

# DENİZ SEVİYE DEĞİŞİMLERİNİN NEDENLERİ İLE KIYI ŞERİTLERİNE ETKİLERİNİN GÖRÜNTÜLENDİRİLMESİ

**Dr.Mehmet Şenöz**  
Arş. Gör.

**Dr.Mustafa Eftelioğlu**  
Öğr. Gör.

İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi  
Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi  
Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

## ÖZET

Kıyısız alanlarda planlanan köprü, otoyol, liman, kanal, metro gibi mega projelerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Bir mega proje başlamadan önce kullanım alanının veya bölgenin jeolojik durumunu yansıtan verilerin büyük önemi vardır. Bu günkü şekillerini takriben 2,4 milyon yıl önce almış olan kara ve denizlerde halen devam eden nisbi hareketlerin ve değişik jeolojik faktörlerin (deniz seviye değişimi, aşınma, erozyon) kıyısız kullanım alanlarını değişik şekillerde etkilemekte olduğu bilinmektedir. Son zamanlarda mühendislik hizmetlerinde hızla gelişen teknolojiler (uzaktan algılama) sayesinde böyle kritik bölgelerde jeolojik durumun sürekli görüntülendirilmesi ve böyle görüntülerden yararlanarak bölgede yörel paleojeolojik bulguların haritalandırılmasında geniş ölçüde faydalanılmaktadır. Bu çalışmada Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü'nün sahip olduğu uzaktan algılama tekniklerini kullanarak mega kıyısız inşaat projeleri başlamadan önceki destekleyici işlevi bazı örnekler ile tartışılmaktadır.

## 1. GİRİŞ

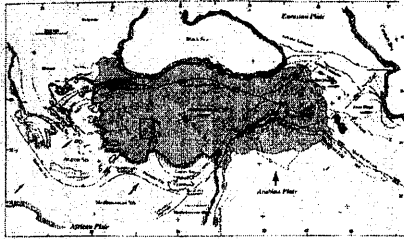
İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü'nün yürüttüğü proje çalışmalarının bir çoğunda mega projelere ilişkin olarak ya bir deniz inşaatı veya hafriyatı söz konusudur ve enstitü yıllardanberi kıyı ve denizaltı inşaat zeminlerine ait yeterli bilgiler toplamak için denizaltı ve uydu görüntü algılama teknolojisindeki gelişmelerin entegrasyonuna önem vermekte, projeler başlamadan önce çeşitli disiplinlerin katılımıyla oluşturulacak ortak veri tabanının oluşturulması fikrini desteklemektedir. Özellikle deniz seviye değişimleri ve

kıyısız alanlara etkileri, bir mega proje başlamadan önce ayrıntılı olarak bilinmesi gereken bir konudur. Deniz seviye değişimleri birden fazla jeolojik olayın sonucunda oluşmaktadır. Bu olayların birbirlerinden ayrılmış olarak deniz seviye değişimlerine ne derece etkili olduklarının saptanması karmaşık bir bilimsel araştırma konusudur. Buna karşılık deniz seviyesindeki değişimler sırasında kıyısız alanlarda (kıta sahanlığında) karasallaşan yüzeylerde uzun zamanlarda meydana gelen topoğrafya değişiklikleri günümüzde uzaktan algılama yöntemlerini uygulamakla mümkün olabilmekte ve bu şekilde elde edilen

veriler, sığ deniz tabanı jeolojik durum verileri olarak değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmeler sonucunda kıyısız alanlarda her hangi bir durumda inşaat projelerinin fayda sağlayabileceği veya fayda sağlayamayacağına karar verilir. Türkiye konumu itibarıyla deniz seviye değişimlerinin etkilerinde jeolojik bakımdan kritik bölgelerde yer almakta ve bu durum deniz seviye değişimlerini kapsayan konularında ayrıntılarıyla önemsenmesini gerektirmektedir.

