

KARBONAT KAYALARINDA FASİYES ÖRNEKLERİ VE PETROL ARAMALARINDAKİ ÖNEMİ

Dr. Oğuz İRTEM
Ege Üniv. - İzmir
Borçova - İzmir

Karbonat kayalarındaki petrol arama potansiyeli ve petrol arama çalışmaları, özellikle son yıllarda hızla artmaktadır. Karbonat kayalarındaki petrol arama çalışmaları, özellikle son yıllarda hızla artmaktadır. Karbonat kayalarındaki petrol arama potansiyeli ve petrol arama çalışmaları, özellikle son yıllarda hızla artmaktadır.

Oğuz İRTEM

Bununla birlikte dünya üzerindeki petrol aramaları doğal gaz üretimini hızlandıran nedenlerden dolayı karbonat kayalarındaki petrol arama çalışmaları hızlanmaktadır. Karbonat kayalarındaki petrol arama çalışmaları, özellikle son yıllarda hızla artmaktadır.

TANIMLAMALAR

Türkiye Jeoloji Kurumu ve Türkiye Petrol Jeologları Derneği tarafından düzenlenen konferans dizisi 14, 1981

Ürün

Dr. Oğuz İRTEM
Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi
Bornova-İZMİR

Oğuz İRTEM

Türkiye Jeoloji Kurumu ve Türkiye Petrol Jeologları Derneği
Konferans Dizi 14, 1991

GİRİŞ

Karbonat çökellerinin çoğu kendilerine özgü ılık, genellikle sığ ve berrak denizel sularda oluşurlar. Karbonat üretiminin en verimli olduğu yerler tatlı su beslenmesinin az olduğu ve tektonik olarak duraylı alanların oluşturduğu sığ şelf alanlarıdır. Karbonat çökelleri başlıca biyokimyasal olarak oluşur. Bu nedenle canlılar, mikroskopik karbonat parçacıklarından büyük ölçekteki karbonat yığımlarına kadar karbonat çökellerinin oluşumu ve değişikliğe uğramalarında önemli roller oynarlar. Karbonat kayalar otokton (yerinde) olarak oluşurlar ve fasiyes gelişmeleri havza içi öğelerle denetlenir. Karbonat kayalarda farklı fasiyes örneklerinin gelişmesini sonuçlayan başlıca etmenler havzanın şekli ve suyun enerjisidir. Fasiyes örneklerinin gelişiminde derinlik de söz konusudur, aslında suyun derinliği suyun enerjisini denetler. Karbonat fasiyeslerinin gelişiminde ışık denetimi önemlidir. Işığın etkin olduğu derinliklerde (80m) organik verim yüksektir. Özet olarak belirtilirse karbonat kayalarda fasiyes örneklerinin gelişimi başlıca tektonik, hidroloji ve iklim koşulları, östatik deniz düzeyi değişimleri ve temel etkileri ve organik bileşim gibi öğelerle denetlenir.

Bugün dünya üzerindeki petrol ve doğal gaz üretiminin hemen hemen yarısı karbonat kayalarından elde edilmektedir. Kıvrıntılı kayalarla karbonat kayaların gözenek örnekleri denestirildiğinde, kıvrıntılı kayalardaki gözenekliliğin geniş ölçüde özgün çökeltme dokuları ile denetlendiği görülür. Buna karşılık karbonat kayalarda en fazla gelişme gösteren gözenek örnekleri ise diyajenez sonucu oluşmuştur. Karbonat kayaların gözenekliliği özgün çökellerde fazla olabilir. Buna karşın, önemli ölçüde gözeneklilik de kayanın en son depolanmasından sonra geçen gömülme ve aşınma evreleri sırasında oluşabilir.

TANIMLAMALAR

Karbonat yığımlarına ilişkin tanımlamalar son zamanlarda oldukça artmış ve birbirine benzerlik gösteren ve karışıklıklara yol

açan terimler ortaya çıkarmıştır. Öncelikle karbonat yığışmalarının aşağıdaki özellikleri gözönüne alınmalıdır:

1. Karbonat yığışmalarının şeklini anlatan terimleri, bileşimlerini anlatan terimlerden ayırt etmelidir. Bileşime dayanan terimler oluşum kavramları ile karışabilir.

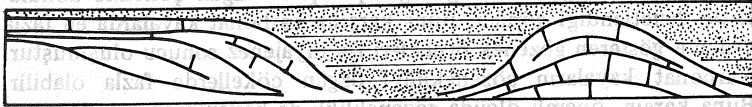
2. Belirgin küçük ölçüde karbonat yığışmaları ile büyük ölçüde ve bölgesel yayılım gösteren karbonat yığışmaları ayırt edilmelidir (örneğin: bank terimi her iki şekilde de kullanılmaktadır).

3. Resif terimi hızlı bir gelişim göstermiştir. Jeologlar bu terimin anlamını değiştirmişler ve sınırlamışlardır.

Genel tanımlamalar

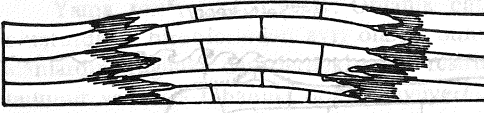
Aşağıda karbonat çökellerine ilişkin çeşitli tanımlamalar sunulmuştur. Burada başlıca Wilson'ın (1975) değindiği terimlere yer verilmiştir. Okuyucunun bu terimleri yabancı literatürde kolayca bulabilmesi için parantez içinde İngilizce karşılıkları verilmiştir.

Karbonat yığışımı (carbonate buildup): Heckel'e (1974) göre bir karbonat yığışımı etrafı çevrelenmiş bir karbonat kütlesi veya bir karbonat biriminin yersel bir bölümü olup birlikte bulunduğu çökellerden daha yüksek bir topoğrafya röliyesi gösterir. Eş çökellerden ve kendini çevreleyen ve üstleyen kayalardan bileşim bakımından farklıdır ve daha kalındır (Şekil 1). Bu genel ve kullanışlı bir terimdir ve karbonat gövdesinin bileşimine ilişkin bir anlam taşımaz.



Şekil 1: Karbonat yığışımı (Wilson, 1975'den).

Karbonat kütlesi (carbonate mass): Sıkışabilen killi katmanların sıkışamayan saf kireçtaşlarına bir fasiyes değişimi ile geçişi sonucu oluşan ve çok az bir engebe gösteren yersel bir karbonat birikimidir (Şekil 2).

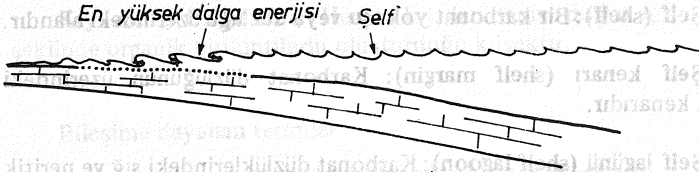


Şekil 2: Karbonat kütlesi (Wilson, 1975'den).

Jeolojik resif (Dunham, 1969) veya stratigrafik resif (Dunham, 1970) (geologic reef or stratigraphic reef): Bir karbonat gövdesi için genel bir terimdir. Hem yukarıda adı geçen kavramları hem de yersel olarak gelişen tümsek şeklinde ve bölgesel olarak oluşan eğri çizgiler şeklinde gidişler sunan şekilleri içerir. Terim köken veya bileşime ilişkin bir anlam taşımaz.

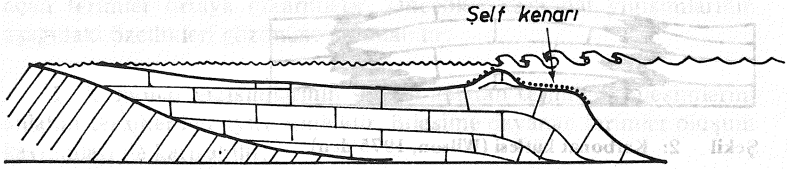
Bölgesel özelliklerin şekline dayanan tanımlamalar

Karbonat yokuşları (carbonate ramps): Yükselen alanlardan uzaklarda ve bölgesel tatlı eğimli eski yamaçlarda aşağıya doğru gelişen çok büyük karbonat gövdeleridir. Yamaç eğiminde belirgin bir değişiklik görülmez. Fasiyes örnekleri en yüksek enerjili ortamın kıyıya daha yakın olarak yer aldığı geniş ve düzensiz kuşaklar şeklinde olma eğilimindedir (Şekil 3).



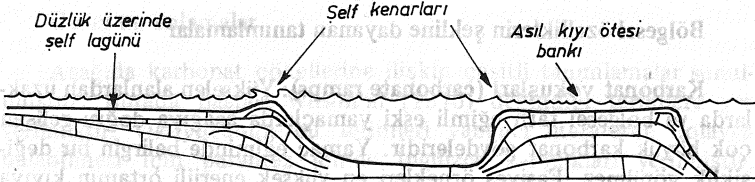
Şekil 3: Karbonat yokuşu (Ahr, 1973'den).

Karbonat düzlüğü (carbonate platform): Üstü hemen hemen yatay olan ve yüksek enerjili ortamda oluşan çökellerin görüldüğü ani bir şelf kenarı içeren, yukarı doğru büyüyen dev karbonat gövdeleridir (Şekil 4). Karbonat çökeleminin normal gelişimi karbonat yokuşlarını etkin olarak ve hızlı bir şekilde karbonat düzlükleri şekline dönüştürür. Bunun sonucu olarak da dar ve dik şelf kenarı sırtları ortaya çıkar. Bazı karbonat yokuşlarında yamaç çok tatlı bir şekilde eğimlidir ve karbonat platformlarından ayırt edilmesi güçtür. Bu nedenle anılan terimler çoğu zaman birbirinin yerine kullanılabilirler.



Şekil 4: Karbonat düzlüğü ile bir karbonat yokuşundan yersel olarak gelişen karbonat yığışımı (Wilson, 1975'den).

Asıl kıyıötesi bankları (major offshore banks): Kıyı yokuşları ve düzlüklerinden oldukça açıkta bulunan büyük ölçüde ve kalınlıkta karmaşık karbonat yığışımalarıdır (Şekil 5).



Şekil 5: Karbonat düzlüğü, şelf kenarı ve kıyıötesi bankları (Wilson, 1975 den).

Şelf (shelf): Bir karbonat yokuşu veya düzlüğü üzerindeki alandır.

Şelf kenarı (shelf margin): Karbonat düzlüğünün üzerindeki şelfin kenarıdır.

Şelf lagünü (shelf lagoon): Karbonat düzlüklerindeki sığ ve neritik şelf denizlerine uygulanan terimdir.

Yersel karbonat özelliklerinin şekline dayanan tanımlamalar

Bu terimler çoğunlukla yalnızca mekanik birikmeden çok organik birikmeyi anlatırlar.

Tümsek (mound): Eşboyutlu veya elipsoid şekilli yığışımalarıdır.

Konimsi resifler (pinnacle reefs): Konik veya yukarı doğru dikleşen kenarlar içeren tümsek veya resiflerdir.

Yama resifi (patch reef): Organik çatı şeklindeki yığışımaların oluşturduğu birbirlerinden ayrı olarak bulunan aşağı yukarı dairesel alanlardır. Bugünkü denizlerdeki yama resifleri başlıca şelfler üzerinde bulunur ve dalga tabanına doğru büyüyerek deniz düzeyine yaklaşır.

Tepecik (knoll): Dalga tabanının altında ve derin sularda birbirlerinden ayrı ve aşağı yukarı dairesel olan karbonat çökelim alanlarıdır.

Tepecik resifi (knoll reef): Organik çatı büyümesi şeklinde oluşan resif. Pratik olarak yama resifleri çoğunlukla sığ şelf alanlarındaki resifleri karakterize ederler, tepecik resifi veya konimsi resif terimleri ise şelf kenarları veya havzalarda kendi başlarına bulunan yığışımaları tanımlamada kullanılırlar.

Atol (atoll): Kıyıötesinde veya okyanuslarda derinliği değişken bir lagünü çevreleyen halka şeklinde organik birikintilerdir.

Set resifi (barrier reef): Bir dereceye kadar kıyıötesi ve kıyından bir lagün ile ayrılmış eğri çizgiler şeklinde organik birikintilerin oluşturduğu kuşaktır.

Kıyı resifi (fringe reef): Hemen kıyından denize doğru eğri çizgiler şeklinde organik birikintilerin oluşturduğu kuşaktır.

Bileşime dayanan terimler

Çoğu zaman betimleme ve kökene ilişkin terimlerdir.

Çökel yığını (sediment pile): Herhangibir şekildeki çökel biriktiricidir. Bu birikintinin bileşimi, birikintinin hareket eden parçaların mekanik olarak yığılması sonucu oluştuğunu gösterir (örneğin: kumul, çubuk, gelgit deltası v.b.). Bank terimi de çökel yığını anlamında kullanılmıştır.

Organik bank (organic bank): Bir karbonat yığışımı olup bileşimi çoğunlukla organik çökellerin yerli yerinde kapanma veya engellenme ile birikmesi sonucu oluştuğunu gösterir. Organik bankda

aynı zamanda kısmen dalga ve akıntılarla mekanik olarak yığılma da söz konusudur.

Biyoherm (bioherm): Bir karbonat yığışımı olup bileşimi, başlıca mekanik (hidrodinamik) yığılmaya karşıt olan, canlıların yerli yerinde oluşturduğu veya yığışımın çatısını oluşturarak veya kabuk yaparak büyümesi sonucu geliştiğini gösterir.

Kireç çamuru tümsekleri ve çizgisel çamur birikintileri (lime mud mounds and linear mud accumulations): Kireç çamuru aramaddesi organik bağlamtaşı ve biyoklastik parçalar gibi bileşenlerden fazladır. Bu tür yığışımın, çoğu zaman hem hidrodinamik ve hem de yerli yerinde organik oluşum ile biriktiği görülür.

