

BÖLÜM 17 OKYANUS VE DENİZLER

OKYANUS

Dünyada beş büyük okyanus vardır: Atlantik, Pasifik, Hind, Arktik ve Antarktik okyanusu. Denizler, okyanuslarla irtibatlı ve daha küçük boyutlardadırlar.

Okyanus kıyıları: dalgalar ve gelgitler

Karalarla denizlerin karşılaştığı yerler olan kıyılarda, dalgalar ve gelgitler, karaları şekillendirirler. Bu, akıntılarla kıyıdaki kayaları aşındırma, ve bu aşınan parçaları taşıyarak plajlara veya kıyıya yakın sığ sularda çökeltme şeklinde olur.

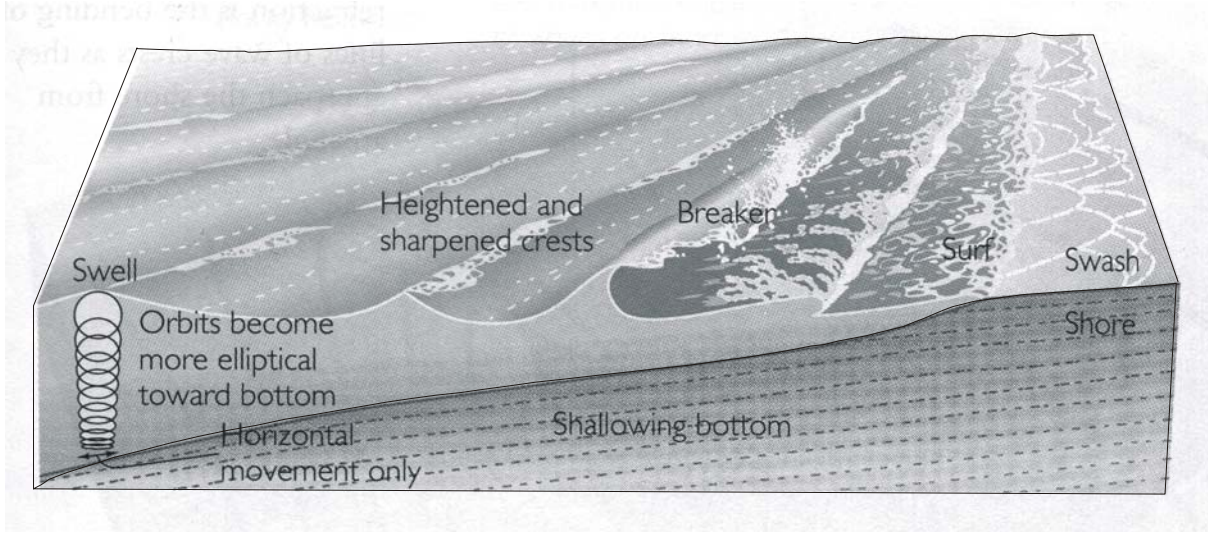
Dalga hareketleri

Sakin havalarda hafif dalgaların varlığı, kuvvetli rüzgarlı havalarda daha kuvvetli ve yüksek dalgaların varlığına dönüşür. Böylece, 5 ila 25 km/saat esen bir rüzgarın santimetreden az yüksekliği, 30 km/saat esen bir rüzgarla kuvvetli ve yüksek dalgalar oluşturur. Dalga yüksekliği a) rüzgar hızı ile, b) rüzgarın esme müddetinin artışı ile ve c) dalgaların rüzgarın geldiği yerden olan uzaklığı ile artar.