## 2. JEOLojİ

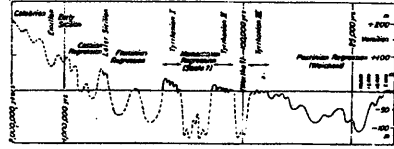
Östazi (global deniz seviye değişimleri), tektonik aktivite (depremler ve yer hareketleri) ile izostatik denge (balans) hareketleri tüm yerkürede kıyı ve deniz seviye değişimlerine neden olan doğal jeolojik olaylardır. Böyle olayların kıyısız alanlardaki topoğrafyaya etkileri kısa veya uzun sürelerde kullanım alanlarında tehdit edebilecek boyutlara ulaşmaktadır. Uzunluğu takriben 8300 km olan kıyılarımızdan özellikle Ege ve Marmara Denizinin doğusundaki Batı Anadolu kıyılarımız östazi ve tektonik (yer hareketleri) bakımından kritik bölgelerde yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1 Türkiye ve çevresinin tektonik haritası.

### 2.1. Östazi (global deniz seviye değişimleri)

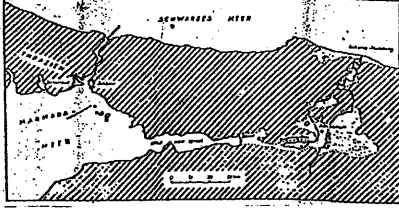
Global deniz seviye değişimleri, jeolojik devirlerde güneş enerjisine ve iklimlerin değişmesi sonucunda kutuplardaki buzların erimesi veya okyanus sularından aşırı miktarda suların çekilmesi ile meydana gelmektedir. Östazi yeni jeolojik zamanda da (örneğin 22 000 -12 000 yıl önce) önemli deniz seviyesi değişimlerine neden olmuştur. Deniz seviye değişim eğrileri, yeni jeolojik zamanda, önceki jeolojik zamanlardakinden daha sık aralıklı global seviye değişimlerine işaret etmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Akdeniz Bölgesinin Kuvaterner'deki deniz seviye değişimleri eğrisi.

15 000 - 20 000 sene önceki global deniz seviye alçalması, Akdeniz ile beraber Batı Anadolu kıyılarımızda önemli ölçüde etkilemiştir. Bu zaman aralığında tüm Akdenizde ve Batı Anadolu kıyılarımızda deniz suları -100 m hatta -150 m alçalmıştır. Karasallaşan kıyılarda vadiler, kanyonlar ve deltalar oluşmuş ve bu önemli topoğrafya değişiklikleri ilerleyen zamanda yeniden yükselen deniz suları ile örtülerek deniz altında bu günkü jeolojik durum meydana gelmiştir. Buna benzer olarak Karadeniz'in son 800 000 - 80 000 yılları arasındaki farklı dönemlerde aşağı Sakarya Vadisi, Sapanca Vadisi ve İzmit Körfezi üzerinden Marmara Denizi'ne

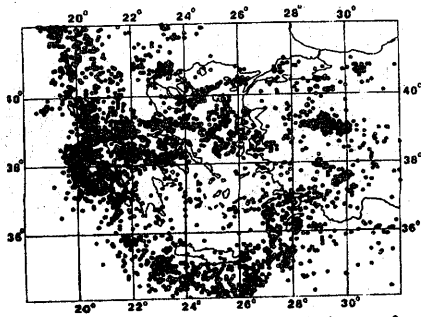
bağlı olduğunu gösteren bir çok jeolojik tanıt vardır. Bu tanıtlar, Karadeniz'in Aşağı Sakarya Vadisi, Sapanca Gölü, İzmit Körfezi yoluyla Marmara Denizi'ne bağlı bir kanala işaret etmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Kuvarterner buzularası zamanlarda Marmara Denizi-Karadeniz bağlantısı.