Organik çatı resifi veya ekolojik resif (organic framework reef or ecologic reef): Terim Dunham (1970) tarafından önerilmiştir. Canlıların oluşturduğu dalgaya dayanıklı çatıları içeren yığışımlardır. Bu tür bir resif aynı zamanda yerindeki ortamların oluşumunu da denetler. Aslında öteki tür yığışımlar da organik çatı resifi gibi etkindirler. Bu kavram nedeniyle bazı jeologlar yalın bir terim olan resif i az çok yöntemsiz olarak kullanmışlardır. Öteki jeologlar, özellikle petrol jeologları, resif terimini tek başına ve dikkatli bir şekilde herhangi bir karbonat yığışımı için kullanmışlardır. Özgün resif terimi bir geminin karaya oturabileceği bir sırt ve sıklık anlamına gelir. Bu tür yapılar çoğunlukla mercan ve alg resifleri olduğundan, jeologlar resif terimini kendi konuşma dillerine sokmuşlar ve iki özel anlamda kullanmışlardır:

1. Organik çatı oluşturan topluluklar
2. Organik yığışımlar

Birçok yerbilimci yalın bir terim olan resifin denizcilere bırakılarak ekolojik anlamda kullanılmaktan vazgeçilmesini arzu etmektedirler. Açıkça söylemek gerekirse bunun için artık çok geç olmuş, resif terimi jeolojide alışagelmıştır. Gerçek bir çözüm yolu kullanıldığı yerlerde terimi değiştirmektir. Heckel (1974) deniz tabanında belirgin bir röliyef oluşturan karbonat kütlelerine bilindiği gibi yığışım adını verir. Eğer röliyef oluşmamışsa bu kütle biyostrom olarak adlar. Bu araştırmacı belirgin bir röliyef oluşturan, dalgaya dayanma gücü gösteren veya çalkantılı suda gelişebilen, yöresindeki ortamların oluşumunu bir dereceye kadar denetleme özelliği gösteren kütlelere resif adını verir. Bu kütleler başlıca canlılar tarafından oluşturulmuşsa organik resif adını alır. Deniz tabanında belirgin bir topoğrafik röliyef

oluşturmayan veya oluştursa da resif adını alabilecek karbonat kütlelerinde görülen özellikleri göstermeyen karbonat gövdelerini ise Heckel (1974) bank olarak adlandırmıştır.

Heckel (1974) bileşime dayanan terimleri daha objektif bir duruma koyabilmek için Çizelge 1 de belirtilen terimleri önermiştir. Bu terimler tümüyle betimlemeye dayanır ve doğru olarak uygulanabilir. Heckel'in (1974) belirttiği gibi temel yığışımın çoğu dört esas bileşimsel türün çeşitli şekillerde karışımını içeren birleşik yığışımlardır. Karbonat kayalarda çalışan jeologlar yukarıda özellikleri belirtilen karbonat gövdeleri ile karşılaştıklarında başlangıçta genel bir terim olan karbonat yığışımı terimini kullanmalı ve ancak özel durumlardan yeterince haberli olduklarında bu terimi betimlemeye fakat kısmen de oluşuma dayanan koşut terimlerle değiştirmelidirler.

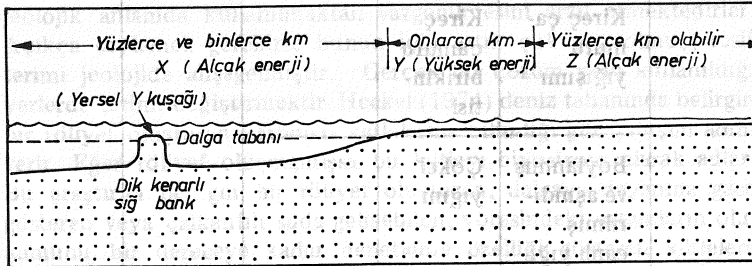
Heckel (1974) Bileşime dayanan betimsel terimler		Wilson (1975) Kökene dayanan betimsel terimler			Dunham (1970)
Temel karışık yığışım- lar	Kabuk oluşturan canlı yığışımı	Organik çatı resifi	Biyoherm	Karbonat yığışımı	Ekolojik resif
	Gevşek canlı yığışımı	Organik bank			Stratig- rafik resif
	Kireç çamuru yığışımı	Kireç çamuru birikinti			
	Boylanmış ve aşındırılmış canlı yığışımı	Çökel yığışımı			

KARBONAT FASİYESİ ÖRNEKLERİ

Karbonat çökeli mi için en ideal yerler tektonik olarak duraylı bölgelerin üzerinde veya bu bölgeleri sınırlayan şelfler üzerinde yer alan sığ ve ılık sulardır. Çok tatlı eğimli bir şelf üzerinde deniz tarafına doğru dalga tabanının altında bir alçak enerji kuşağı, kıyı tarafına doğru da dalgaların dipteki gereci sürüklediği ve en fazla organik verimin görüldüğü yüksek dalga enerjisinin egemen olduğu ikinci bir kuşağın geliştiği görülür. Geniş anlamda alınırsa, böyle bir şelfin açık denize doğru olan kenarında gelişen bir resif veya şelfin eğimindeki herhangi bir ani değişim nedeniyle yüksek dalga enerjisinin egemen olduğu kuşak kıydan uzaklarda gelişebilir. Böyle durumlarda kıyı tarafına doğru ve yüksek dalga enerjisinin egemen olduğu kuşağın arkasında üçüncü bir alçak enerjili kuşak da gelişir. Sonuç olarak yüksek enerjili bir kuşak havza tarafındaki derin sular ile kıyı tarafındaki sığ suları ayırmış olur. Biz önce bu üç kuşağı yalın bir şekilde inceleyelim sonra da ayrıntılı olarak dokuz standard kuşağa bölelim.

Karbonat kayaların üç temel fasiyesi kuşağı

Bu üç kuşak Irwin (1965) tarafından X, Y ve Z harfleri ile ayırılmış ve Şekil 6'da şematik olarak gösterilmiştir. X enerji kuşağında, deniz dibi, rüzgar tarafından oluşturulan dalgaların dalga tabanından çok aşağılarda kalır. Bu nedenle buradaki dip çökelleri sadece olağanüstü büyük dalgalar, deniz içi dalgaları, dip boyunca ağırlık nedeniyle oluşan çökel akmaları ve çeşitli derin akıntılar tarafından hareket ettirilebilir. Y enerji kuşağında, rüzgarla oluşturulan dalgalar, sığ su dalgaları, çok sığ su dalgaları ve hatta dibe vurarak kırılan dalgalar şekline geçerler. Z enerji kuşağı o kadar sığdır ki buralardaki sular rüzgarla oluşan dalgalardan çokça etkilenmezler.



Şekil 6: Karbonat kayaların üç temel fasiyesi kuşağının şematik olarak gösterilişi (Irwin, 1965'den).

Karbonat çökelleri ve bu çökellerden oluşan karbonat kayalar bu üç enerji kuşağında buldukları yerlere göre değişik özellikler gösterirler. Örneğin Y kuşağında oluşan kireçtaşları aşağıdaki üç tür karbonat gereçinden türemiştir:

1. Resifler
2. Canlı kırıntılarının oluşturduğu kireç kumları
3. Oolitik kireç kumları

Bu gereçler sığ ve iyi havalandırılmış sularda çökelmiş olduklarından Y kuşağı kireçtaşlarının rengi açık gri veya buğday rengindedir. Resif çekirdeği çatı oluşturan dayanıklı canlılardan oluştuğundan resif kireçtaşları katmanlanma göstermezler. Canlı kırıntılarının oluşturduğu kireç kumları ve oolitik kireç kumlarının özgün parçacıkları devamlı hareket halinde olduklarından canlıların neden olduğu ve ileri derecede gelişmiş oyma yapılarına sahne olmamışlardır. Bu nedenle bu iki tür kireç kumundan oluşan genellikle yatay veya göçen kırışıklar ve kum dalgaları tarafından oluşturulan çeşitli çapraz katmanlanma içeren özgün katmanlar bu çökellerden oluşan kireçtaşları içinde korunmuşlardır. Tanelerin boylanması oldukça iyidir, aramada görülmez. Birincil gözeneklilikleri yüksektir. Bu gözenekler sonradan göçen petrol hidrokarbonları veya çimento ile doldurulur. Y kuşağı gereçleri stratigrafi kapanları için olasılıklı yerler oluştururlar.

X kuşağında deniz dibi, rüzgarla oluşturulan yüzey dalgalarının dalga tabanının altında yer aldığından burada ince taneli karbonat parçaları birikir. Dip çökellerinde organik madde bol olabilir. Eğer bolsa, bu ortamda oluşan kayalar taze kırık yüzeyleri koklandığında petrollü bir koku yayarlar. Bu çökellerin taneler arası suları içindeki sülfatları indirgeyen bakteriler etkin olarak çökellere ve de bundan oluşan karbonat kayalara siyah rengi veren demir sülfidleri ve zehirli bir gaz olan H_2S , hidrojen sülfidi oluştururlar. Eğer bu şekilde oluşan H_2S dip sularını zehirlerse buradaki oyan ve öteki canlıları yiyerek geçinen bentonik canlıların yaşamına son verir. Bu tür canlılar ortadan kalkınca da, deniz suyu içinde yukardan dibe düşen planktonik ve nektonik canlılar iyi bir şekilde korunurlar ve katmanlanma bozulmadan devam eder. X kuşağında çökelmiş karbonat çökellerinden oluşmuş tipik bir kireçtaşı siyah ve iyi katmanlanma gösteren kireç çamurtaşı veya mikrittir. X kuşağında oluşan çökellerin petrol hidrokarbonları için olasılıklı bir ana kaya fasiyesi olduğu düşünülür.

X kuşağında olduğu gibi Z kuşağında da suyun hareket düzeyi (veya enerji) düşüktür. Burada rüzgar tarafından oluşturulan dalgaların şiddeti arada bulunan Y kuşağı tarafından sönümlendirilmiştir. Bu nedenle Z kuşağının tabanında da ince taneli çökeller bulunur. Fakat X kuşağındaki durumun aksine Z kuşağında oksijen boldur ve bunun sonucu olarak Z kuşağı çökellerinin rengi açık gri veya buğday rengindedir. Z kuşağının dibi de bentonik ve oyan canlı toplulukları içerir. Bu bentonik organizmalar katmanlanmayı bozar, çökelleri örnek bir duruma getirir ve pelletler haline sokar. Bu nedenle Z kuşağı karbonat çökellerinden türeyen tipik bir kireçtaşı benekli, açık gri veya buğday renginde pelletli mikrit olup nadiren laminalanma gösterir. Z kuşağı kireçtaşlarının ilksel gözeneklilikleri genellikle azdır. Bu nedenle Z kuşağı kireçtaşları, Y kuşağı hazne kayalarında kapanlanmış petrole bir örtü kaya oluşturabilir. Z kuşağı tabanının kıyıya, gelgit düzlüklerine doğru uzandığı yerlerde deniz kıyısı evaporit mineralleri karbonat taneleri arasında oluşabilir ve kalsiyum karbonatlı çökeller dolomitleşerek gelgitötesi kabukları oluşturabilirler.

Bu üç kuşak, bir denizel transgresyon sürecinden sonra çoğu zaman ilerleyen ve yukarı doğru büyüyen istifler oluşturan büyük kalınlıklara erişebilir. Böylece karbonat yokuşları veya düzlükleri oluşur.

İdeal bir karbonat karmaşığı modelinde görülebilecek standard fasiyes kuşakları

Karbonat çökellerinin yerli yerinde olduğu üç temel fasiyes kuşağı birliğine hidroloji, iklim ve organik denetimler etkileyince dokuz as ortam ortaya çıkar (Wilson, 1975). Şekil 7 bu dokuz as ortamı ve birbirleriyle olan ilişkilerini gösterir. Bu as ortamlar aşağıda ayrıntılarıyla anlatılacaktır.

Kuşak 1. Havza fasiyesi: Bu kuşaktaki karbonat kayalar en derin sularda oluşurlar ve başlıca iki bölümde incelenebilirler:

- a) Türbidit ve leptojeosenklinal derin deniz fasiyesi
- b) Kratonik havza karbonatları (tortul beslenmesi olmayan indirgen havzalar).

Allokton karbonatlarla veya kireçtaşı türbiditleri ile doldurulmuş jeosenkinal oluklarına jeolojide pek rastlanmaz. Meischer (1965) havzalarda oluşan ve şelf ve yamaçlarda aynı zamanda çökelen köşeli karbonat çakıltısı ve karbonat kumlarından türeyen karbonat istiflerine "allopik kireçtaşları" adını vermiştir. Bu kırıntılı karbonatlar çoğunlukla kireçli derin deniz yumruları (örneğin: manganez) içeren çökeller ve killi düzeyler ile arakatmanlıdır. Bu istif çok kaba çökeller ve yabancı bloklar içerebilir. Allokton geç türbid akma, döküntülerin kütle hareketi ve hatta volkanik püskürme ile havzaya gelmiş olabilir. Çökme ve tortullaşmanın duraysızlığı sonucu derin deniz ortamında devamlı ve kalın bir istif oluşur, Bu istif kırıntılılardan oluşan filiz istiflerinde görülen doku ve tortul yapıları içerir. Jeosenkinal olukları dar olabilir ve hızlı fasiyes değişimleri gösterebilir.

Leptojeosenkinal olukları geniş ölçüde gelişmiş allopik kireçtaşları içermezler fakat gelişimleri boyunca derin kalmışlar ve arasına havzanın dışından gelen çökellerle doldurulmuşlardır. Burada başlıca pelajik çökeller görülür. Killi tortulların etkisinden korunan ve kalsiyum karbonatın eriyerek katı olarak bulunmadığı derinliklerde (bu şimdiki okyanuslarda karbonat yitirme derinliği olarak bilinir ve 3000—4000 m arasındadır) silisli tortullar birikir. Leptojeosenkinal oluklarında oluşan çökeller sakin kratonik havzalarda oluşan çökeller ile benzerlidirler.

Kratonik havza karbonatları kıyı çizgileri veya karbonat üretiminin bol olduğu şelf alanlarından uzaklarda, derin kratonlar arası ve kenar kraton havzalarında (miyojeosenkinal) oluşmuşlardır. Çökeltme, havzaya gelen ince killi ve silisli gerece ve ayrışan planktonların oluşturduğu canlı yağmurunun miktarına bağlıdır. Bu ortam, karbonatın bentonik (dipte) olarak üretilmesi için çok derin ve karanlıktır. Karalardan gelen gereç yardımı çok azdır ve eğer varsa bu da rüzgarla taşınan çökellerdir. Sonuç olarak ortaya kara ile ilgili olmayan derin bir havza çıkar. Tortullar genellikle indirgen koşullarda, oksidasyon düzeyinin ve dalga tabanının altında oluşurlar. Suyun derinliği en az 30 m ve genellikle birkaç yüz metredir. Havzayı çevreleyen şelflerden akan dip suyu çok tuzlu ve yoğun bir duruma gelir ve dolaşım sağlayamaz. Bu durum bozulan planktonların devamlı yağmuru ile birleşince bir oksijen yetersizliği yaratarak sakin ve indirgen bir ortamın gelişmesini sonuçlar.