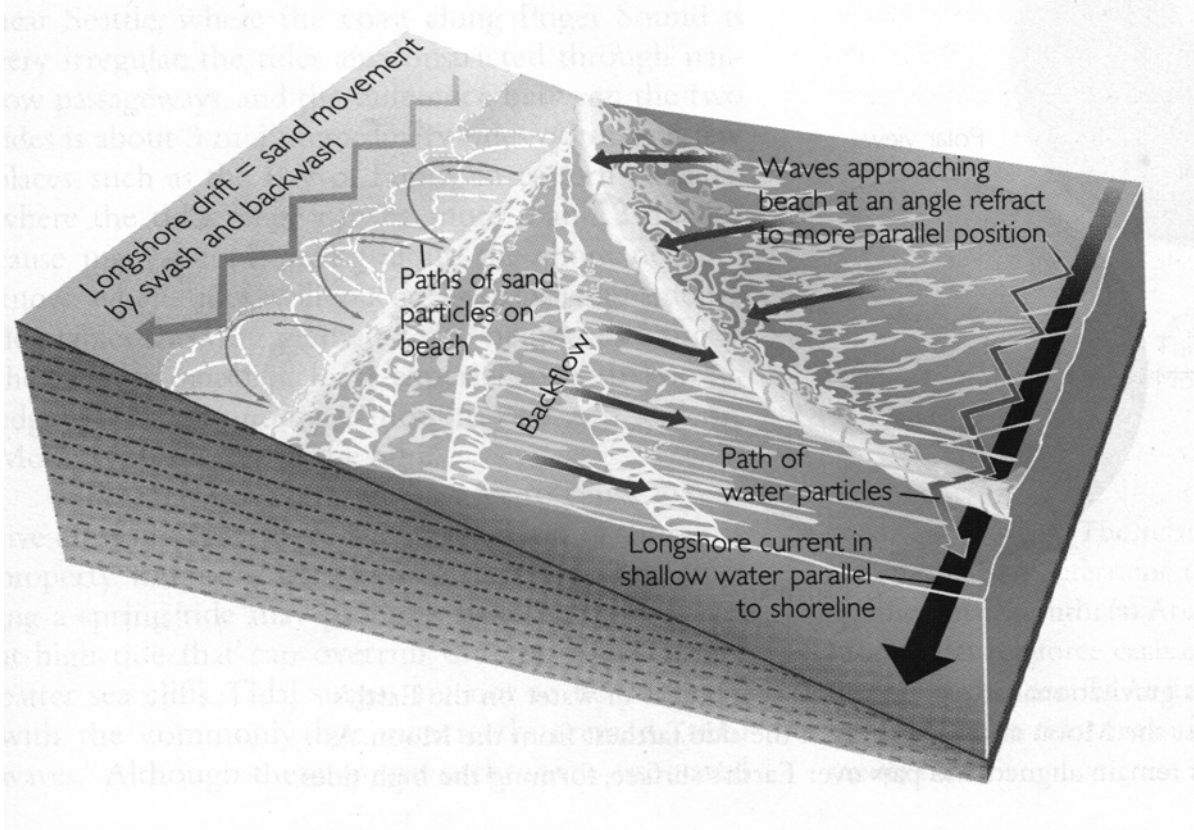
Dalga "sörf" zonu

Kıyılara yaklaşan dalgalar, yükselir ve sırtları keskinleşir (Şekil 17.1).

Bu keskin sırtlı dalga bir süre sonra kendini tutamaz hale gelince kırılır, ve köpüklü ve kabarcıklı bir kesim oluşturur. Bu kesime "sörf zonu" (Surf zone) denir. Kıyıya ulaşan dalga tekrara kırılır, varsa plaj üzerinde, kum ve çakılları karaya doğru taşıyarak yayılır "yayılma" (swash), ve tekrar denize doğru döner (backwash) (Şekil 17.2). Bu arada kum taneleri tekrar denize doğru taşınırlar. Bu olaylar, yani plaja gelen suyun yayılması ve tekrar denize dönmesi ile, zig-zag şekillerde kıyı boyunca kum çökmesine yol açarlar (longshore drift).



Şekil 17.1. Dalga oluşumu.



Şekil 17.1. Dalganın geriye dönmesi.

Dalga kırınması (wave refraction)

Sahile doğru açı ile yaklaşan dalgalar, sığ kesimde, sahile paralel bir şekilde doğrultu değişikliğine uğrarlar. Buna dalga kırınması denir. Bu olay ile, sahile paralel akıntı (longshore current) ve aşınma-taşınma olayları gelişir.

Gelgitler

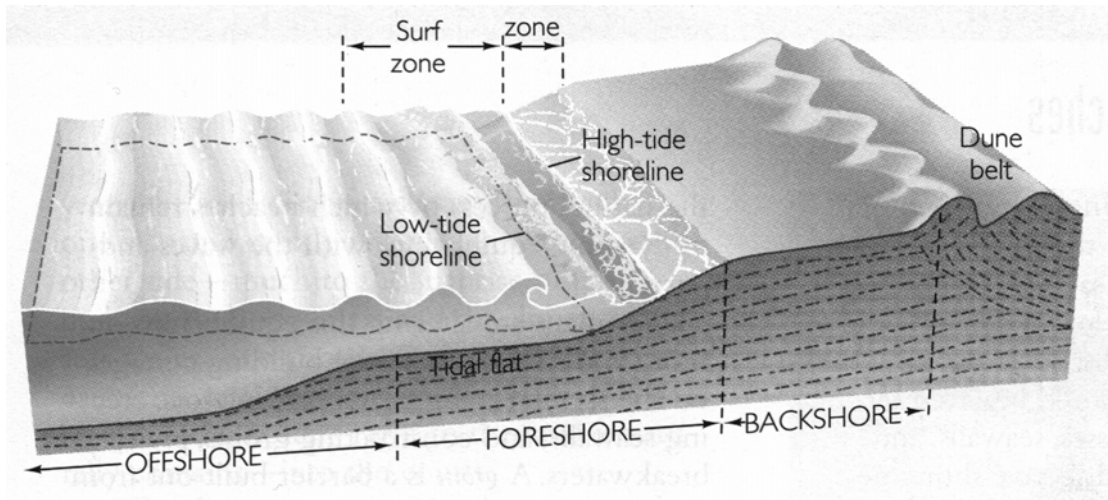
Ay ve güneşin okyanus suları üzerindeki çekim etkisi ile, günde iki kez suların yükselip alçalmasıdır. Dünyanın çeşitli yerlerinde gelgitlerin etkisi, yani suların yükseklik farkı, zamanla ve yere göre de değişir. Gelgitlerin aşındırıcı etkisi dalgalarla da birleşerek önemli olabilir. Ayrıca denizaltı depremleri, volkanik patlamaları veya heyelanları ile oluşan tsunamilerde kıyılarda önemli hasarlara yol açabilirler.

Gelgitle kıyıya yaklaşan sular saatte kilometrelerce hıza ulaşan “sel gelgiti” (flood tide) oluştururlar. Gelgit azalmaya başlayınca da sular çekilirler. Bu tür gelgit akıntıları ile, menderesli ve akarsu kanallarını kesen, çamurlu veya kumlu gelgit düzlükleri (tidal flat) gelişir.

KIYI KESİMLERİ

Plajlar

Plaj, kum ve çakıldan yapılmış bir kıyı kesimidir (Şekil 17.3). Plajlar, dalgalar ve etkinse gelgitlerle, şekil değişikliklerine uğrarlar. Plaj genişleyebilir veya içerdiği kumun başka yerlere taşınması ile boyutları azalabilir.