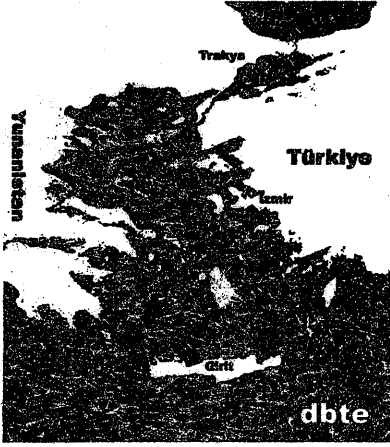
## 2.2. Tektonik aktivite (depremler ve yer hareketleri-deniz seviye değişimleri)

**Jeolojik ve jeofizik** araştırmalar kıyılarımız alanlarında bu günkü asıl deformasyon kaynağının tektonik aktiflik (depremler ve yer hareketleri) olduğunu göstermektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Ege Denizi ve çevresinde 1963-1988 yılları arasında 0-50 km derinlikli deprem episenterleri.

Tektonik hareketler (depremler ve yer hareketleri) çok yavaş ilerleyen blok şeklinde alçalma ve yükselme hareketleri sırasındaki deformasyonlar ve deniz seviye değişimleri ile kıyasal kullanım alanlarını olumsuz yönde etkilemektedirler. Özellikle, Türkiye'nin en büyük fay sistemi olan Kuzey Anadolu Fay Sistemi Batı Anadolu kıyılarımızda önemli deformasyonlara neden olmaktadır. Türkiye'nin kuzeyinde 1500Km uzunlukta D-B yönde ilerlemekte ve İzmit körfezinden itibaren batıya Marmara ve Ege Denizi'ne doğru üç kola ayrılarak ilerlemeye devam etmektedir. Kuzey Anadolu Fay Sistemi'ndeki yer hareketleri Batı Anadolu Kıyıları'nda önemli deformasyonlara (blok yükselme veya alçalma, kırılmalar, çöküntüler, erozyon veya toprak kaybı) neden olmaktadır. İzmir'den Antalya'ya kadar uzanan tektonik yay bunun bir örneğidir. Ayrıca İzmir-Antalya tektonik kıyı yayı Ege Denizi'ndeki Girit adasının güneyinden diğer bir fay sisteminden gelen tektonik yay ile dik açı teşkil edecek şekilde kesişmektedir (Şekil 5).



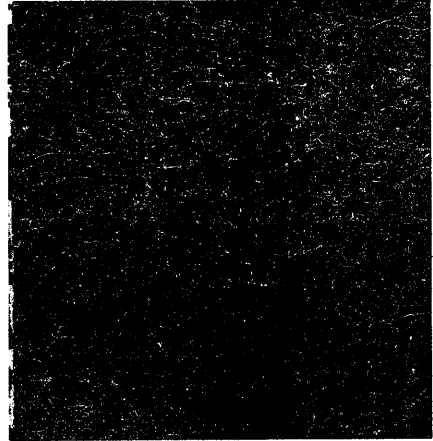
Şekil 5. Ege Denizi ve çevresindeki kıyıların uydu görüntü haritası

Tektonik yaylar üzerinde son yıllarda aniden meydana gelen yer hareketleri Batı Anadolu kıyılarında ve Ege Denizi'nde sayısız çöküntü çukurlarından oluşan dengesiz ortamsallıkta, topoğrafik gradyentlerin oluşmasına ve kıyılarda geniş alanları kaplayan kayaç bloklarının çok yavaşta olsa alçalmasına neden olmaktadır (Flemming, N. C. 1972).

### 3. UZAKTAN ALGILAMA BULGULARI

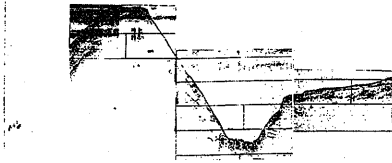
1970 li yıllardan itibaren bütün dünyada geniş uygulama alanları bulan uzaktan algılama , teknolojilerine yurdumuzda da karasal ve denizel alanların kullanımındaki artışa paralel olarak birinci dereceden önem verilmektedir. Bu sayede diğer bir çok disiplinlerin yanısıra inşaat mühendisliğinde zemin bağımlı bir çok jeolojik sorular kısmen