Diğerleri enine kesit	Fasiyes kuşaklarının birbirlerine göre gerçek genişliklerini gösteren taslak (dişey ölçek, 10 kat abartılmıştır).								
	Geniş kuşaklar			Çok dar kuşaklar			Geniş kuşaklar		
Şematik enine kesit									
	Fasiyes kuşağı numarası	1	2	3	4	5	6	7	8
Fasiyes	Havza (İnçirlik veya evaporitik) a. İnce krinoidler b. Karbonatlar c. Evaporitler	Acık gelif a. Karbonatlar b. Şeyil	Havza kenarı veya derin gelif kenarı	Yamaçlı a. Kenarın ince taneli, oturma yapıları içeren göbekler b. Önyamaç dökümleri ve bükümleri c. Kırcık çamuru kütelleri	Organik (ekolojik) resif a. Başlamış büyüme b. Organik dökümler ve kırcık çamuru birikimleri üzerinde kabuklar c. Engelişi	Karbonat düzüğü kenarı kumları a. Kırcık kumu sig alanları b. Kırcık çamurundan kumullardan oluşan adalar	Acık platform (normal) denizel, sınırlı canlı içeriği) a. Kırcık kumu gövdeleri b. Vakıtaşı çamurması alanları, biyoherimler c. Kırınıllardan oluşan alanlar	İnçirlik a. Lagan ve biyoklastik vakıtaşı b. Gelif kanalında litoklastik kumlar c. Gelif düzüklerinde kırcık çamuru d. İnce krinoid bitiriler	Düzlük evaporitleri a. Tuz düzükleri üzerinde yumuşu anhidrit ve b. Göbeklerde dolomit barnalı evaporit
	Renk	Koyu kahverengi, siyah, kırımı	Marılar ile araktamalı bol fosilli kırcıktaşı, otukça ayrı kumların şeklinde	İnce taneli kırcıktaşı, bazı durumlarda çörtül torul	Değişken, yamaç yukarı su enjeksiyon bağını, torul kışeşi çakıltaşı ve kırcık kumları	Maaf (karmazı) kırcıktaşı- dolomit	Kalkaretilik- oitilik kırcık kumu veya dolomit	Değişken oranlarda karbonatlar ve kumullar	Genelle dolomit ve dolomit kırcıktaşı
Tane tütü ve		Gri, yeşil kırımı, kahverengi	Koyu-ışık	Koyu-ışık	Açık	Açık	Koyu-açık	Açık	Kırmızı sarı, kahverengi
		Biyoklastik veya tüm fosiller	Genelle kırcık	Kırcık zili ve biyoklastik vakıtaşı	Bağlamışlar ve tanetsi	Yunatılmış iyi boylanmış	Tanetsinden iyi boylanmış	Spar kabite kırımı, dolomit	

Şekil 7: İdeal bir karbonat karmaşığı modelinde görülebilecek standart fasiyes kuşakları (Wilson, 1975'den).

Tane tipi ve gözetimi	çamurtası, ince taneli	veya tüm toziller içeren	çamurtası, kireç çamurtası	biyoklastik vaketesi	değirmen taşı ve tanetaşı çepiri,	100 metreye iyi boylanmış tane taşları	çamurtasına kadar değişen	karışım, piletleşmiş	
		vaketeleri, biraz kalsilit	biraz kalsilit	istifası, değişik büyüklüklerde litoklastlar	istifası		çeşitli dokular	kireçli	
	Çok dığın milimetrik laminalama, ritmik katmanlama, kırıç çapraz laminalama	Tümüyle pünlü, ince-orta kalinlıkta dalgalı ve yunulu katmanlı, yabeyleri dizeşmeler gösterir	Laminalama ikinci derecede kalir, çoğu zaman masif katmanlar, dereceli katmanlama gösteren bloklar, ritmik katmanlama	Yumuşak çökellerde oturma yapıları, yamaçlı katmanlaması yamaçta oluşan biyohermler, yabancu bloklar	Masif organik yapılar veya tavala smirlandırımı boşluklardan oluşun açık çatı yapıları, organik biytime sonucu oluşan laminalar	Orta ile büyük ölçekte çapraz katmanlama, tekemi katmanlama olğıandır.	Oymazları çok yayğıdır	Kuşçığı yapısı stromatoliter, mm ölçğünde laminalama, küçük ölçekte derceci katmanlama, diğdükler anidrit, laminalama, dolomit kabukları, kals katmanlarda çapraz katmanlı kumlar	İlpen oluşum yılları, rozetler, kümesli ve çubuklar şekline katmanlama, diğdükler anidrit, laminalama, dolomit kabukları, kals katmanlarda çapraz katmanlı kumlar
	Silt büyüklüğünde kuvars, siltli ve şeyil, ince taneli silttaş, çözümlü	Silt büyüklüğünde kuvars, siltli ve şeyil, ince taneli silttaş	Biraz şeyil, silt ve ince taneli silttaş	Biraz şeyil, silt ve ince taneli silttaş	Yok	Yalnızca biraz kuvars kumu karışım	Kırmıllar ve karbonat olduğu ayrı katmanlar şeklinde	Kırmıllar ve karbonat olduğu ayrı katmanlar şeklinde	Rüzgarla getirilmiş, kadan üflemiş karışım, kırmıllar üflemiş birimler oluşturlarıdır
	Katmanlama dipçelerinde vesei olarak bol şekilde tümüyle nekromik ve pelajik canlılar	Dipçeki çökellerin içinde ve üstünde yaşayan çok çeşitli kabuklu canlılar	Başlıca yamaç yukarısından türeyen biyoklastik kırmıllar	Tüm halde fosil canlı toplulukları ve biyoklastik dökünömler	Başlıca çatı oluşturan topluluklar ve biyoklastik fosillarda dallanmış formali, beşirli ekolojik koşullarda yaşayan yeşil yemende canlı toplulukları	Reaf veya resti yamaçta yaşayan bentonik canlıların kırıntılı ve işlenmiş parçalarından oluşan kavisli (kokçina), çök az yerli canlılar	Açık deniz canlılarına (ekimodern, sefalopod, brakıyopod) az rastlanır. Mollusk, sineğ, foraminifer ve diğer yamaç restileri vardır.	Çok sınırlı canlı içeriğı. Başlıca gastropodlar, alğir, beşirli foraminifer (milioid) ve ostrakodlar.	Hemen hemen yeni canlılar bulunmaz, yalnızca stromatolitik alğir vardır.

Egemen kaya türleri: Siyah şeyil veya silt düzeyleri içeren siyah ince kireçtaşı katmanları ve az oranda ince—katmanlı anhidrit. Bazı evaporit havzalarında kalın halit sonradan havzayı dolduran çökeller olarak görülebilir.

Renkler: Koyu kahverengi veya siyah (yüzde oranı değişen bitümlü organik madde). Bazı havzalarda kırmızı renkler egemendir.

Tane türleri ve çökeltme dokusu: Kireç çamurtaşı ve kalsisiltit, mikropeloid ve mikrobiyoklast. Krinoidli çökeller de gözlenmiştir.

Katmanlanma ve tortul yapılar: Çok düzgün düzlemsel mm ölçeğinde laminalanma, kırışık çapraz laminalanma, ince şeyiller ile arakatlı yatay kireçtaşı katmanlarından oluşan küçük ölçekte ritmik katmanlanma.

Karasal kökenli kırıntılar: Karbonatlarla karışık ve arakatmanlı silt büyüklüğünde kuvars ve şeyil. Bu gereç su ile taşınmış olduğu gibi rüzgarla da getirilmiştir. Çöрте olağan olarak rastlanır. Belki de opal içeren canlıların erken diyajenezi ve sonradan kuvarşlı silttaşının erimesi ve karbonat ile değiştirilmesi sonucu oluşmuştur.

Canlı içeriği: Katmanlanma düzlemlerinde yersel olarak bol şekilde korunmuş tümüyle nektonik ve pelajik formlardır. Pelajik canlıların kitle halinde ölümü bu birikmelere neden olduğuna inanılmaktadır. Makrofosiller, graptolitler, planktonik lamellibranslar, ammonitler ve sünger spikülleridir. Mikrofauna ince taneli çökellerle iyice karışmıştır ve kireçli kalpionellalar, tintinidler, kalsisfer ve silisli ışınılar ve diatomeleri içerir.

Kuşak 2. Şelf fasiyesi: Suyun derinliği onlarca metre olabilir ve hatta 100 metreye de erişebilir. Genellikle oksijenli, normal denizel tuzlukta ve akıntılar ile iyi bir su dolaşımının sağlandığı bir ortamdır. Derinliği normal dalga tabanının altında kalması için yeterlidir. Fakat arasında oluşan fırtınalar dipteki çökellere etkir. Bu kuşakta bulunan şelf ortamı genellikle geniş ve çökeltme oldukça bitevildir. Bu ortam tipik bir neritik çökeltme ortamıdır, karbonat ve şeyillerden oluşur. Stratigrafik geçmişte neritik şelf çökelleri olarak yorumlanmış çeşitli örnekler olmasına karşın bu tür bir çökeltmenin güncel modellerine rastlanmamıştır. Bu nedenle yorumlar başlıca

geçmişteki kayalara ilişkindir. Bu fasiyes kuşağı, bir şelf kenarı engelinin iç tarafında ve açık su dolaşımı gösteren şelf ortamını karakterize eden yedinci kuşak ile çok benzerlidir. İkinci ve yedinci kuşak-
tın ayırımı önemlidir fakat halen bu konu yeterince açıklığa kavuşmamıştır.

Egemen kaya türleri: Marn ile arakatmanlı bol fosilli kireçtaşı. Belirgin katmanlanma.

Renkler: Değişken yükseltgen ve indirgen koşullar nedeniyle gri, yeşil, kırmızı ve kahverengi.

Tane türleri ve çökeltme dokusu: Biyoklastik ve tüm fosiller içeren kireç vaketaşı. Nadiren yıkanmış biyoklastik tanetaşı ve kokina katmanları. Mikrit aramadesi çoğunlukla pelletleşmiş. Az oranda kalsilit.

Katmanlanma ve tortul yapılar: Çökeller tümüyle canlılar tarafından oyulmuştur, katmanlar birörnektir. İnce ve orta kalınlıkta, dalgalı ve yumrulu katmanlar görülür. Killi kireçtaşlarında topak ve akma yapıları olağandır. Katmanlanma yüzeyleri genellikle diastemler gösterir ve toplu biçimde fosil yığışmaları gelişmemiştir. Çamur tümsekleri ve konimsi resifler görülür.

Karasal kökenli kırıntılılar: Silt büyüklüğünde kuvars, silttaşı ve şeyil oldukça ayrı katmanlar şeklindedir, çoğunlukla kireçtaşları ile arakatmanlıdır.

Canlı içeriği: Normal denizel tuzluluklarda yaşayan çok çeşitli canlılar. Hem dipteki çökellerin içinde ve hem de üstünde yaşayan canlılar korunmuştur. Canlılar bazı yerlerde çok olmayabilir fakat genel olarak vardır. Brakiyopod, mercan, sefalopod ve ekinoderm gibi normal denizel tuzluluklarda yaşayan türlerin göze çarpan bir varlığı görülür.

Kuşak 3. Havza kenarı veya derin şelf kenarı fasiyesi: Bu fasiyes karbonat üreten bir şelf yamacının eteğinde oluşmuştur. Karbonat çökeltileri pelajik canlıların katkıları ve dolaydaki sığ şelflerden gelen ince kırıntılılar tarafından oluşturulmuştur. Suyun derinliği en azından

ikinci kuşak kadar ve belki de 200–300 m kadardır. Bu ortam genellikle dalga tabanının altında ve hemen hemen oksijen düzeyindedir. İstif genellikle oldukça belirgin ince karbonat katmanları ile daha az oranda killi ve silisli gercin arakatmanları ve saf katmanlarını içerir. İnce karasal kırıntılıların çoğu sürüklenmiş veya rüzgarla havza içinde daha uzaklara taşınmıştır. Bu kayalar birinci kuşaktaki havza kayalarına benzeyebilirler fakat daha az killidirler ve daha kalındırlar. Bazı yerlerde bu kuşaktaki ince tabakalı ve ritmik kireçtaşları yüzlerce metre kalınlığa erişirler.

Egemen kaya türleri: Bazı yerlerde çörtlü, ince taneli kireçtaşı.

Renkler: Siyahtan açık renklere kadar değişir.

Tane türleri ve çökeltme dokusu: Çoğunlukla kireç çamurtaşı. Biraz kalsilitit, mikro köşeli çakıltası katmanları ve kaba taneli biyoklastik—litoklastik istiftaşları.

Katmanlanma ve tortul yapılar: Bazı katmanlar laminalı kireç çamurtaşlarından oluşur. Bunlar filişe benzeyen bitevil ritmik katmanlar şeklindedir. Öteki daha kalın katmanlı birimler ise masif, laminasız kireç çamurtaşlarından oluşur. Bazıları dereceli katmanlanma gösterir. Düzgün katmanlanmış kireçtaşları içindeki büyük ölçekte kayma ve oturma yapıları başlıca düzensizliklere neden olurlar. Yoğunluk akıntıları ile oluşan büyük ölçekte fakat sığ kanal yapılarının bu düzgün katmanlı kireçtaşlarında düzensizliklere neden oldukları önerilmiştir. Nadiren mikritten oluşan biyohermler görülür. Yamaç yukarisından gelen mikro dereceli laminalanma gösteren litoklastik ve biyoklastik döküntülerin üzerinde yer alan bazı katmanlar laminalıdır. Örneğin: allodapik kireçtaşı katmanları. Dağınık ve zaman zaman oluşan türbiditler, yabancı bloklar ve döküntü akmaları duraysız alanlardaki şelflere daha yakın olan istiflerde bulunmuştur.

Karasal kökenli kırıntılılar: İnce şeyil katkıları hariç tutulursa nadir görülür. Çört olağandır.

Canlı içeriği: Yamaç yukarisından gelen biyoklastik kırıntılar. Canlılar açık şelf ve normal denizel tuzluluklarda yaşayanlardır. Şelf

ortamından gelen daha eski türler, yamaçta yaşayan bentonik canlılar ve bazı pelajik türlerin bir karışımı olabilir.

Kuşak 4. Karbonat düzlüğünün yamaçönu fasiyesi (denizel yamaç döküntüsü): Yamaç genellikle oksijenli suyun alt sınırının üstünde yer alır ve dalga tabanının üstü ile altı arasında uzanır. Burada çökelen gereç yokuşun yamacı arttıkça oluşan parçalardır. Yamaç eğimi 30 dereceye kadar erişebilir. Çökeller duraysızdır, boy ve şekilleri büyük ölçüde değişir. İnce taneli ve katmanlı, büyük ölçekte oturma yapıları gösteren düzeyler olabilir. Bazı kama şekilli ve eğimli yamaçönu katmanları başlıca kireç kumu ve tümsek ve mercet şekilli kapanlanmış ve tutturulmuş ince taneli çökellerini içeren kütlelerden oluşurlar.

Egemen kaya türleri: Yamaç yukarıdaki suyun enerjisine bağlı olarak çeşitli tipte kireçtaşları. Kireç çamuru ve kumu, bağlamtaşı ve köşeli kireç çakıltaşları.

Renkler: Siyahtan açık renklere kadar değişir.

