli çözümler olarak kalmaktadır.

#### Kaynaklar

Awasiika, L.F. and Ibe, C.E., 1993. Anthropogenic Activities Affecting Sediment Load Balance Along the African Coastline. In

Awasiika, L.F. Ibe A.C. Shroder, P. (Eds) Coastlines of Western Africa. Published by American Society of Civil Engineers, 26-39.

Bartholin, T.S., 1989. Dendrochronology in Sweden. In: Mörner N.A. and Karién W.(Eds). Climatic Changes on a yearly to millennial basis. D. Reidel P.C. Dordrecht, 261- 262.

Brückner, E., 1890. Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit, 'Geographische abhandlungen', IV, 2, 153- 184.

Hansom, J. D., 1988. Coasts. Cambridge University Press, Cambridge, London.

Lorius, C., Jousel, J., Raynaud, D., Hansen, J., and Hagee, V.L., 1990. The Ice-Core Record: Climate Sensivity and Future Greenhouse Warming. Nature, 347, 139 - 145.

Marabini F. and Veggiani A., 1991. Evolutionary Trend of The Coastal Zone and Influence of The Climatic Fluctuations. Proceedings C.O.S.U.11. Longbeach 1991, California, 459- 474.

Yaşar, D., 1996. Holosen Paleoceanographic Evolution of the Aegean Sea. International Earth Sciences Colloguium on the Aegean Region. Proceedings Volume 1: 331- 346.