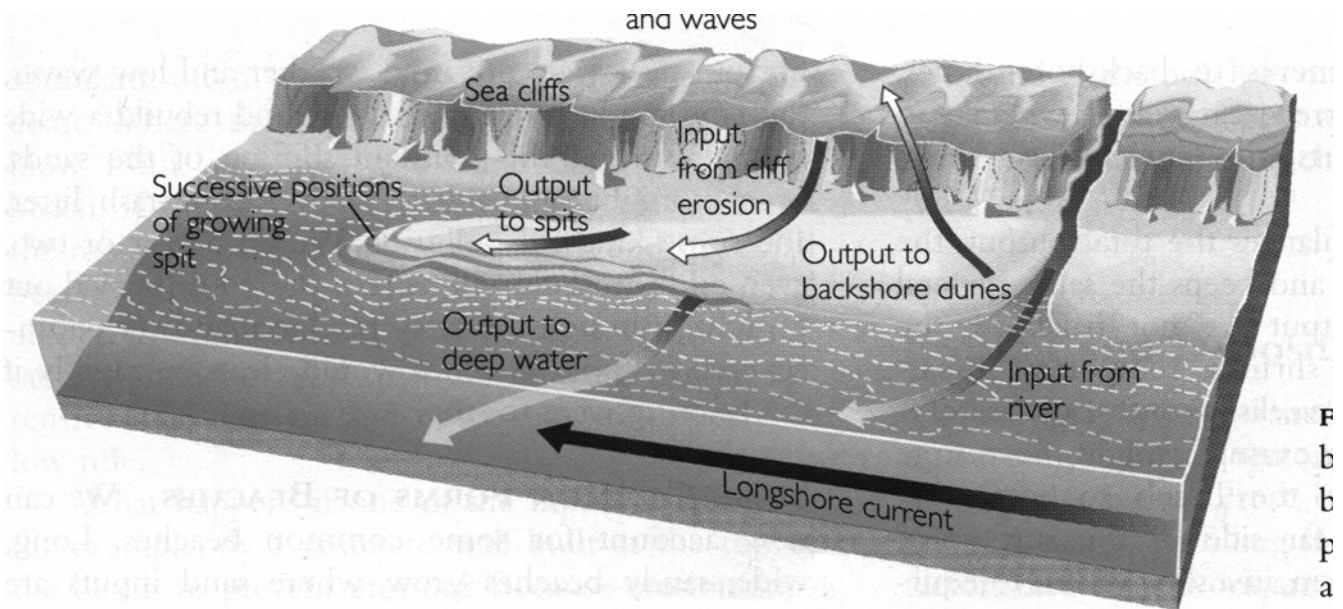
Şekil 17.3

PLAJLARIN YAPISI

Şekil 17. 3'de, plajlara ait genelleştirilmiş bir yapı blok diyagramı verilmiştir. Denizden sörf kesimine kadar olan yer "kıyı ötesi" (offshore); sörf kesimi ve gelgit düzlüğü "kıyı önü" (foreshore); dalgalarla yıkanan kesimden kumullara kadar olan kesime de "kıyı arkası" (backshore) denir.

BİR PLAJIN KUM BİLANÇOSU

Plaja, karadan taşınan ve çökeltlen çakıl ve kumlar dalga ve gelgit etkisi ile şekil değiştirir, ve/veya derin deniz kesimine doğru taşınırlar (Şekil 17.4). **Plajın malzeme kazanması:** kıyı arkasından aşınmayla gelen malzeme; kıyı boyunca ve kıyıya paralel akıntılarla çökeltme; denize dökülen akarsuların getirdiği malzeme ile olur. **Kaybetmesi:** rüzgar tortulları kıyı arkasına taşınırlar; kıyı boyunca çökeltme ve paralel akıntılarla ve fırtınalar sırasında kıyı dip akıntıları ile plaj çökellerinin derin deniz kesimlerine taşınması ile olur. Malzeme girdi ve çıktısı eşitlendiğinde plaj dengededir ve genel şeklini korur. Denge bozulunca plaj ya büyür ya da küçülür.



Şekil 17.4. Plajın bilançosu.

BAŞLICA KIYI ŞEKİLLERİ

Şekil 17. 5'de aşınma ve taşınma işlemleri ile oluşabilecek çeşitli kıyı şekilleri verilmiştir.