Tane türleri ve çökeltme dokusu: Kireç siltleri ve biyoklastik vaketaşı—istiftaşı. Yamaç yukarıdaki çimentolanmış katmanlardan türeyen çeşitli boy ve şekilde litoklastlar. Yersel olarak türeyen organik döküntüler ile birlikte birçok yeniden işlenmiş gereç, resif parçalarını içeren kireç çakıltaşı.

Katmanlanma ve tortul yapılar: İnce katmanlı istifte büyük ölçekte oturma yapıları, büyük ölçekte önyamaç katmanlanması (kamalar şeklinde), katmanlanmayı bozan büyük yabancı bloklar, ince taneli çökellerden oluşan yamaç tümsekleri, aynı zamanda oluşmuş oturma yapıları, çekme yapıları, köşeli kireç çakıltaşları, kırıntılı karbonatlardan oluşan enjektte olmuş dayklar ve çatlak dolguları.

Karasal kökenli kırıntılılar: Çoğunlukla arı karbonat fakat yukarıdaki ortamlardan sürüklenmiş ve karbonat ile karışmış veya boşlukları dolduran biraz şeyil, silt ve ince kum.

Canlı içeriği: Çoğunlukla yamaç yukarıdan gelen biyoklastik döküntüler fakat aynı zamanda yerli yerinde kabuk oluşturan canlı-

ların oluşturduğu koloniler. Bu fasiyes bol fosilli olabilir, içerdiği canlılar çeşitlidir ve açık denizlerde yaşayanlardır.

Kuşak 5. Karbonat düzlüğü kenarındaki organik resif fasiyesi: Buradaki resiflerin ekolojik özellikleri suyun enerjisi, yamacın dikliği, organik verim, canlıların çatı oluşturma, bağlama ve kapanlama miktarlarına, resifin su yüzüne çıkmasının sıklığına ve bu olaylar sonucu oluşan çimentolanmaya bağlı olarak değişir. Çizgisel organik karbonat yığışlımları içeren üç tür şelf kenarı ayırt edilebilir:

I. Tip: Karbonat çamuru ve organik kırıntıların yamaç aşağı birikintileri

II. Tip: Tepecik resifleri yokuşları ve bunların arasında bulunan biyoklastik kireç kumları

III. Tip: Çatı oluşturan resif kenarları

Bu üç tür şelf kenarına birazdan daha ayrıntılı olarak değinilecektir.

Egemen kaya türleri: Katmanlanma göstermeyen masif kireçtaşı ve dolomit. Bazı yerlerde tümüyle canlılardan oluşurlar. Aynı zamanda bol biyoklastik kırıntılar görülür.

Tane türleri ve çökeltme dokusu: Kütleler ve yamalar şeklinde organik bağlamtaşı. Organik bağlamtaşları arasındaki boşluklar yamaç aşağı resif ve banklarda kireç çamurtaşı, yamaç yukarı yığışlımlarda ise tanetaşı ve istiftaşı ile doldurulmuşlardır. Bazı tümsekler yamaç yukarı şekilde büyüyen canlıların kümeleri tarafından doldurulmuşlardır. Bunlar yalnızca çamur aramada içerirler ve bu çamur resif çatısı tarafından yıkanıp götürülmekten korunmuştur. Daha yüksek enerjili ortamda oluşan resiflerdeki bağlamtaşlarının boşlukları kireç kumu ve kireç çakılları ile doldurulmuştur. Tümsekler arası alanlar çoğunlukla tanetaşı ve istiftaşlarından oluşurlar.

Renkler: Açık renkler baskındır.

Katmanlanma ve tortul yapılar: Tavanla sınırlandırılmış boşluk alanı içeren masif organik çatı. Üste doğru büyüyen ve kalınlaşan organik büyüme sonucu oluşan laminalanma. Oldukça fazla kireç çamuru aramadesi içeren tümseklerde Stromatactis'e benzer yapılar olağandır. Masif yığışlımlarda breşlenme ve çatlama görülür ve enjekte olmuş dayıklar vardır.

Karasal kökenli kıvrıntılar: Genel olarak yoktur.

Canlı içeriği: Kökü ile dibe bağlı ve çatı oluşturan canlı toplulukları baskın olabilir veya olmayabilir. Büyüme şekilleri su enerjisi ile saptanır. Burada yaşayan canlılar yerde yaşayan veya kabuk yapan türler olabilir. Fazla dallanmış veya dentritik türler daha fazlaca korunmuş yerlerde yaşarlar. Çeşitli ekolojik koşullarda yaşayan canlı toplulukları, bol rastlanan ve bu kuşak için ikinci derecede önem taşıyan canlılardan oluşan katmanları oluşturabilirler (örneğin: brakiyopod, mollusk ve krinoidlerden oluşan katmanlar).

Kuşak 6. Yıkanmış karbonat düzlüğü kumları fasiyesi: Bu kumlar, sığ alanlar, plajlar, yelpaze ve kuşaklar şeklinde kıyı ötesi veya gelgit çubukları veya rüzgarla ilgili kumul adaları şekillerinde görülebilirler. Bu tür kıyı kumlarının olduğu alanlar deniz düzeyinin oldukça üzerinden 5 veya 10 m derinlere kadar bir dağılım gösterirler. En temiz kumlar şiddeti 1–2 knot = 1 deniz mili/saat) olan dalgalar, gelgit veya uzun sahil akıntıları tarafından yıkanmış ve çökeltilmiştir. Deniz suyu, iyi dolaşım nedeniyle normal tuzluluktadır. Bu ortam oksijence zengindir fakat tabanı devamlı yer değiştirdiğinden denizel yaşam için elverişli değildir.

Egemen kaya türleri: Çapraz katmanlı kalkerli ve dolomitik kireç kumu.

Renkler: Açık renkler.

Tane türleri ve çökeltme dokusu: Yuvarlaklaşmış ve oldukça iyi boylanmış tane taşları. Bazıları karbonatla kaplanmış ve oolitik ötekiler ise tümüyle yuvarlaklaşmış biyoklastlardır.

Katmanlanma ve tortul yapılar: Orta ve küçük ölçüde tekneymiş çapraz katmanlı denizel kumlar. Deniz düzeyi üzerinde rüzgarla oluşan kumullar büyük ölçekte ve eğimleri 25 dereceden fazla olan çapraz katmanlanma sunarlar. Hem su altı ve hem de su üstü ortamlarında stratigrafik hiyatusu karakterize eden düzeyler olağandır. Rüzgarla oluşan karbonat kumullarında eski toprak düzeyleri ve bitki köklerinin kalıntıları korunmuştur.

Karasal kökenli kırıntılılar: Kalkarenitlerle birlikte kuvars kumu var olabilir.

Canlı içeriği: Resif veya resif yamacında yaşayan bentonik canlıların kırıntılı ve işlenmiş parçalarından oluşan kavkı yığınları (korkina) boldur. Yer değiştiren taban nedeniyle çok az yerli canlılar görülür. Büyük lamellibranslar (megalodontlar) veya gastropodlar, büyük dasyclad alglerin parçalanmış kalıntıları ve bazı foraminiferler boldur. Bu türlere jeolojik zamanlar boyunca bu ortamda oluşan kayalarda bolca rastlanır.

Kuşak 7. Açık deniz karbonat düzlüğü fasiyesi: Coğrafik olarak bu tür ortamlar karbonat platformlarının şelf kıyısının arkasındaki geçitlerde, açık lagünlerde ve körfezlerde yer alırlar. Bu kuşak için genel bir terim olan şelf lagünü uygundur. Su sığdır, derinlik genellikle birkaç metreden onlarca metreye kadar değişir. Su dolaşımı ortaçtır ve tuzluluk genellikle normal denizel tuzluluk ile biraz daha yüksek tuzluluğa kadar değişir. Su koşulları canlıların yaşamı için elverişlidir, fakat çoğu zaman normal denizel tuzluluklarda yaşayan türler yaşayamazlar. Çökellerin dokusu çeşitlidir fakat farkedilebilecek oranda kireç çamuru içerirler.

Egemen kaya türleri: Çeşitli kireçtaşları, bazı durumlarda kardan türeyen kırıntılıların oluşturduğu mercekler ve ince katmanlar.

Renkler: Açık ve koyu.

Tane türleri ve çökeltme dokusu: Tanetaşından çamurtaşına kadar değişen çeşitli dokular. Kavkular ve köşeli kırıntılardan oluşan mercek şekilli kireç kumları, tüm kavkular içeren yığınlar, biyoklastik vaketaşı katmanları, organik olarak üretilen ve kapanlanan çökellerin oluşturduğu tümsek ve mercekler, biyostromlar.

Katmanlanma ve tortul yapılar: Orta kalınlıkta ve düzlemsel katmanlanma, oyma yapıları ve çökellerin pelletlenmesi olağandır. Kil karışımışa topak ve akma şeklinde sıkışma yapıları vardır. Yumru- lu ve dalgalı katmanlanma da görülür.

Karasal kökenli kırıntılılar: Varolduğu zaman kireçtaşları ile arakatlı belirgin katmanlar oluştururlar.

Canlı içeriği: Mollusklar, süngerler, arthropodlar, foraminiferler ve özellikle algler boldur. Yama resifleri görülür, sıg suda bolca yaşayan denizel ot ve ağaçlar ince taneli kireç çökellerini kaplanlama ve sabitleştirmede önemli roller oynarlar. Normal denizel tuzluluklarda yaşayan canlılar vardır, fakat açık denizlerdekinde olduklarından daha azdırlar, örneğin brakiyopod, sefalopod, ekinoderm ve kırmızı algler.

Kuşak 8. Denizel düzlüklerde sınırlı su dolaşımının görüldüğü fasiyes: Bu tür fasiyes sınırlı su dolaşımı olan ve çok tuzlu sular içeren sıg, açık denizden ayrılmış birikintiler ve lagünlerde oluşan çoğunlukla ince çökelleri içerir. Coğrafik olarak lagünler, set resifleri arkası ve set resifleri arası, kıyıdaki ince uzantıların arkasında veya atoller içinde oluşan lagünler olarak sınıflandırılabilirler. Bu lagünler genellikle (tümüyle değil) sıgdır. Bu kuşak aynı zamanda iyi gelişmiş ve bilinen gelgitarası ortamları içerir. Bu ortamda en belirgin çökel kireç çamurudur. Kireç çamuru gelgit düzlüklerinde, küçük kavuzlarda, bataklık ve gelgit kanallarında ve yersel plajlarda vardır. Değişken koşullar sonucu tatlı, tuzlu, çok tuzlu sular, su yüzüne çıkan çökel alanları, hem indirgen, hem yükseltgen koşullar ve tatlı su ile tuzlu su bitkilerinin egemen oldukları bataklık alanlar oluşur. Bazı yerlerde rüzgarla taşınan kırıntılılar çökel miktarına yardım eder. Tüm bu değişken koşullar canlıların yaşamı için baskı ve güçlüklerle dolu bir ortam yaratır. Diyajenez de oluşan çökellere büyük ölçüde etkir.

Egemen kaya türleri: Genel olarak kireç çamurlu tortullar ve daha çok dolomit.

Renkler: Açık renkler.

Tane türü ve çökeme dokusu: Çok değişken, çoğu çökeller kireç çamurundan oluşur, iyice pelletleşmiş çökeller hariç tutulursa tane taşları nadirdir. Kanallar litoklastik taneli çökeller içerir. Spar kalsitle karışmış pelletleşmiş çamurtaşları ve vaketaşları en fazla rastlananlardır.

Katmanlanma ve tortul yapılar: Çoğunlukla laminalı kireç çamurtaşı, fenestral (kuş gözü) yapısı, algli stromatolitler, küçük ölçekte dereceli katmanlanma, dolomit ve kalış kabukları görülür. Gelgit kanallarında oluşan kumlar çapraz katmanlanma gösterir.

Karasal kökenli kıvrıntılar: Rüzgar tarafından getirilen gereç hariç tutulursa ender olarak bulunur. Varolduğu yerlerde iyi katmanlanma gösterir.

Canlı içeriği: Çok sınırlı hayvan ve bitki içeriği vardır. Başlıca gastropodlar, algler, foraminiferler (miliolid türü) ve ostrakodlar önemlidir. Bu canlılar yersel olarak bol miktarda bulunabilirler.

Kuşak 9. Karbonat düzlüğü evaporit fasiyesi: Kurak bir iklimde gelişen sınırlı denizel düzlüklerin gelgitötesi ve kara içi gölcük ortamları, başka bir deyimle sabkha (zaman zaman denizel sularla kaplanan tuz düzlükleri) ve tuzlalar. Aşırı sıcaklık ve kuraklık olağandır, en azından mevsimsel olarak görülür. Denizel su basması zaman zaman kasırgalar yardımıyla oluşur. Çökellerde deniz suyunun buharlaşıp uçması sonucu yoğunlaşan jips ve anhidrit hem tortullaşma ve hem de diyajenetik olarak oluşmuştur. Buharlaşarak tuzluluğu artan ve yoğunlaşan deniz suyu tortulların içinden aşağı doğru hareket ederken veya özgün çökellerle yer değiştirme sonucu yeni çökeller oluşur. Çökel oluşumu ve yer değiştirme taneler arası tuzlu suyun buharlaşarak yüzeye çekilmesi sırasında da oluşabilir. Burada oluşan sülfat mineralleri duraysızdır ve kristal büyümesi, kristal suyunun kaybolması veya sıkışma ile biçim değiştirebilir.

Egemen kaya türleri: Yumrulu ve dalgalı anhidrit veya dolomitte aralaminalı jips. Bu tür kayalar olağan olarak kırmızı kayalarla birlikte bulunurlar.

Renkler: Çok değişken, kırmızı, sarı, kahverengi.

Tane türü ve çökeltme dokusu: Birincil olduğu zaman çok ince taneli karbonat çökelleri ve çoğu zaman çok küçük levhalar şeklinde sıkıştırılmış örtüler oluşturan jips ve anhidrit kristalleri. İkincil anhidrit ve jips büyük, yayvan ve poikilotopik kristaller oluşturur.

Katmanlanma ve tortul yapılar: Laminalı, hem ufak kıvrımlı ve hem de düzlemsel türler, çamur çatlakları, stromatolit ve spongiostrom yapıları, jips gülleri, selenit çubukları (anhidritin pseudomorfu) ve yumrulu ve kümes teli yapısı, düzensiz kıvrımlanma gibi sinjenetik, diyajenetik ve biçim değiştirme yapıları. Aynı zamanda diastem yüzeyleri ve kalış kabuklarına da rastlanır.

Karasal kökenli kırıntılar: Kırmızı kayalar ve rüzgarla getirilen çökeller gibi çok bol olabilir.

Canlı içeriği: Mavi—yeşil algli stromatolitler ve salamura suyunda yaşayan karides hariç tutulursa hemen hemen hiç yerli canlı içermez.