anında kısmende sonra hazırlanan haritalar ile cevaplanmaktadır. Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi enstitüsü bir enstitü binası ve bir deniz araştırma gemisi ile birlikte güçlü uzaktan algılama tekniklerine sahiptir. Enstitü binasında kurulu SMARTech - H RTP - Yer İstasyonu (Smart Station) yardımıyla bu gün NOAA/AVVHR uydu görüntüleri anında alınır ve bilgisayarlarda depolanır. SMART - Yer - İstasyonu uydulardan gerçek zamanlı görüntü alabilen, işleyen ve görüntünün yorumlanmasına yardımcı olan bir sistemdir (Eronat. H, 1997). SMART İstasyonu yardımıyla kıyının kara tarafındaki bölgesel alanlar görüntülendirilir ve kıyının deniz tarafında deniz suyunun askı yükü, kirlilik, plankton dağılımı, sıcaklığı , akıntı ve döngüler gibi parametreleri belirlenir.



Şekil 6. İzmit Körfezi ve çevresinin uydu görüntüsü.

Buna karşılık daha derindeki deniz tabanı ve içerisindeki jeolojik yapının belirlenmesi için bir deniz araştırma gemisine monte edilen sonarlı veya akustik ses kaynaklı uzaktan algılama yöntemleri kullanılır. Yanal hüzmeye sonarları, dikey hüzmeye sonarları ve yapay mühendislik sismik kaynakları kullanılarak, deniz tabanından geri dönen ekoların kaydedilmesi ile elde edilen deniz tabanının kuşbakışı akustik fotoğrafları (sonoğramlar), deniz derinliklerini ve deniz tabanını gösteren grafikler (ekogramlar, sismik kesitler), deniz tabanının jeolojik yapısını yansıtan görüntü verileridir (Şekil 7).

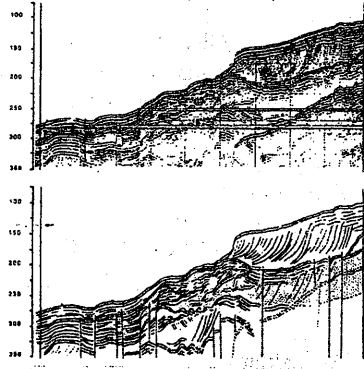


Şekil 7. İzmit Körfezi yapay kaynak sismik yansıma kesiti örneği.

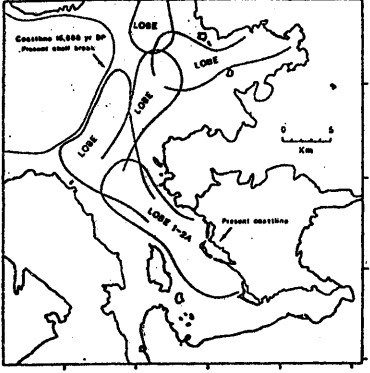
Uydu ve akustik ses kaynakları aracılığıyla elde edilen ve yerin görüntülerini yansıtan böyle veriler ve diğer jeolojik sondaj verileri bu günkü kıyıların ve önceki deniz seviye değişimleri sırasında atmosfere sınırlanan kıyı şeritlerinde meydana gelmiş topoğrafya (paleotopoğrafya) değişikliklerini ve kıyı hareketlerini yansıtan jeolojik bulgulardır (Şekil 8, 9 ve 10).



Şekil 8. İzmir Körfezi uydu görüntü haritası.



Şekil 9. İzmir Körfezi yapay kaynak sismik yansıma kesiti örneği.



Şekil 10. İzmir Körfezi (Gediz deltası) ve eski kıyı çizgileri.