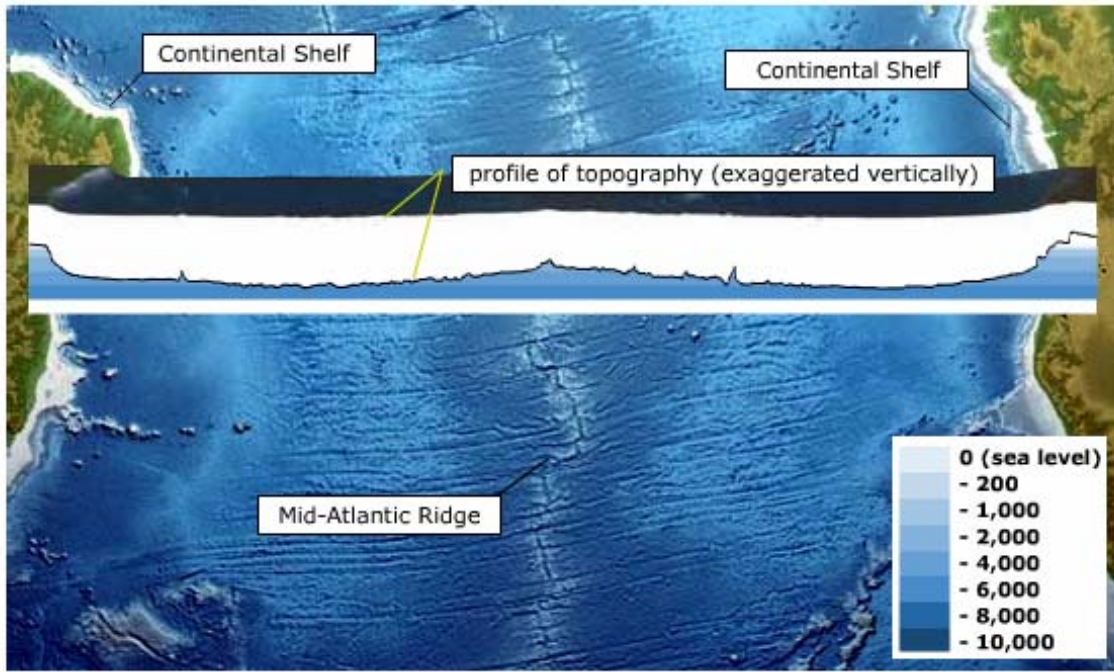


Şekil 17. 5. Çeşitli kıyı şekilleri

OKYANUS TABANLARI

Binlerce metre deniz suyu ile örtülü olan okyanus (veya deniz) tabanları, jeofizik yöntemlerle dolaylı olarak, veya insanlı denizaltılarla (örneğin kaptan Cousteau ve ekibi), direkt olarak incelenmektedir. Bu çalışmalarla okyanus bilimi (oceanography) doğmuştur.

Yapılan çalışmalar, iki değişik okyanus tabanının ayrıntılarını vermiştir. Birincisi, “Atlantik tipi pasif kıta kenarı”dır (Atlantic-type passive continental margin). Böyle bir kıta kenarının genelleştirilmiş bir kesiti Şekil 17.6’da verilmiştir.



Şekil 17.6. Atlantik Okyanusu kesiti. Sol tarafta Kuzey Amerika, sağ tarafta ise batı Afrika yer almaktadır (Resmin orijinali alttaki Internet adresinde mevcuttur. Sitede, okyanuslarla ilgili olarak yukarıdaki resim gibi canlandırılmalı (animations) belgeler bulunmaktadır)

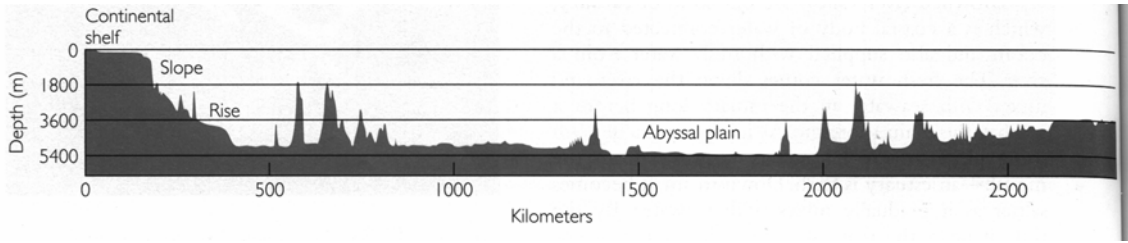
http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/investigations/es0802/es0802_page03.cfm

Bir Atlantik taban kesiti

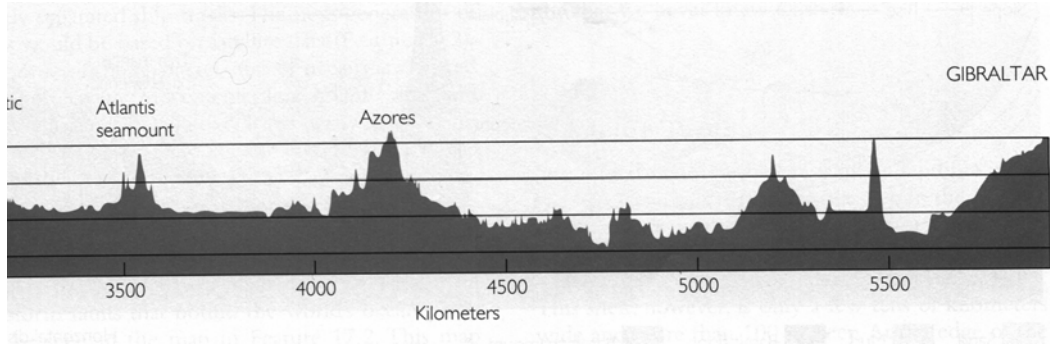
Kuzey Amerika, New England'dan Cebel-i Tarık boğazına doğru hareket eden bir denizaltıda, görülebilecek ana taban şekilleri şunlardır (Şekil 17.7).

a) kıta sahanlığı (Continental shelf): kıydan itibaren denize doğru, yaklaşık 200 metre derinliğe kadar uzanır (Şekil 17.7A). Düz ve kıtaya ait olan sahanlıkta, kum ve çamur örtüsü bulunur.

b) Çok az eğimli kıta sahanlığının sınırında 4° eğimli kıta yamacı (Continental slope) bulunur. Düzensiz bir şekli olan yamacı denizaltı kanyonları karakterize ederler.



Şekil 17.7A. Soldan itibaren: kıta sahanlığı, yamacı, yükselimi; ortalarda derin deniz ovaları. Sağa doğru okyanus ortası sırtına doğru yükselme.