Temel karbonat şelf kenarı türleri

Beşinci kuşak çökellerini incelerken de değindiğimiz gibi karbonat çökellerinin oluştuğu başlıca üç tür şelf kenarı ayırt edilebilir (Wilson, 1975):

I. Yamaç aşağı karbonat çamuru birikintileri

II. Tepecik resifleri yokuşları

III. Çatı oluşturan resif kenarları

* Şekil 8 temel karbonat şelf kenarı türlerini gösterir. Bu sınıflama şelf kenarı yamacının eğimine, şelf kenarında karbonat yığışmalarını oluşturan birimlerin (çamur tümseği çekirdekleri, dışta bulunan tepecik resifleri, resif düzlükleri, kanat katmanları, yama resifleri, resifi örten katmanlar, karbonat kumu çubukları, karasal karbonat kumulları, yamaç çökelleri ve etek çakıltaşları) bileşimine, şekline ve düzenlenmesine dayanarak yapılmıştır. Bu sınıflama pratik deneyimlere dayanan bir sınıflamadır ve tam olarak her yönüyle açıklanmış değildir fakat yerüstü haritalamasında ve yeraltı petrol aramalarında bu üç şelf kenarı türünün tanınması çok yararlıdır. Aynı zamanda şelf yamaçlarındaki eğim miktarının bilinmesinde ve buralarda ne tür çökellerin birikmesi gerektiğini anlamada yardımcıdır.

I. Yamaç aşağı karbonat çamuru birikintileri: Bunlar şelf kenarının önyamacında çizgisel gidişler gösteren biyoklastik kireç çamuru veya çamur tümsekleri kuşaklarıdır. Bunların üstünde yamaç yukarı doğru kum plajları ve adaları yer alır. Yamaç aşağı çökeller, karbonat çamurunu kapanlamaya veya tutmaya uğraşan bir dereceye kadar sınırlı ve özel türler olan dibe kökleri ile tutturulmuş çeşitli oranlarda canlılar içerirler. Böylece yamaç aşağı karbonat çamurları üst üste yığılmış tümsekler şeklinde görülebilir. Bu tümsekler çoğu zaman somun şeklinde olmakla beraber bu şekiller her zaman gözlenemez. Bu tür birikintilerin oluştuğu yamaçların eğimi yersel olarak 25—30 dereceye kadar erişebilir, fakat genel ve bölgesel olarak yamaç eğimi 1—2 dereceden 25 dereceye kadar olabilir. Yamaç eğimindeki bu değişiklik tektonik olarak kontrol edilmektedir, karbonat yığışmalarındaki organik yapı önemli bir etmen değildir.

Dik yamaçlarda karbonat çamuru yamaç aşağı fazlıca inerek ışık zonunun altında, belki de 100 metre veya daha derinlerde yığılımlar oluşturabilir. Bununla beraber burada daha sığ sulardan gelen çökeller de vardır. Havzaya kilin taşınarak geldiği durumlarda, iyi gelişmiş tümsekler siyah şeyiller ile birbirlerinden ayrılmışlardır.

Tatlı eğimli yamaçların egemen olduğu yerlerde de karbonat çamuru tümsekleri gelişir, fakat buralardaki gelişim sığ ve ışık zonu- nun etkin olduğu yerlerdedir. Bu tür sığ tümseklerin tepeleri büyüme sonucu dalga hareketinin etkin olduğu zona erişir. Bu duruma gelindiğinde tümseklerin tepelerindeki organik gelişim bir resif çatısı oluşturabilir ve aşağıdaki anlatılacak olan II. görüldüğü yerlerde, genellikle iyice dalgalı zonda bulunan yamaçın üst kısımları, başlıca kireç kumu sığ alanları, plajları, kumulları ve adalarından oluşur. Normal olarak çok az çatı oluşturan veya çökel kapanlayan canlılar içerir veya hiç içermez.

Yamaç aşağı karbonat çamuru birikintilerine örnekler:

1. A.B.D.'de New Mexico ve Batı Texas'da Guadalupe Dağları'nda gelişen Permiyen resif kompleksine ilişkin Capitan Formasyonu.
2. A.B.D.'nin güneybatı yöresinde görülen Pennsylvanian ve Permiyen yaşlı şelf kenarı yapraklı alg yığılımları. Bu yığılımlar bazı yerlerde tüp şeklinde foraminiferli (Tubiphytes) bağlamtaşları ile örtülürler ve II. tür yığılımlara geçiş gösterirler.
3. Belçika, İngiltere, İrlanda ve Kuzey Amerika'da Waulsortsiyen (Alt Karbonifer) de görülen tümsekler.
4. Orta Avrupa'da Üst Jura'da görülen sünger ve alg resifleri.
5. Belçika'daki Dinant havzasında Üst Devoniyen (Frasniyen) yaşlı çamur tümsekleri. Yukarı doğru dalga tabanına doğru büyüme sonucu stromatoporoidli bağlamtaşları ılı oluşur ve II. tür yığılımlara bir geçiş görülür.

II. Tepecik resifleri yokuşları: Bu yokuşlar şelf kenarının açığın- da eğimli yamaçlar üzerinde çizgisel ekolojik (çatı oluşturan) tepecik

resifi kuşaklarından oluşur. Bu resifler normal dalga tabanında veya yamaç aşağı biraz daha derinlerde 20—30 m derinlerde büyümeye başlarlar. Kuvvetli dalga ve akıntılar olmadığı ortamda, çok az masif çatı oluşumu görülür. Bununla beraber dibe bağlı ve kabuk oluşturan canlılar geniş ölçüde gelişmiştir. Çatı oluşturan canlılar başlıca dallanma gösterirler ve demetler şeklinde topluluklar oluştururlar. Tepeciklerde çoğu zaman dikey ekolojik bölümlenmeye rastlanır, büyüme türü genel olarak yukarı doğru masif kabuk oluşturan türlere geçer.

Yığılımlar hemen hemen tümüyle organik üretim, birbirine bağlanma, kapanlanma ve kabuk oluşturma ve yerli yerinde organik çatı oluşumu ile parçaların kaldırılıp götürülebilmesi sonucu oluşurlar. Resifler arası geçec hacim olarak çatı oluşturan canlı yığılımlarından çok daha fazladır. Buradaki döküntülerin büyük bir miktarı çoğunlukla biyoklastik parçalardır ve resif tepeciklerinin tepelerindeki verimli büyümelerden taşınmışlardır. Bu döküntüler mutlaka organik çatının tahribi sonucu veya daha önce taşlaşmış gereçten türemiş değillerdir. Suyun enerjisi yalnızca ince kırıntıları alıp götürmeye yeterlidir, bu nedenle resif arası alanlarda çoğunlukla kireç kumu birikmiştir. Resif tepeciklerinin çekirdekleri (içleri) çoğunlukla kireç çamuru içerir, çünkü ortaç bir dalga hareketinin egemen olduğu bu ortamda çatı oluşturan canlılar kireç çamurunun götürülmemesi için yeterli koruma görevini üstlenirler. Büyük boşluk ve kovuklar içeren tepecik resiflerinin üzerindeki suyun hareketi, bu suyun aşağı doğru emilmesine veya pompalanmasına neden olur, ve bu şekilde daha ince taneli çökeller kapanlanmış olur. Tepecik resiflerinin çoğunda sığ yokuşlar deniz tarafına doğru eğimli tatlı yamaçlar sunarlar (birkaç dereceden 15 dereceye kadar). Buradan yokuşların, yavaş bir tektonik çökme sonucu oluştuğu ortaya çıkabilir. Bu şekilde tatlı eğimli yamaçlar en şiddetli dalgaların etkilerini bile azaltabilirler. Laminalı gelgit düzlüğü kireç çamurları ve kumlarından oluşan sığ alanlar ve adalar genel olarak bu tür resif düzlüklerinin arka tarafında bulunurlar.

Tepecik resiflerine örnekler:

1. Bermuda düzlüğünün tepesinde yer alan dayanımlı düzlük oluşturan güncel resifler.

2. Meksika'da Orta Kretase yaşlı şelf kenarında oluşmuş rudist resifleri. Rudist resifleri yeraltında A.B.D'de güney Texas'da ve Orta Doğu ülkelerinde de görülmüştür.

3. İsviçre'de Malm yaşlı resiflerde ve Jura Dağları'nın Fransa'daki bölümlerinde yer yer III. tür resiflere geçişler gösteren yığışmlar görülmüştür.

4. Avusturya ve Bavyera'daki Alpler'de *Thecosmilia* (sünger veya süngerimsi canlı) ların oluşturduğu yığışmlar. Bunlar yer yer III. tür resiflere geçişler gösterirler ve 20 dereceye kadar eğimler gösteren yamaçlar içerirler.

5. Batı Kanada'da Orta ve Üst Devoniyen yaşlı stromatopori-
tablalı mercan resifleri.

III. Çatı oluşturan resif kenarları: Bunlar suyun çalkantılı olduğu derinliklerde gelişen veya deniz düzeyine kadar büyüyen organik resif çatılarıdır ve çizgisel bir kuşak oluştururlar. Resifin arkasındaki lagünü dolduran ve yer yer adalar bile oluşturan kireç kumundan oluşan denizaltı çubukları ve sığ alanlar vardır. Bu resifler set veya kıyı resifleri olabilirler, ve içerdikleri mercanların büyüme şekillerine göre ekolojik olarak paralel kuşaklar şeklinde bölümler oluştururlar. Bu resifler başlıca hexacorallaların büyümesi ve bunları sabitleştiren kırmızı alglerin yardımıyla oluşmuşlardır. Başlıca Mesozoyik ve Holosen yaşlıdır. Bu tür resifler genel olarak dik yamaçlar (45 dereceden fazla ve hatta dik uçurumlar) sunarlar ve büyük ölçüde yamaç döküntüleri içerirler. Daha az enerjili bir ortamda gelişen tepecik resifleri yokuşları (II) kompleksi ile aktif çatı oluşturan resif kenarları (III) arasında geçiş oluşturan örnekler bilinmektedir.

Çatı oluşturan resif kenarlarına örnekler:

1. Güncel Hexacoral resifleri. 70 ile 10 m arasında yaşayan büyük yuvarlak veya levhamsı koloni oluşturan mercanlardan dalga hareketi zonunda yaşayabilen *Acropora* türlerine kadar ve resifin arkasında çimentolanmış resif parçaları içeren corallin alglerden oluşan düzlüğe kadar zonlar görülür. Çoğunlukla *Lithothamnium* düzlüğü arkasında bir sığ kum alanı vardır.

2. İsviçre ve Fransa'daki Jura Dağları'ndaki bazı Malm resifleri II. türden gelişerek oluşmuşlardır.

3. Yukarıda değinilen Triyas yaşlı Thecomilia ve sünger resifleri II. tür resiflerden gelişerek büyümüşlerdir.

4. Irak'da Kerkük'de Tersiyer yaşlı kenar resifleri.

5. Batı Avustralya'da Canning havzasındaki Üst Devoniyen yaşlı resif kompleksleri. Bu resifler 30—35 derecelik bir eğim ve iyi gelişmiş etek çökelleri içerirler. Kanada'nın Alberta yöresinde aynı yaşta ve aynı canlıları içeren katmanlar çok düşük eğimli ve genellikle II. tür şelf kenarları oluştururlar.

İdeal bir karbonat tümseği fasiyesi istifi

Kökenleri ne olursa olsun şelflerde ve sığ havzalarda gelişen tümsekler birbirlerine uyan düşey ve yatay istifler sunarlar. Bu gelişim şelf tümseklerinin derin ve sakin bir ortamda dalga tabanına doğru büyümesini sonuçlayan yeterince hızlı olaylar nedeniyle. Bu olaylar şöyle özetlenebilir:

1. Akıntı ve dalga hareketi ile hem ince ve hem de kaba taneli çökellerin mekanik olarak birikmesi. Bu belki de tümseklerin büyümesini yerselleştiren en önemli olaydır.

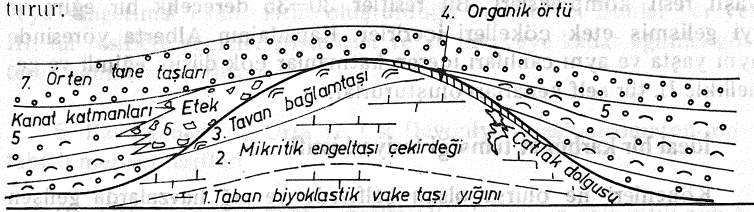
2. Yersel olarak normal ölçülerden daha fazla karbonat çökellerinin kapanlanması ve tutulması. Bu belki de tümseğin büyümesine yardım eden en önemli olaydır.

3. Karbonat çökellerinin normal denizel aşınma olayları ile kaldırılıp götürülmemesi için yüzeyde kabuk oluşması.

4. Tümsek gelişiminin sonlarına doğru, çatı oluşturan organizmaların ince bir örtüsü veya duvarı tarafından korunma.

5. Çimentolanma ile korunma. Denizel ortamda çökelen ve burada kalan kireç çamurundan oluşan çökellerde çimentolanma çok yaygındır. Öte yandan su yüzüne çıkma olanağı daha fazla olan sığ su banklarında ise kireç çamurunun taşlaşması daha etkindir.

Paleozoyik, Kretase ve Holosen yaşlı karbonat yığışımalarının incelenmesi sonucu bir tümsek istifinin 7 evre şeklinde ve her evre için belirgin fasiyesi örnekleri göstererek geliştiği saptanmıştır. Şekil 9 idealleştirilmiş bir karbonat tümseğinde gelişen fasiyesleri gösterir. İncelenen tümseklerin hepsi istifteki tüm gelişim sırasını izlemez, yalnızca ortaç çökme alanlarında tüm gelişim sırası görülür. Çoğunlukla tümsekler dalga tabanının altında büyümeye başlar, yukarı doğru dalga tabanına doğru ilerler, dalga tabanında yeterince kalarak tavan bağlamtaşı, kanat kanmanları, etek ve belki de örtü katmanlarını oluşturur.



Şekil 9: İdealleştirilmiş bir karbonat tümseği fasiyesi istifi (Wilson, 1975 den).

Taslak bir tümsek istifinde görülen 7 fasiyesi örneği dokusal ve biyolojik farklarla tanımlanmış ve başlıca dış etmenlere karşı organik ve çökel işlevleri ile saptanmışlardır. Bu 7 fasiyesi örneğini ayrıntılı bir şekilde inceleyelim:

Taban biyoklastik veketası yığını: Birçok tümsek zengin biyoklastik kırıntılar içeren çokça mikritik çökeller ile başlar. Alt ve Orta Paleozoyik yaşlı katmanlarda çökeller başlıca ekinoderm kırıntıları ve daha az oranda briyozoalar ve brakiyopod kavkaları içerir. Birçok durumlarda kavkı kırıntılarından oluşan yığınlar tabanda görülebilir. Bu yığınların kökeni genellikle bilinemez, belki de şiddeti az olan akıntılarla üst üste yığılmışlardır. Tabandaki bu yığınlarda belirgin çökel tutucu veya bağlayıcı canlılar görülmemiştir.