#### 4. SONUÇLAR

'Uzaktan Algılama' teknolojileri bilgisayarların 'hardware' ve software' teknolojilerindeki gelişmelere orantılı olarak gelişmekte olan teknolojilerdir. Dünyada 1970 li yıllara kadar mümkün olabildiğince veri algılama için elektronik cihazlandırma teknolojilerinin geliştirilmesine önem verilmiştir. 1970' li yıllardan beri ise bu cihazlandırma ile algılanan verileri işleyen bilgisayar programlarının yazılımlarının geliştirilmesine önem verilmektedir. Dokuz Eylül Üniversitesi öncülüğünde Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsünde 1980'li yıllardan beri gerek akustik kaynaklar ve gerekse uydular ile yerin ve yeryüzeyinin uzaktan algılayan teknolojilerin transferine, uygulamalarına ve uygulama sonucunda elde edilen verilerin diğer mühendislik bilimleri ve özellikle İnşaat sektörü ile paylaşılmasına önem verilmektedir. Denizaltı jeolojik sondajlarından, yapay akustik kaynak görüntülerinden (sonar ve sismik) ve uydu görüntülerinden

faydalanarak bu gün kıyı bitişiğindeki kıta sahanlığında deniz seviye değişimleri, kıyı hareketleri, yeni jeolojik zamandaki kıyı hareketleri sırasında atmosfere sınırlanan kıyı şeritlerindeki topoğrafya değişiklikleri teraslar, deltalar ve diğerleri şeklinde izlenmekte ve böyle yörel tanıtlar jeolojik yaş tayinleri ile beraber değerlendirilmektedir.

Bu değerlendirmeler sonucunda uydu ve akustik kaynak görüntü verilerinden (sonar ve sismik bulgulardan) faydalanarak hazırlanan kıyı alanları batimetrik, topoğrafik veya paleotopoğrafik haritaları bir mega proje başlamadan önce çeşitli disiplinlerin katılımıyla oluşturulan ortak veri tabanında bölgenin jeolojik durumunu yansıtan bilgi kaynağını oluşturur. Bu güne kadar elde edilen bilgiler kıyılarımızdaki, özellikle Batı Anadolu kıyılarımızdaki kullanım alanlarının jeolojik bakımdan oldukça kritik bölgelerde yer aldığını göstermektedir.

#### 5. KAYNAKÇALAR

Aksu, E.A., Konuk, T., Uluğ, A., Duman, M., Piper, D.J.W., 1990. Doğu Ege Denizi Şelf Alanının Kuvaterner'deki tektoniği ve tortul tarihçesi, Jeofizik 4, 3-35.

Butzer, K.W., 1966. Mediterranean area: Quaternary history: The Encyclopedia of Oceanography, Ed., R.W. Fairbridge, 485 - 490.

Eronat, H., 1997. Düünden bugüne Uydular Uzay Teknolojisi, Popüler Bilim, Ocak 1997, 45-46

Flemming, N. C., 1972. Eustatic and tectonic factors in the relative displacement of the Aegean Sea, A Natural Sedimentation Laboratory, Dowdon, Hutchinski and Ross, Srousburg Ph., 189-201.

Meriç, E., 1997. Gelecek için geçmişe dönüş, Tübitak - MTA -Üniversiteler, Marmara Denizi Araştırmaları, Workshop-III, Genişletilmiş Bildiri Özetleri, 41.

Pfannenstiel, M., 1944. Die diluvialen Entwicklungsstadien und die Urgeschichte von Dardanellen, Marmarameer und Bosporus, Geologischer Rundschau, Bd.XXXIV, Heft 7-8, 343-424.

Sucuoğlu, H., Koçyiğit, A., Özkan, Y., Ural, D., Bakır, S., Tankut, T., Ersoy, U., Özcebe, G., Wasti, T., Çokça, E., 1995. ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü - Deprem Araştırma Merkezi, 1 Ekim 1995 Dinar Depremi Mühendislik Raporu, 61 sayfa.

Şenöz., M., Duman, M., Avcı, M., Uluğ, A., 1996. İzmit Körfezi örneğinde 3.5 KHz Pinger (transdüser) ve 40inçküp airgun (hava topu) sığ sismik yansıma metodu uygulamalarından elde edilen verilerin öndeğerlendirilmesi, TMMOB - İnşaat Mühendisleri Odası - I.Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu 14-15-16 Kasım 1996, Samsun, 169-172.

Taymaz, T., Jackson, J., McKenzie, D., 1991. Active tectonics of the north central Aegean Sea, Geophys. J. Int., 106, 433-490.