Şekil 17.7B. Soldan itibaren: en sol kısımda sırt eksiktir (Şekil 17.6'ya bakınız). Kesitte özellikle okyanus tabanının düz değil, denizaltı dağları ile kesilmiş olmasına dikkat ediniz.

c) Yamacın alt kesimlerinde ve 2000 ila 3000 metre derinlikler arasında, yamaç daha az eğimli "kıta yükselimine" (Continental rise) geçer. Yüzlerce kilometre

eninde olabilir, ve okyanus derinliklerine taşınan çamurlu ve kumlu çökellerin geçtiği bir alandır.

d) Kıta yükseliminden sonra, ortalama derinlikleri 4000 ila 6000 metre arasında olan ve geniş alanlar kaplayan derin deniz ovaları (abyssal plain) yer alırlar. Bu düzlüklerde bazen, çoğu sönmüş volkanlardan oluşan denizaltı dağlarına (seamount) rastlanır. Azor adalarında olduğu gibi, az sayıda denizaltı dağı deniz yüzeyine kadar çıkabilir.

e) Derin ovalardan okyanusun ortasına doğru giderken, eğimli bir kesimle karşılaşılır. Bu kesimin örtüsünü oluşturan ince malzemeli çökellerin yerini, okyanus ortasında bazaltlar alır. Bu okyanus içi dağlık alanın derinliği 3000 metre kadardır. Dağın sırtında, veya ismi ile okyanus ortası sırtında (mid-oceanic ridge), 1 kilometre kadar eninde, aktif volkanizmanın yer aldığı bir alan, batıda Kuzey Amerika plakasını doğudaki Avrasya plakasından ayırır. Bu sırt boyunca okyanusun iki tabanı birbirlerinden ayrılarak bu iki kıtayı uzaklaştırırlar, ve Atlantik okyanusunun eni artar (yılda yaklaşık 1.5 santimetre hızla).

f) Bu sırt geçerek doğuya doğru gidildiğinde, tekrar derin okyanus düzlüklerine geçilir (Şekil 17.7B). Daha sonra kıta yükselimi ve yamacı, sonunda da Avrupa kıta sahanlığına varılır. Görüldüğü gibi, okyanus ortası sırtı, simetrik bir yapının hemen hemen ortasında uzanır.

İkinci tip, "Pasifik tipi aktif kıta kenarı" dır (Pacific-type active continental margin) (Şekil 17. 6).

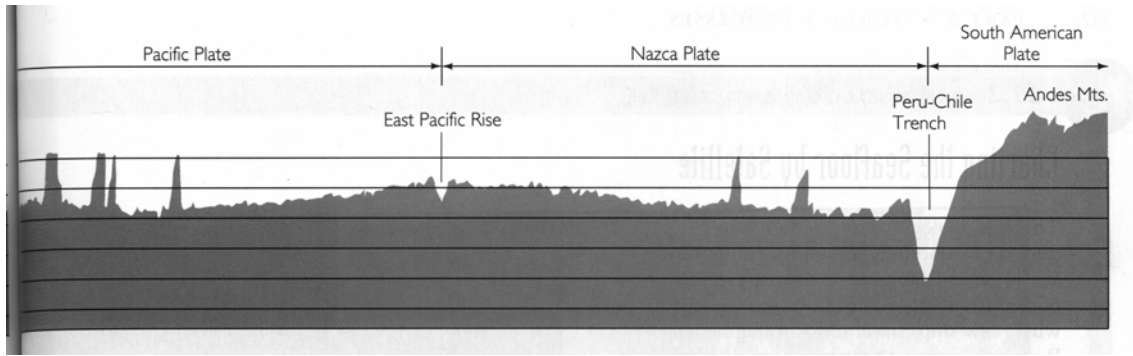
Bir Pasifik taban kesiti

Pasifik okyanusunun tabanı, Atlantik'te görülmeyen bazı özellikler içerir. Peru'dan hareketle, Avustralya'ya doğru bir denizaltı yolculuğu sırasında, deniz tabanı şekilleri açısından şu özellikler göze çarpar:

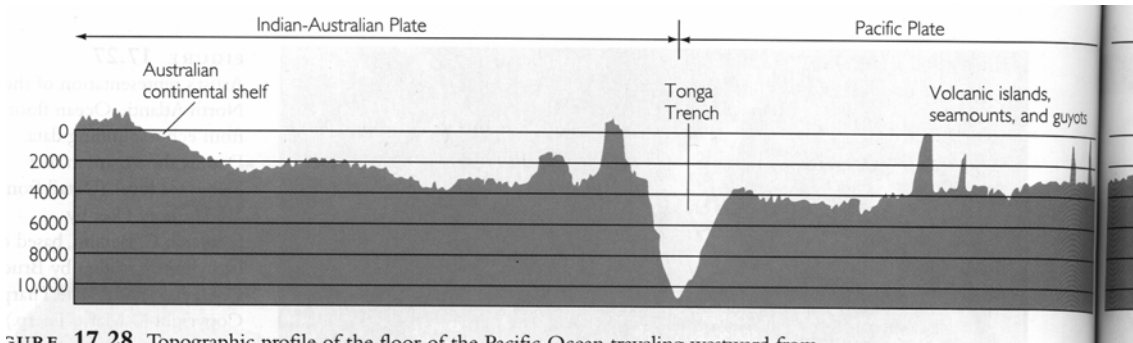
Peru veya Güney Amerika plakası batısında, 100 metreden derin ve birkaç on kilometre eninde bir kıta sahanlığından sonra, Atlantik örneğine nazaran daha dik bir kıta yamacı 8000 metre derinliğe kadar uzanır, ve burada Peru-Şili hendeğine (trench) inilir (Şekil 17.8A). Burası, Doğu Pasifikte, batıdaki küçük Nazka plakasının doğudaki Güney Amerika

plakası altına daldığı (subduction) kesimdir. Hendeği geçipte Nazka plakası üzerindeki yolculukta, Doğu Pasifik Yükselimine (East Pacific Rise) varılır. Burası, Atlantik ortası sırtında görülen özellikleri taşır fakat Atlantik örneğine göre daha sığdır. Pasifik derin deniz düzlükleri yer yer denizaltı dağları ile kesilmiştir. Daha batıda, tüm okyanusal hendeklerin en derini (derinlik yer yer 11 000 metredir) olan Tonga hendeğine ulaşılır (Şekil 17.8B). Burada, ve Pasifik okyanusunun orta kesimlerinde, doğudaki Pasifik plakası, batıdaki Hind-Avustralya plakası altına doğru dalmaktadır. Hendeğin batısında bazaltik ve andezitik kayalardan oluşmuş bir ada yayı derin deniz tabanından yüzeye kadar çıkar (Tonga adaları, Yeni Zelanda kuzey-doğusu). Buradan Avustralya'ya doğru, tekrar kıtasal yükselim, yamaç ve sahanlık zonlarından geçilir.