Mikritik engeltaşı çekirdeği: Tümseğin en kalın kısmıdır. Genellikle mikritik bir aramade ve ince taneli kireç çökellerini kapatabilecek veya engelleyebilecek yetenekte bolca canlılardan oluşmuştur. Bu canlılar çoğunlukla yukarı doğru büyüme yeteneği gösteren nazik veya dallanan türlerdir. Değişik jeolojik yaşlarda bu rolü üstlenecek özel türler vardır. Çoğu zaman bir tür egemendir ve öteki türler hemen hemen hiçbir rol oynamazlar. Bu canlılar:

- a. Kambriyen ve Ordovisiyen'de süngerler ve algler.
- b. Orta ve Üst Ordovisiyen, Silüriyen ve Alt Karbonifer'de briyozoalar.
- c. Üst Karbonifer (Pennsylvanian) de yapraklı algler.
- d. Üst Triyas şelf alanlarında büyük dallı demetler şeklinde büyüyen mercanlar.
- e. Üst Jura'daki taşimsı süngerler.
- f. Kretase'de şelf alanlarındaki rudistler.

Çekirdek fasiyesi özgün olarak jelatinimsi dayanımsız kireç çamuru ve sert, kırılğan biyoklastların bir karışımından oluştuğundan, çoğunlukla ileri derecede breşlenmiştir. Belki de kendi ağırlığı sonucu çökmüş veya oturmuştur. Birçok tümsek, özellikle çok sığ sularda gelişenler veya killi gerek akımı ile doldurulanlar hiçbir zaman ilk evre olan mikritik tümsek çekirdeği evresini aşamazlar, ancak biraz kanat katmanları gelişir, tavan bağlamtaşı gelişmemiştir.

Tavan bağlamtaşı: Engeltaşından oluşan bir tümsek dalga tabanı-na ulaştığı zaman tutturulmuş yumuşak çökellerden oluşan bu topoğrafik yükseklik organik bağlamtaşları için bir taban olarak hizmet etmiş olabilir. Bu iki şekilde olabilir: a) Bir ekolojik resif büyük, kökü ile dibe bağlı, mercan, hidrozoa (stromatoporoid ve süngere benzeyen türler), sünger, bazı rudistler, riktopenid tipli brakiyopodlar ve kırmızı algler gibi masif omurgasızların koloni oluşturması ile gelişebilir. Burada dikey olarak yönelmiş fabrik (jeopetal) gösteren korunmuş boşluklar oluşmuştur. b) Daha sakin sularda oluşan bağlamtaşları daha çok levhamsı şekillerdeki canlılardan oluşurlar ve burada korunmuş olan boşluklar tümseğin dış yamacına paralel bir şekilde sıralanmışlardır.

Organik örtüler ve çatlak dolguları: Eğer tümseğin tepesinde, kossullar yalnızca yavaş çökmeye izin verir ve çatı oluşturan canlıların fazlaca gelişimi görülmezse, tümseğin üst yüzeyi çeşitli kabuk oluşturan canlılardan oluşan bir kabukla kaplanabilir. Bunlara örnek olarak Kretase'de yaşamış olan Chondrodonta ve öteki lamellibranslar, Pennsylvanian katmanlarında görülen belirli sünger ve stromatoporoidler verilebilir. A.B.D.'de Illinois'deki bazı Silüriyen yaşlı yığışım-larda özellikle gelgit gölcüklerinde gelişmiş olan formlar gözlenmiştir.

İkinci tür bir örtü de birçok Ordovisiyen ve Silüriyen yaşlı tümseklerin tepelerinde görülen laminalı ve stromatolitik katmanlardır. Burada bir canlı türü ötekilerden baskındır. Bu tür örtüler tümseklerin tepelerinde çok sığ sular nedeniyle gelişmiş olabilir. Burada dalga hareketi etkin değildir fakat yalnızca gelgit hareketleri tümseklerin düz tepeleri boyunca mavi—yeşil alglerin büyümesiyle kapanlanacak ve duraylandırılacak çökelleri taşırlar. Bazı tümseklerde görülen üçüncü tür bir örtü de derin suda oluşur ve dalga tabanına kadar yükselir. Burada kademeli yıkanma engeltaşı çekirdeğinin tepesinde aşınmış ve dayanımlı biyoklastları biriktirebilir. Bazı tümseklerde ikinci derecede gelişen dikey çatlaklar bu yıkanmanın ürünleri olan siyahlaşmış, aşınmış ve kaplanmış parçalarla doldurulmuştur.

Kanat katmanları: Eğer tümseğin üst kısmı dalga tabanında uzun bir zaman kalır ve az çok dayanımsız, gövdeli canlılardan oluşursa, ortaç su hareketi ve normal organik ayrışma iyi gelişmiş kanat katmanlarını oluşturur. Bu canlılar ekinoderm, Fenestella türü briyozolar, küçük rudistler, dallanmış mercan ve stromatoporoidler, dallanmış kırmızı algler ve kalkerli olmayan canlıların üzerinde kabuk oluşturan tübümsü foraminiferlerdir. Kanat katmanları tümseğin kenarlarını çevirirler ve tümüyle biyoklastik parçalardan oluşmuşlardır. Yalnızca yavaş çökme koşullarında, özgün tümseğin çekirdeği hemen hemen her tarafından tümseği çeviren ve üzerine doğru gelişen kanat katmanları içine gömülmüştür. Hacim olarak kanat katmanları çekirdeğin kendisinden daha fazla olabilir. Bu olay A.B.D.'nin orta bölgelerinde yer alan bazı Silüriyen yaşlı resiflerde ve New Mexico'daki Pennsylvanian yaşlı yapraksı alg tümseklerinde görülebilir.

Etek çökelleri: Bu nadir, fakat yaygın bir kanat fasiyesidir. Başlıca litoklastik ve biyoklastik parçalardan oluşur. Litoklastik parçalar etek çökellerinin asıl kısmını oluşturur. Litoklastlar çökme veya dalga hareketi ile tümseğin yüzeyinden kopartılmış kısmen veya tümüyle taşlaşmış olan mikrit parçalarını içerir. Bu parçalar ya aşağıya doğru kayarak veya akıntılarla tümseğin eğimli olan yamaçları boyunca taşınarak normal kanat katmanları içine gelirler. Karbonat çamuru tümsekleri genel olarak düşük dalga enerjili alanlarda bulduklarından, etek çökelleri çoğunlukla oluşmamıştır. Öte yandan bu litoklastik çakıltaşlarını oluşturan etmenler halen tam olarak

bilinmemektedir. Düzgün ve az çok yatay şekilli bir çok tümsek tepeli kıyılarında fazla aşınma göstermez.

Örten tanetaşları: Deniz düzeyinin duraylı kaldığı ve tümsekler arası alanların çökeller ile doldurulduğu zamanlar çoğunlukla tümseklerin tepeleri boyunca şelf çökelleri gelişir. Çoğunlukla bunlar tüm alanda devamlı ve tek bir katman oluşturan çapraz—katmanlı tanetaşlarıdır. Çoğu yerde bu yüksek enerjili tümsek oluşumu sonrası çökelleri genellikle dayanıklı, gastropodlar ve dasyclad alglerden oluşan özel canlılar içerirler.

KARBONAT YIĞIŞIMLARININ OLUŞUMUNU VE DEĞİŞİK—LİGE UĞRAMASINI DENETLEYEN ÖGELER

Tektonizma

Tektonik etkinlik karbonat çökeliğini çeşitli düzeylerde denetler. Bunun en önemlisi çökmenin hızı ve devamlı olmasıdır. Hızlı ve devamlı çökme belirli karbonat üretimi olan alanlarda olağanüstü kalın karbonat çökellerinin oluşumunu sonuçlar. Çökme, çökme hızı ile dengelenir veya çökme hızı çökmeden biraz daha fazla olursa karbonat çökellerinin üste doğru büyümesi veya kıvrımlılardan oluşan deltalarda olduğu gibi, ilerlemesi söz konusudur.

Bir bölgenin tektonik çatışı o bölgenin kıyılarındaki su dolaşımını etkileyebilir. Egemen rüzgar ve dalga yönlerine dik olarak oluşan yapısal gidişler hızlı organik büyümeyi ve sonuç olarak set ve kıyı resiflerinin oluşmasını kuvvetlendirir. Yersel olarak gelişen yapısal yükseltiler suyla kaplandıklarında yama ve konimsi resiflerin gelişimine neden olabilirler. Bu duruma genel olarak Basra Körfezi ve Meksika Körfezi'nde rastlanmaktadır.

Östatik deniz düzeyi değişimleri ve temel etkileri

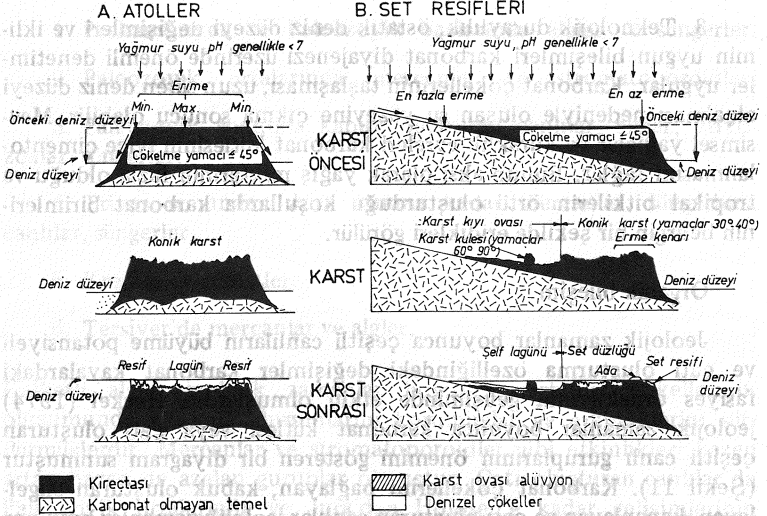
Dünya çapında buzulma ile okyanusal ve kıtasal levhaların hareketleri deniz düzeyinin östatik olarak değişimini sonuçlayabilir. Bu olaylar yersel tektonik çökme ile birlikte veya ona karşıt olarak gelişir. Tektonik çökmeye karşıt olarak gelişen östatik deniz düzeyi alçalmı yeratisuyu tablasında anormal bir düşme yaratarak yeraltı akçılmasının daha iyi gelişmesini ve karbonat şelfindeki katmanların

kuvvetli bir şekilde diyajenezine neden olur. Bu olay başlıca mevsimsel yağış ve buharlaşma koşullarının kuvvetli olduğu iklim rejimlerinde görülür. Östatik deniz düzeyinin alçalması sonucu geniş ölçüde su yüzeyine çıkan karbonat şelfleri üzerinde tropikal koşullar çeşitli evrelerde karst topoğrafyasının gelişmesine neden olur. Sonradan şelfin yeniden sularla kaplanması sonucu, bu karst topoğrafyası karbonat çökellerinin büyümesi ve fasiyes örneklerinin gelişimini denetler. Oldukça eğimli yapısal veya çökme yamaçları ile çevrili bir kireçtaşı düzlüğü su yüzüne çıktığında yağmur suyunun asid pH lı suları tarafından eritilir. Bu erime su yüzüne çıkan karbonat düzlüğünün kenarlarında en az, ortasında en fazla olacak ve sonuç olarak bir erime havzasını çevreleyen kenarlardan oluşan bir karst topoğrafyası ortaya çıkacaktır. Bu şekilde gelişen bir karst topoğrafyası sonradan sularla kaplanırsa kavzanın kenarları atollerin gelişimi için temel oluşturur (Şekil 10—A) Su üzerine çıkmış şelflerde de benzer durumda bir karst topoğrafyası gelişir. Buradaki fark bir karst kıyı ovasının oluşmasıdır. Bu kıyı ovası, su üzerine çıkmış karbonatlar ile alttaki karbonat olmayan kayalar arasındaki denize doğru eğimli dokanakta fazlaca yağın yağmur sularının etkisiyle gelişir. Burada yağmur suları karbonat olmayan kayalar üzerinden ilerleyerek karbonat kayaları alttan eritir ve çökmelere neden olur. Bu şekilde birbirini izleyen eritme ve çökme sonucu deniz tarafına doğru ilerleyen bir kireçtaşı duvarı ortaya çıkar. Burada erime en az şelf kenarında olur. Bu şekilde gelişen bir karst topoğrafyası sonradan sularla kaplanınca set resiflerinin gelişimi için bir temel oluşur (Şekil 10—B). Karst topoğrafyalarının bu şekilde gelişmesi ve sonradan karbonat çökellerini denetleme mekanizması Purdy (1974) tarafından ileri sürülmüştür.

Hidroloji ve iklim

Hidroloji ve iklim öğeleri karbonat yığılımlarını oluşturmaları ve değişikliğe uğratmaları açısından önem taşırlar. Hidroloji ve iklim öğelerinin etkileri aşağıda belirtilmiştir:

1. Rüzgarlar ve dalgalar karbonat yığılımlarının gelişimine yardımcı oldukları gibi onları yok edebilirler. Taze besin yüklü suların ortama getirilmesi canlıların fazlaca gelişmesine neden olur. Çalkantılı suda CO₂ nin kaybı karbonat döküntülerinin çimentolanması ile



Şekil 10: Atoller ve set resiflerinin gelişimini gösteren diyagramlar. Her iki resif türünün de oluşumu önce bir karbonat kütleinin su yüzüne çıkması ve bir karst topoğrafyasının gelişmesi ile başlar. Sonradan bu karst topoğrafyasının tekrar sularla kaplanarak çökeltme olaylarının gelişmesiyle resif oluşumu tamamlanır (Purdy, 1974'den).