Aktif ve pasif kıta kenarı deyimleri, kıta-okyanus arasında bir dalma-batma zonu (subduction zone) olması (Pasifik tipi) veya olmaması (Atlantik tipi) ile belirlenir.



Şekil 17.8A. Güney Amerika batısından itibaren bir okyanus kesiti.



Şekil 17.2B. Topographic profile of the floor of the Pacific Ocean traveling westward from

Şekil 17.8B. Kesitin batıya doğru devamı.

KITASAL KENARLAR

Burada, kıtasal kenarları oluşturan kesimler ve bunlarla ilgili bir miktar ayrıntı verilecektir.

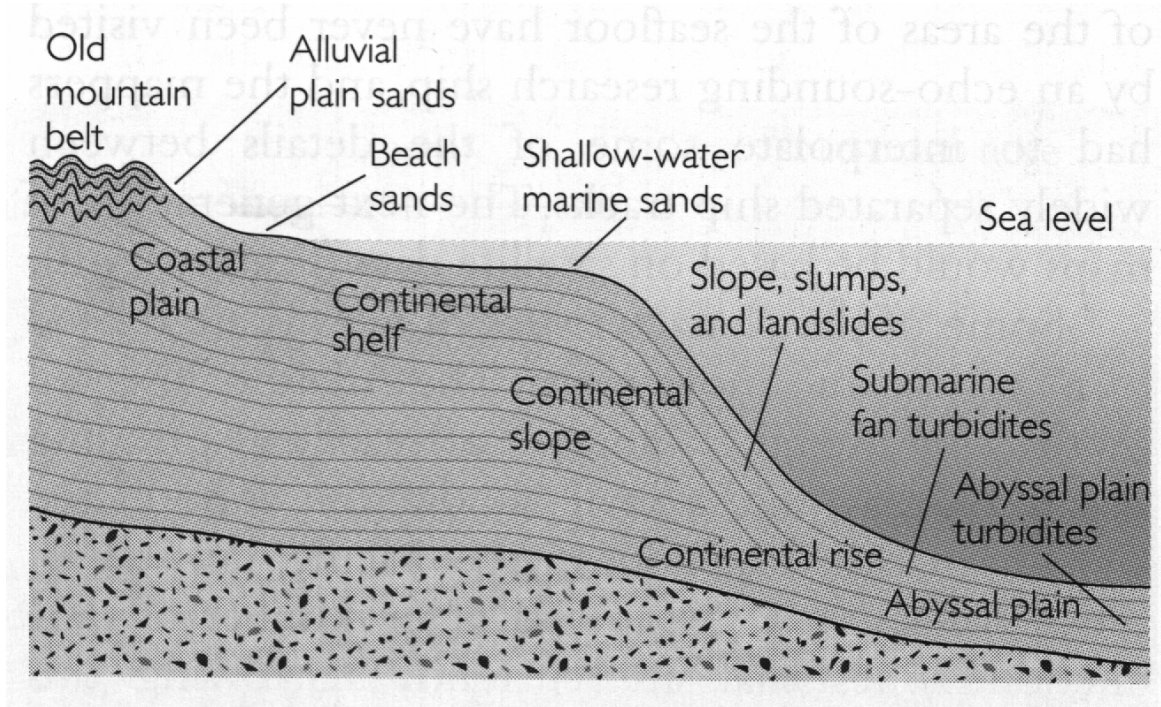
Kıta sahanlığı

Balık avlama ve petrol çıkarma (örneğin Louisiana ve Teksas, ABD) açısından bu kesim okyanusun en verimli kısmıdır. Bu yüzden, 1982'de çıkarılan Deniz Yasası antlaşması ile ulusların toprak ve ekonomik hakları koruma altına alınmaya çalışılmıştır (ABD bu antlaşmayı imzalamamıştır).

Sahanlıklar, pasif kıta kenarlarında geniş ve nispeten düz, aktif kıta kenarlarında ise dar ve düzensizdirler. Sığ derinliklerde yeraltmaları nedeni ile, bu kesimler deniz suyu seviyesinin değişmesi ile yakından etkilenirler. Pleyistosen (1.8 milyon – 10 000 yıl arası) zamanındaki buzul devrinde, bugün 100 metreye kadar olan sahanlık kesimleri su üstünde yer almakta idi ve o sıralarda şekillendi. Kuzey enlemlerinde sahanlıklar buzul işlevlerine maruz kalırken daha sıcak güney enlemleri, akarsu vadileri ile şekil aldılar.

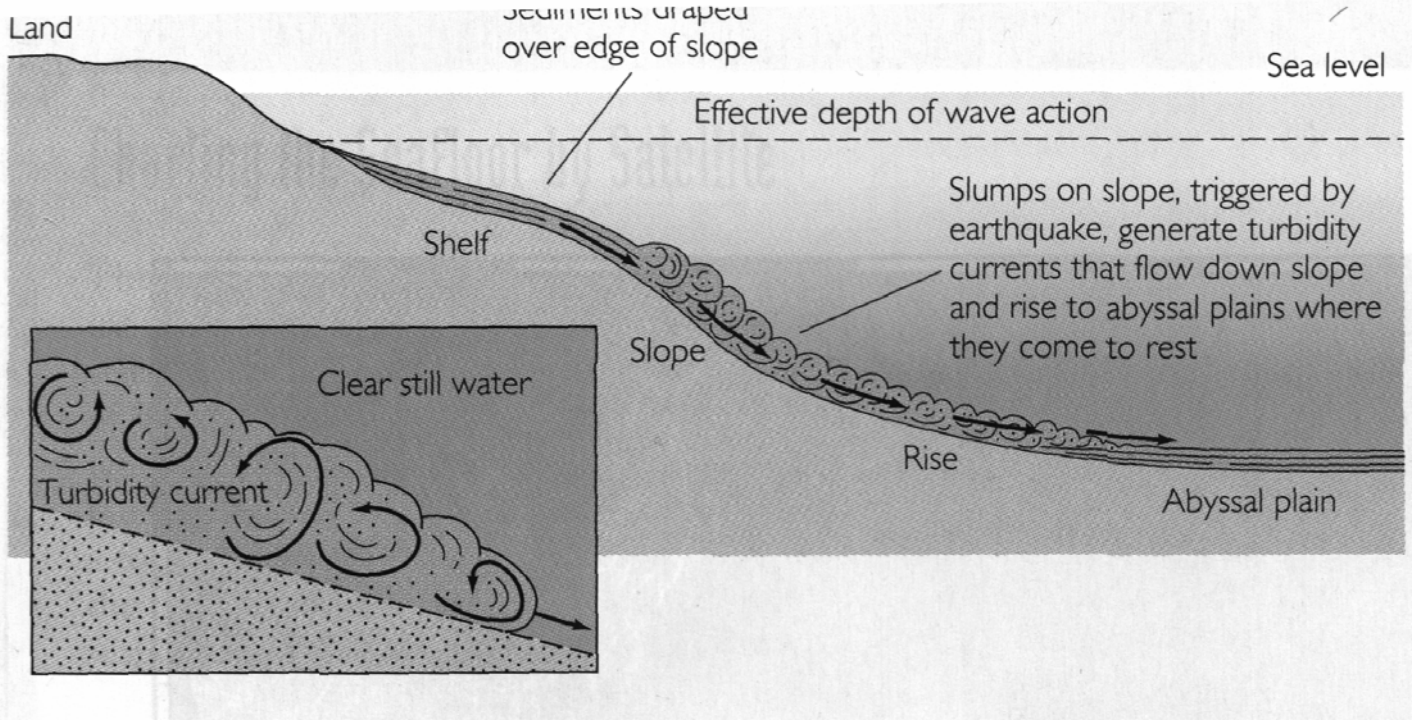
Kıtasal yamaç ve yükselim: denizaltı heyelanları ve akıntıları (turbidity currents)

Bu derin kesimlerde (Şekil 17.8), dalga ve gelgit etkilerinden bahis edilemez. Buna karşın bu kesimlerde kıtadan taşınarak çökelen kum ve daha ince malzemelerin oluşturduğu bir topoğrafya, vadiler ve diğer başka aşınma şekilleri gösterirler. Bunlara neden olarak, çamur taşınması nedeni ile etrafındaki temiz sulardan daha yoğun olan çamurlu suların temiz sular içine doğru akmasıdır (turbidity). Bu şekilde denizaltı vadi ve kanyonları gelişirler. Bu akıntılar, aynı zamanda buralarda çökelmiş olan malzemeyi aşındırabilir ve derinliklere doğru taşıyabilirler.



Şekil 17.8. Kıta, kıta kenarı ve derin deniz ortamlarını gösteren şematik bir kesit.

Bu çamurlu akıntılar, bazen depremlerle de tetiklenen denizaltı heyelanlarına yol açarlar. Böylece, kıta sahanlığının kenarına yığılmış olan tortular hızla derin deniz düzlüklerine doğru hareket ederler. Heyelanın hızının azaldığı düzlüklerde taşınan malzeme çökler ve çoğu zaman bir denizaltı yelpazesi (submarine fan) oluşur. Genelde, çamurlu akıntılar taşıdıkları kum, silt ve çamuru (ince kil), kıta yükseliminin eteklerinde ve derin deniz düzlüklerinin kenarlarında, derecelenmiş ve iyi tabakalanmış tortular şeklinde çökeltirler. Bu formasyonlara “**türbidit**” adı verilir.



Şekil 17.9. Türbidit akıntılarının oluşumu.

OKYANUSLARDA ÇÖKELME

Okyanusta çökelen malzemenin başlıca kökeni karalardan taşınan kum ve çamurlar, veya suda yaşayan canlıların kavrıklarının birikmesidir. Ayrıca, dalma-batma zonlarının yakınlarındaki volkanik adalardan (örneğin Tonga adaları) püsküren kaya ve küllerinde okyanusa katılması, ve buharlaşmanın yoğun olduğu sıcak tropikal kesimlerde de çökelen buharlaşma sonu malzemelerin (evaporite) oluşması da çökelmeye katkı yapan olgulardır.