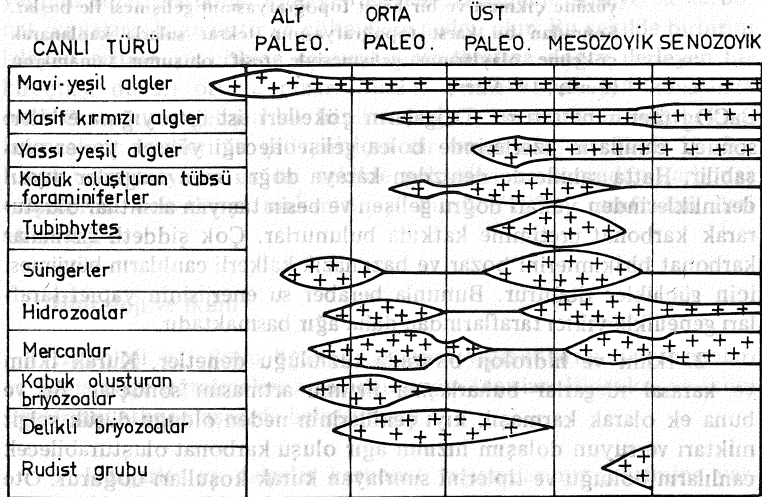
CaCO_3 üretimini artırır. Dalgaların çökelleri üst üste yığma etkileri sonucu canlıların üzerlerinde bolca gelişebileceği yüksek yerler oluşabilir. Hatta sahillerde denizden karaya doğru esen rüzgarlar suyun derinliklerinden yukarı doğru gelişen ve besin taşıyan akıntılar oluşturarak karbonat üretimine katkıda bulunurlar. Çok şiddetli fırtınalar karbonat birikimlerini bozar ve bazı nazik kalkerli canlıların büyümesi için güçlükler doğurur. Bununla beraber su enerjisinin yapıcı tarafları genellikle yıkıcı taraflarından daha ağır basmaktadır.

2. İklim ve hidroloji birarada tuzluluğu denetler. Kurak iklim ve karasal rüzgarlar buharlaşma hızının artmasını sonuçlar. Bu ve buna ek olarak karmaşık kıyı şekillerinin neden olduğu düşük gelgit miktarı ve suyun dolaşım hızının ağır oluşu karbonat oluşturabilecek canlıların bolluğu ve tiplerini sınırlayan kurak koşulları doğurur. Öte yandan bu sayılan koşullar kıyı boyunca dalgalardan sıçrayan sularla ıslanan yerlerde ve sığ denizel koylarda karbonat çimentosunun oluşmasını artırır.

3. Teknolojik duraylılık, östatik deniz düzeyi değişimleri ve iklimin uygun bileşimleri karbonat diyajenezi üzerinde önemli denetimler uygular. Karbonat çökellerinin taşlaşması, uzun süren deniz düzeyi alçalması nedeniyle oluşan su yüzeyine çıkma sonucu olabilir. Mevsimsel yağışlar ve kuraklık evreleri karbonat kütlelerinin iyice çimentolanmasını sağlar. Bunun aksi olarak yağış miktarının fazla olduğu ve tropikal bitkilerin örtü oluşturduğu koşullarda karbonat birimlerinin belirgin bir şekilde eridikleri görülür.

Organik bileşim

Jeolojik zamanlar boyunca çeşitli canlıların büyüme potansiyeli ve çatı oluşturma özelliğindeki değişimler karbonat kayalardaki fasiyes örneklerinin gelişiminde etkin olmuşlardır. Heckel (1974) jeolojik zamanlar boyunca karbonat kütlesi veya çatı oluşturan çeşitli canlı gruplarının önemini gösteren bir diyagram sunmuştur (Şekil 11). Karbonat çökellerini bağlayan, kabuk oluşturan engelleyen, kapanlayan ve çatı oluşturan canlılar jeolojik zamanlar boyunca aşağıdaki evrelerde gelişmişlerdir:



Şekil 11: Jeolojik zamanlar boyunca başlıca organik grupların karbonat yapılarını oluşturmada önemi (Wilson, 1975'den).

1. Prekambriyen ve Paleozoyik başlarında algler ve süngerler.
2. Paleozoyik ortalarında mercanlar ve stromatoporoidler.
3. Paleozoyik sonunda kabuk oluşturan canlılar, algler, briyozoalar, süngerler.
4. Triyas sonundan Jura sonuna kadar mercanlar, süngerimsi canlılar, süngerler.
5. Kretase'de rudistler.
6. Tersiyer'de mercanlar ve algler.

Kalkerli algler jeolojik zamanlar boyunca karbonat çökellerinin oluşumunda ekolojik durumlarını korumuşlar ve etkinliklerini sürdürmüşlerdir. Mercanlar ve stromatoporoidler gibi etkinlikleri bazen artan bazen de azalan guruplar olmuştur. Çatı oluşturan canlılar da Paleozoyik ortalarında ve Jura'dan Holosen'e kadar gelişmelerinin doruklarına erişmişlerdir. Bunlara ek olarak jeolojik geçmişte karbonat çökellerini bağlama ve kapanlamada önemli olan özel guruplar baskın olmuştur. Örneğin: Devoniyen'den Jura'ya kadar koloni ve kabuk oluşturan foraminiferler, Ordovisiyen ve Karbonifer başlarında briyozoalar, Kretase'de rudistler.

KARBONAT KAYALARDA PETROL VE DOĞAL GAZ ARANMASI

Karbonat kayaların hemen hemen tümü kırıntılı kayalara benzerler. Yersel, belirli bir havza içinde ve en son çökeltme yerinde yavaş onca çok yakın olan yerlerde oluşmuşlardır. Karbonat kayaların yaklaşık olarak çok büyük bir çoğunluğu canlıların işlevlerine geniş ölçüde bağımlıdır. Büyüme konumunda olan canlılardan oluşan karbonat resifleri bunun en belirgin örneğidir. Bazı tür alglerin oluşturduğu mikroskobik karbonat parçacıkları, alglerin engelleme hareketleri sonucu oluşan karbonat çamurları, parçalanmış organizma kırıntıları, pellet v.b. bunlara örnek olarak gösterilebilir. Karbonat kayaların belki de en önemli özelliği çökeltmeden sonraki evrelerde değişikliğe uğramaya eğilimli oluşlarıdır. Bu diyajenetik değişimler başlıbaşına incelenmesi gereken bir konudur.

Karbonat kayalarda gözeneklilik örnekleri gelişimi








Karbonat kayalarda petrol ve doğal gaz arayan bir jeologun başlıca görevi bu kayalarda gözeneklilik örneklerinin gelişimini saptamaktır. Kırıntılı kayalarla karbonat kayaların gözenek örnekleri denştirildiğinde, kırıntılı kayalardaki gözenekliliğin geniş ölçüde özgün depolanma dokuları ile denetlendiği görülür. Buna karşılık karbonat kayalarda en fazla gelişme gösteren gözenek örnekleri ise diyajenez sonucu oluşmuştur. Karbonat kayalarda çalışan bir arama jeoloğu bu kayaların kendilerine özgü gözeneklilik özelliklerini ve diyajenezin bu özellikler üzerindeki denetimini çok iyi bilmelidir. Karbonat kayaların çoğu pek az bir gözeneklilik gösterir fakat gözenekli olanları da ekonomi açısından çok önemlidir. Bugün dünyada bilinen petrol yataklarının hemen hemen yarısı gözenekli kireçtaşı ve dolomitler içinde bulunur. Karbonatlı çökellerin gözenekliliği ilk çökeldikleri zaman fazla olabilir fakat daha sonraki olaylarla geniş ölçüde azalabilir veya kaybolabilir. Bununla beraber, bir miktar gözeneklilik de kayanın en son depolanmasından sonra geçen gömülme ve aşınma evreleri sırasında oluşabilir.

Karbonat kayalarda kayanın en son depolanmasından hemen sonra varolan gözenekliliğe birincil, bu en son depolanmadan sonra gömülme ve aşınma evreleri sırasında oluşan gözenekliliğe de ikincil gözeneklilik adı verilir. Karbonat kayalardaki gözeneklilik Choquette ve Pray'in (1970) çalışmalarında ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Burada başlıca üç tür gözeneklilik ayrıtlanmıştır: fabrik seçimli, fabrik seçimli olmayan, ve fabrik seçimli olan veya olmayan (Şekil 12). Karbonat fasiyeslerinde görülen birincil gözenekliliğin çoğu ve ikincil gözenekliliğin büyük bir kısmı kayanın dokusuna bağlı olan gözenekliliğin büyük bir kısmı kayanın dokusuna bağlı olan gözenekler gurubuna girer. Genellikle taneler arası, taneler içi, büyüme çatısı ve sığınak gözenekliliği birincil, kalıp, kırık, kanal, kovuk, oygu ve çekme gözenekliliği ise ikincildir. Bununla beraber gerek bu sayılan türler ve gerekse Şekil 12 deki öteki gözeneklilik türleri arasında sayısız geçiş durumları vardır. Karbonat kayalardaki verimli petrol haznelerinin çoğu fabrik seçimli olan gözeneklerde bulunurlar.

Karbonat kayalar ilk çökeldiklerinde çoğu zaman fazlaca gözeneklidirler. Sonraki diyajenez ve gömülme evrelerinde ise bu gözenek-

ler erken çimentolanma, sıkılaşıma, sitilolitleşme ve yeraltında çimentolanma ile yok olabilir. Longman'a (1980) göre karbonat kayalarda gözenekliliğin korunmasına etki eden başlıca öğeler şunlardır:

1. İklim
2. Deniz düzeyi değişimleri
3. Çökme hızı
4. Özgün çökelin bileşimi
5. Çökme hızı

TEMEL GÖZENEKLİLİK TÜRLERİ	
FABRİK SEÇİMLİ	FABRİK SEÇİMLİ OLMAYAN
 Taneler arası	 Kırık
 Taneler içi	 Kanal
 Kristaller arası	 Kovuk
 Kalıp	 Mağara
 Fenestral	
 Sığınak	
 Büyüme çatısı	
FABRİK SEÇİMLİ OLAN VEYA OLMAYAN	
 Bres	 Oyuğu (sert zemin)
	 Oyuğu (yumuşak zemin)
	 Çekme

Şekil 12: Karbonat kayalardaki gözenek ve gözenek sistemlerinin jeolojik sınıflandırması (Choquette ve Pray, 1970'den).

Tuzlu sularda çökelen karbonat çökelleri tatlı su ile temasa geldiklerinde geniş ölçüde çimentolanırlar ve diyajenetik değişimlere uğrarlar. Yağmur düşüşünün fazla olduğu yörelerde, sığ sularda çökelen karbonat çökelleri yükselerek su yüzüne çıktıklarında birincil gözenek alan-

larının hemen hemen tümü çimentolanarak doldurulur. Birincil taneler arası gözeneklilik genel olarak kurak koşullarda veya tatlı suların etkisini göstermediği koşullarda korunabilir. Derin sularda çökelen karbonatlar (örneğin: tebeşir) veya hızlı gömülme sırasında karbonat çökelleri tatlı sulardan etkilenmezler ve bu nedenle gözeneklerini koruyabilirler. Karbonat tane taşlarındaki birincil taneler arası gözeneklilikten üretilen hidrokarbonlar çoğun bu kayaların kurak bir iklimde çökeldiğini belirtir. Bu olay tane taşları ile birlikte bulunan ve çoğun örtü kaya ödevini gören evaporitlerin varlığı ile de kanıtlanabilir. Bu tür kayalara örnek olarak Suudi Arabistan'daki Jura karbonat kayaları, Irak'daki Kerkük sahasında Tersiyer karbonatları ve A.B.D.'nin güneydoğu yörelerinde yer alan Smackover Formasyonu'nun bir kısmı gösterilebilir (Longman, 1980). Yağışlı iklimlerde çökelen karbonat kayaların birincil gözenekliliğinin hemen hemen tümü berberak kalsit çimentosu ile doldurulmasına karşın, meteorik su aynı zamanda önemli ölçüde eritme ve bu nedenle ikincil gözenekliliğin gelişmesini sonuçlayabilir. Bu ikincil gözenekliliğin çoğu deniz düzeyinin büyük ölçüde alçalması ve uyumsuzlukların gelişmesiyle oluşur.

Karbonat kayalarda gözenekliliğin doğasını ve gelişimi için gerekli olan öğeleri ortaya çıkaran bir petrol jeologu yeraltında gözeneklilik örnekleri ve dağılımını tahmin edebilir. Eğer hedef olarak birincil gözeneklilik seçilmişse, bu gözenekliliğin geliştiği kayaların çökeltme fasiyesinin dağılımına önem verilmelidir. Çünkü, birincil gözenekliliğin dağılımı her zaman çökeltme fasiyesi ile denetlenir. Eğer hedef ikincil gözeneklilik ise, bunun çökeltme fasiyesi ile ilişkisi saptanmalıdır. Oolitlerin eritilip götürülmesiyle oluşan kalıp şeklinde gözenekler ve gelgit düzlüklerinde oluşan dolomitlerdeki kristaller arası gözeneklilik gibi bazı ikincil gözeneklilik türleri fasiyes ile denetlenmiş olabilir ama çoğu ikincil gözeneklilik türleri çökeltme fasiyesinden bağımsız olarak gelişmiştir. Eğer ikincil gözeneklilik kovuk, kırık ve çok daha geç evrelerde oluşan dolomitleşme gibi çökeltme fasiyesi ile denetlenmeyen öğeler sonucu oluşmuşsa, bu şekilde gelişen ikincil gözenekliliğin oluşumunu denetleyen etmenleri ortaya çıkarmak gerekir. Karbonat kayalarda kırık türü gözeneklilik nadiren görülür ve bazen verimli haznelere oluşturabilir. Bu tür gözeneklilik herhangi bir ortamda çökeltmiş ve çeşitli diyajenez olaylarından etkilenmiş kayalarda görülebilir.

Sığ su ve derin su kireçtaşları

Bugüne dek keşfedilmiş petrol ve doğal gaz sahalarının çoğu sığ su kireçtaşlarında bulunur. Sığ su kireçtaşlarının başlıca özellikleri aşağıda belirtilmiştir (Scholle, 1979):

1. Çökeltme örnekleri karmaşık ve değişkendir.
2. Özgün çökeltme dokuları ve bileşimleri diyajenez ile aşırı derecede değişmiştir.
3. Gözeneklilik tahmini güçtür.

Sığ su kireçtaşlarının çökeltme örnekleri karmaşık ve değişkendir. Çökeltme örnekleri başlıca dalgalar, akıntılar, gelgit hareketleri ve hidrodinamik öğelerle denetlenir. Karbonat kayaların oluşumu geniş ölçüde canlıların eylemlerine bağımlı olduğu için canlıların yaşam ve dağılımını etkileyen her türlü koşul (örneğin: derinlik, ısı, tuzluluk) fasiyes örneklerini de etkiler. Sığ su kireçtaşlarının fasiyes örnekleri kısa uzaklıklarda hızlı değişiklikler gösterir. Tortulların mineralojik bileşimi canlılar ile denetleneceğinden, kısa uzaklıklardaki mineralojik değişiklikler, sonradan çökellerin farklı bir şekilde diyajenetik ayrışmasına neden olur. Sığ su kireçtaşlarının gömülmeden sonra yeraltında çimentolanması da ilksel gözenekliliği yok eder. Bu yeraltında çimentolanma basınçla erime sonucu oluşmuştur. Sığ su kireçtaşları diyajenezden aşırı derecede etkilenirler. Lagün veya gelgitarası çamur düzlüklerinde ilksel olarak düşük geçirimlilik gösteren karbonatların sonradan dolomitleşme, eritilip götürülme v.b. gibi nedenlerle geçirimlilikleri artabilir. Öte yandan özgün olarak resif veya oolitif sığ alanlar gibi çok geçirimli bir fasiyeste oluşan karbonat kayalar deniz içinde veya su düzeyi üzerine çıkınca tümüyle çimentolanabilirler ve tüm gözeneklilik ve geçirimliliklerini yitirebilirler. Çimentolanma, eritip götürülme, yeniden kristallenme ve yer değiştirme gibi öğelerin çeşitli ölçülerde birleşmesi ile çeşitli diyajenez örnekleri ortaya çıkabilir. Karbonat kayalarda petrol arayan bir jeologun bunları çok iyi anlaması gerekmektedir.