Kıta kenarlarında çökeltme

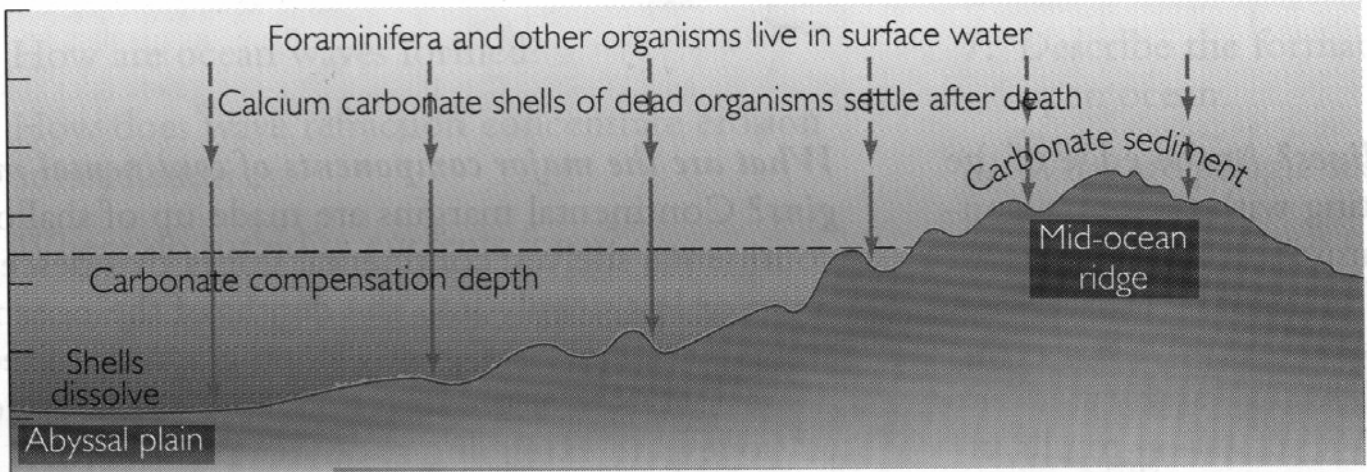
Plajları da oluşturan dalga ve gelgitler, kıta sahanlığında etkin bir taşıma rolü üstlenirler ve kum ve çamur kıta yamacına doğru taşınır. Bu çökellere kıtasal (terrigenous) malzemeden oluşmuş denir.

Kıta sahanlığında biyokimyasal çökeltme, canlıların kalsiyum karbonatlı kavkılarının birikmesi ile olur. Bu canlılar çamurlu sularda yaşamayamadıkları için, bu tür çökeltme ancak kıtasal malzeme taşınmasının az olduğu veya hiç olmadığı kesimlerde gelişebilir.

Derin denizlerde çökeltme

Kıta kenarlarından uzak kesimlerde, ince kıtasal ve biyokimyasal malzemeler yavaş bir şekilde - Stokes yasasını anımsayın - yüzeyden derine doğru çökeltirler. Bu gri-kahve rengi açık deniz çökeltlerine pelajik tortul denir. Çökeltme hızları 1000 senede birkaç milimetredir. Çok az bir bölümünü - yaklaşık %10'u - kıtalardan, çöllerden veya volkanlardan denize doğru rüzgarlarla taşınan malzeme oluşturabilir.

Pelajik çökeltler içinde en sık bulunan biyokimyasal malzemeyi deniz yüzeyinde yüzen, tek hücreli, kalsiyum karbonat kavkılı foraminiferler oluştururlar. Bu kavkı içindeki canlının hayatının son bulması ile kavkı çökeltir. Bu kavkılarının birikmesi ile, kumlu, siltli ve kavkılı, "foraminiferli ooz" (foraminiferal oozes) çökeltleri oluşurlar. Başka canlıların karbonat kavkılarında oluşan oozlara ise "kokolit" (coccolith) ismi verilir.



Şekil 17.10. Derin denizde çökeltme koşulları.

Foraminiferli ve diğer karbonatlı oozlara, denizlerde 4 000 metreye kadar rastlanır, ve daha derin kesimlerde bu çökeltler oluşmazlar (Şekil 17.10). Bunun nedeni olarak "karbonat çökeltme derinliği" (carbonate compensation depth, CCD) olgusu

gösterilmiştir. Bu derinliğin altında kavkılar suda erimekte ve çökelmemektedirler. Bu derinliklerde etkin olan okyanus su akıntıları, daha sığ kesimlerdeki akıntılardan şu özelliklerle ayrılırlar:

- 1) derin su akıntıları daha soğuktur: soğuk ve yoğun olan kutup bölgesi suları ekvatora doğru hareket ederlerken okyanusal derinlikleri kullanırlar;
- 2) bu derin sular daha fazla karbon dioksit içerirler: uzun mesafeler katederlerken bu akıntılara katılan organik maddelerin okside olması nedeni ile, sıcak sulara nazarana daha fazla CO₂ içeriklidirler;
- 3) üstlerindeki kalın su sütunu dolayısı ile daha yüksek basınçlar altındadırlar.

Bu üç unsur, kalsiyum karbonatın derin sularda sığ sulara göre daha fazla erimesine yol açar. CCD derinliğinin altına düşen kalsiyum karbonatlı bir kavkı, karbonatça doymamış bu zonda eriyecektir. Bu derinliklerde çökelebilen bir malzemeye (silikatlı ooz) katkı sağlayan maddeler, tek hücreli ve silikat kavkılı canlılar olan diyatom ve radiolaryadır. Silikatlı oozlar çört adı verilen silikatlı taşları oluştururlar.

Deniz suyu ile pelajik çökellerin kimyasal tepkimeleri sonucunda oluşan bir diğer formasyonda siyah, milimetre ile santimetre boyutlarında olabilen manganez yumrularıdır. Bunlar okyanus tabanında geniş yer kaplayan (Pasifik tabanının % 20 ila 50 'sini), nikel ve diğer metallerce zengin, ve uygun madencilik yöntemini bekleyen bir denizaltı zenginliğini meydana getirirler.