Derin sularda oluşan kireçtaşları başlıca iki grupta toplanabilirler:

1. Pelajik olanlar veya karbonat türbiditleri şeklinde yeniden işlenmiş olanlar.

2. Sığ su karbonat çökellerinden türeyen, yeniden işlenmiş ve derin su ortamına gelmiş karbonat çökelleri.

Pelajik olan derin su kireçtaşlarının başlıca özellikleri aşağıda belirtilmiştir (Scholle, 1979):

1. Çökeltme fasiyesleri bitevidir, ilksel kimyasal bileşimleri sıg su kireçtaşlarına oranla daha duraylıdır.

2. Sığ su karbonatlarına oranla diyajenez ile değişimleri daha azdır.

3. Gözeneklilik örnekleri tahmini kolaydır.

3. Değişimleri başlıca en fazla gömülme derinliğine bağlıdır.

Pelajik kireçtaşları başlıca nannofosil gurupların (Coccolithophoridae ailesi özellikle baskındır) iskeletlerinden, planktonik ve bentonik foraminiferlerin kavkılarından oluşurlar. Derin su kireçtaşlarının depolanma ortamları genel olarak dalga tabanı (10 m) ve ışık zonu (80 m) altında olduğundan canlı içerikleri ve sedimentolojik bileşimleri bitevidir. Tebeşirlerin bileşimi tümüyle düşük magnezyum kalsittir. Bilindiği gibi düşük magnezyum kalsit kalsiyum karbonatın hemen hemen çeşitli koşullarda en duraylı bir polimorfudur. Böylece tebeşirler, ince tane büyüklüklerine karşın, hem denizel ve hem de karasal koşullarda kimyasal olarak oldukça duraylıdırlar. Öte yandan, sıg sularda çökelen karbonat kayaların çoğunun bileşimleri duraysız olan aragonit ve yüksek magnezyum kalsitten oluştuğundan tatlı sularla ayrışmaya çok yatkındırlar. Tebeşirler su yüzüne çıkıp uzun zaman kara şeklinde kalsa bile tatlı sudan etkilenmezler veya yok denecek kadar az ölçüde ayrışır. Pelajik kireçtaşları ve özellikle tebeşirlerde erken diyajenez olayları ve çimentolanma kayanın kimyasal duraylılığı sonucu gelişemediğinden tebeşirlerdeki diyajenetik değişimlerin çoğu gömülme sırasında olmuştur. Bu nedenle bu kayaların gömülme derinliği çok önemlidir. Önce mekanik sıkışma, sonra da derinde basınçla erime gözenekliliğın kaybolmasını sonuçlayan başlıca mekanizmalardır. Pelajik olan kireçtaşlarında gözeneklilik örnekleri aranmasında birincil gözeneklilik gerçekten tek olasılıklı

gözeneklilik türüdür. Bu tür kayalarda kırılanma ikinci tür gözenekliliği oluşturur. Kırılanma genel olarak gözenekliliği arttırmasa da kayanın geçirimliliğini zenginleştirir. Kuzey Denizi havzasında 3000 m kadar derinlikte petrol üreten tebeşir hazne kayalarındaki ilkse gözenekliliğin korunması anormal ölçüde yüksek gözenek akışkan basınçları ve belki de çimentolanmayı geciktiren petrole uygun olma durumundan kaynaklanmaktadır. Bununla beraber, kırılma genel olarak geçirimliliği büyük ölçüde arttırmıştır. A.B.D.'de Gulf Coast yöresinde Üst Kretase yaşlı ve özellikle Austin Grubu'na ilişkin tebeşirlerden yapılan petrol üretimi bu kayalarda korunmuş olan birincil gözeneklilik ve sonradan kırılanma sonucu oluşan gözeneklilik ile ilgilidir.

Allokton ve yeniden denizaltı yelpazeleri veya bank kenarı çökelleri şeklinde çökelmiş olan sığ su karbonat çökelleri yersel olarak hidrokarbonlar için önemli hazne kayalar oluşturabilirler. Allokton olan bu döküntüler pelajik karbonat çökellerine benzemezler ve bileşimleri aragonit, düşük magnezyum kalsit, yüksek magnezyum kalsit veya her üçünün de karışımı olabilir. Bu nedenle su yüzüne çıkınca veya derinlere gömülünce diyajenez ile değişimlere yatkındırlar. Bununla beraber tektonik levha çarpışmaları hariç tutulursa bu tür kayaların karasal olarak su yüzüne çıkmaları hemen hemen olanaksızdır. Bu kayalarda daha çok yeraltında duraysız bileşenlerin eritilerek götürülmesiyle oluşan kovuk şeklinde gözenekler görülür. Meksika'da Poza Rica sahasında bu şekilde allokton olarak gelişmiş resif yamacı döküntülerinden oluşan Tamabra Kireçtaşı'nda kısmen veya tümüyle gelişmiş olan çimentonun eritilip götürülmesiyle çok bol oranda petrol içeren bir hazne kaya oluşmuştur. Burada dolomitleşme ve tektonik kırılanma da hazne kayanın oluşumunda önemli rol oynamıştır. Allokton karbonat kayalarda hem çökelleme ve hem de diyajenez örnekleri karmaşık olduğundan gözeneklilik örnekleri tahmini pelajik olanlardan daha zordur.

Bilindiği gibi çoğu derin deniz kireçtaşları koyu renkli ve organik madde açısından zengindir. Bu nedenle bu kayalar hem ana hem de hazne kayayı oluşturabilirler. Bazı derin deniz kireçtaşları ise organik maddece zengin siyah şeyiller ile birlikte bulunurlar. Bu siyah şeyiller çok iyi bir ana kaya oluşturabilirler.

Dolomit hazne kayalar ve dolomitleşme

Dolomitler ve dolomitik kireçtaşları öteki kireçtaşlarına oranla çok daha yüksek gözeneklilik ve geçirimliliğe sahiptirler. Bu nedenle dolomitler hacim olarak en önemli karbonat hazne kayaları oluşturlar. Çoğu dolomitler daha önce varolan kireçtaşı birimlerinin değiştirilmesi (replacement) ile oluşmuşlardır. Hazne kayada dolomitleşmenin önemi Davies (1979) tarafından aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Dolomitleşme kayada bir örneklilik yaratır, yatay ve düşey yönde gözeneklilik ve geçirimliliği artırır.

2. Dolomitleşen kaya düşük sinümlülüğü nedeniyle kırıklanma gösterir, böylece geçirimliliği daha da artırır.

3. Gömülmeden sonra ikincil dolomitleşme ile oluşan gözeneklilik ve geçirimlilik hidrokarbonların göçmesinden az evvel veya aynı zamanda olmuştur.

Dolomitleşme birincil ve ikincil dolomitleşme olarak ikiye ayrılabilir. Birincil dolomitleşme daha az görülür ve pekleşmemiş karbonat çökellerinin çökme sırasında değişimi ile olur. Birincil dolomitler ince kristallidir, özgün çökelin dokusu tanınır, gelgit düzlüklerinde oluşurlar ve stratigrafik ve yanal olarak evaporitlerle ilişkilidirler. İkincil dolomitleşme daha çok görülür ve önceden varolan kireçtaşlarının değişimi ile oluşur. Birincil dolomitlere oranla daha kaba kristallidir ve özgün çökelin bileşenlerini değiştiren kristaller nedeniyle doku zor tanınır. İkincil olarak oluşan dolomitler belirli bir ortamda oluşmazlar, kristaller arası gözeneklilik ve geçirimlilikleri birincil dolomitlere göre daha yüksektir ve kalıp gözenekliliği gösterirler.

Başlıca dolomitleşme modelleri aşağıda belirtilmiştir:

1. Buharlaştırma—geri akma (seepage—refluxion)
2. Kılcal konsantrasyon, buharlaşarak pompalanma (evaporative pumping)
3. Tatlı su—çok tuzlu su karışımı

4. Şeyillerin sıkışması ile dışarı atılan özgün su

Burada dolomitleşme modellerinin ayrıntılarına girilmeyecektir. Aslında günümüzde dolomitleşme ve dolomitleşme modelleri tartışmalı bir konudur Buna karşın, tatlı su-çok tuzlu su karışımı modeli (mixed water, Dorag, schizohaline) günümüzde en fazla taraftar toplamış olan dolomitleşme modelidir. Dolomitleşme modelleri bölgesel ve büyük ölçekte başlıca aşağıdaki öğelerle denetlenir (Davies, 1979):

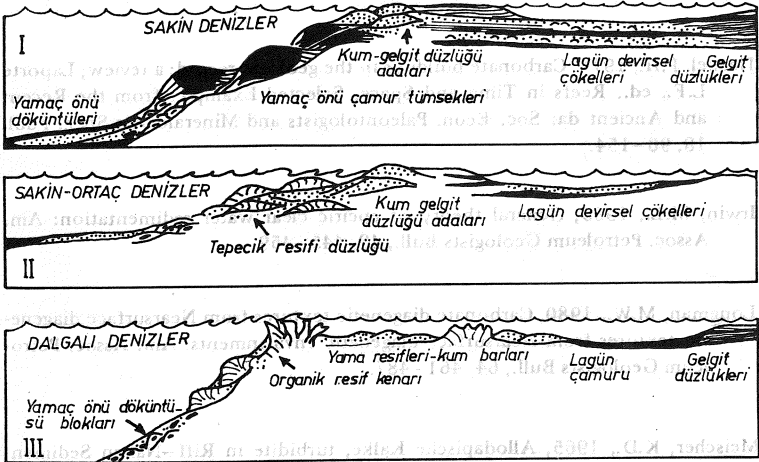
1. Özgün olarak gözenekli kireçtaşı birimlerinin dolomitleşmeye neden olan gözenek akışkanlarının kaynağına göre paleocoğrafik konumu (örneğin: çok tuzlu bir lagün ile şeyillerin çöktüğü bir havza arasında oluşan gözenekli şelf kenarı resifleri, gelgit düzlüğü çökelleri).

2. Uyumsuzluklarla yüzlek verme.

3. Tektonik yükselimler veya deniz düzeyi üzerine yükselen alanlara göre paleocoğrafik dağılım (buraları dolomitleşmeye neden olan tatlı su ile beslenme alanlarıdır).

4. Yeraltısuyu veya özgün suyun hareketini ve evrimini denetleyen östatik ve tektonik değişimlerin zamanlaması.

5. Eski yeraltısuyu pasajları veya tablaları ile olan ilişki.



Şekil 8: Temel karbonat şelf kenarı türleri (Wilson, 1975'den).

DEĞİNİLEN BELGELER

Ahr, W.M., 1973, The Carbonate ramp: An alternative to the shelf model: Trans. Gulf Coast Ass. Geol. Soc., 23, 221-225.

Choquette, P.W., ve Pray, L.C., 1970, Geological nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., 54, 207-250.

Davies, G.R., 1979, Dolomite reservoir rocks: processes, controls, porosity development; Geology of Carbonate Porosity de: Am. Assoc. Petroleum Geologists Continuing Education Course Note Series, 11, C1-C17.

Dunham, R.J., 1969, Vadose pisolite in the Capitan reef (Permian), New Mexico and Texas; Friedman, G.M., ed., Depositional Environments in Carbonate Rocks da: Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Publ. 14, 182-191.

Dunham, R.J., 1970, Stratigraphic reefs versus ecologic reefs: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., 54, 1931-1932.

Heckel, P.H., 1974, Carbonate buildups in the geologic record: a review; Laporte L.F., ed., Reefs in Time and Space, Selected Examples from the Recent and Ancient da: Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Publ. 18, 90-154.

Irwin, M.L., 1965, General theory of epeiric clear water sedimentation: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., 49, 445-459.

Longman, M.W., 1980, Carbonate diagenetic textures from Nearsurface diagenetic textures from Nearsurface diagenetic environments: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., 64, 461-487.

Meischer, K.D., 1965, Allodapische Kalke, turbidite in Riff-Nahen Sedimentations-Becken; Bouma, A.H., ve Brouwer, A., ed., Turbidites de: Elsevier Publ. Co., Amsterdam, 156-191.

Purdy, E.G., 1974, Reef configurations: Cause and effect; Laporte, L.F., ed., Reefs in Time and Space, Selected Examples from the Recent and Ancient
da: Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Publ. 18, 9-76.

Scholle, P.A., 1979, Porosity prediction in shallow versus deep water limestones primary porosity preservation under burial conditions; Geology of Carbonate Porosity de: Am. Assoc. Petroleum Geologists Continuing Education Course Note Series, 11, D1-D12.

Wilson, J.L., 1975, Carbonate Facies in Geologic History: Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 471 s.

Purdy, E.G., 1974, Reef communities: Causes and effect; Laporte, L.F., ed., *Reefs in Time and Space, Selected Examples from the Recent and Ancient*, Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Publ. 18, 9-76.

Scholle, P.A., 1979, Porosity prediction in shallow versus deep water limestone primary porosity preservation under burial conditions; *Geology of Carbonate Reservoirs*, Am. Assoc. Petroleum Geologists Continuing Education Course Note Series, 11, D1-D12.

Wilson, J.L., 1975, *Carbonate Facies in Geologic History*, Springer Verlag, New York, 471 pp.

Dunham, R.J., 1970, Lithology and lithologic classification of carbonate rocks in geologic correlation; *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, 54, 457-461.

Dunham, R.J., 1970, *Reef facies*; *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, 54, 457-461.

Heller, P.H., 1974, Carbonate facies in the geologic record; *Laporte, L.F., ed., Reefs in Time and Space, Selected Examples from the Recent and Ancient*, Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Publ. 18, 90-154.

Irwin, M.L., 1967, *Control theory of open systems*; *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, 51, 445-452.

Langman, W.W., 1980, *Carbonate facies in the geologic record*; *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, 64, 457-461.

Marscher, K.D., 1965, *Allgemeine Karbonatkarbonate in Riff- und Subriffalgebieten*; *Becher, R., ed., Karbonatkarbonate in Riff- und Subriffalgebieten*; *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, 49, 457-461.