

RESİFLER



Resifler, bentik (tutulu yaşayan) deniz ekolojisi için doğal laboratuvarlar olmakla birlikte önemli ölçüde petrol, doğal gaz ve metalik maden yatakları içerdikleri için doğabilimcilerin ilgi odağı olmaktadır.

Hülya Alçiçek
Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
alcicek@eng.ankara.edu.tr

Resif terimi eski Norveç dilinde kaburga (reef) anlamına gelen "rib" sözcüğünden türetilmiştir. Terim ilk olarak Güney denizlerine açılan denizciler tarafından deniz seviyesine kadar uzanan ve gemiler için tehlike oluşturan dar kaya sırtları gibi doğal engeli tanımlamak için kullanılmıştır. Resifler dalga kuşağında veya türbülanslı sularda büyüebilme potansiyeline sahip, çevresindeki ortamı denetleyebilen, sert ve dalgaya dayanıklı karbonat yığışmalarıdır. Resif konusunda ilk çalışmalar bir doğa bilimcisi olan Chamiso'ya aittir. Chamiso, Hint Okyanusu ve Güney denizlerine açılarak (1814-1819) buradaki mercan resiflerini gözlemlemiştir. Darwin 1842 yılında "Mercan Resifleri" adlı yapıtı ile resiflerin oluşumu, sınıflaması, evrimi ve kökeni üzerinde ayrıntılı çalışmalar yapmıştır⁽⁵⁾. Eski ve güncel resiflerle ilgili ilk jeolojik çalışmalar ise Cummings (1932), Dunham (1970), Heckel (1974) ve Wilson (1975) tarafından yapılmıştır⁽¹⁾.

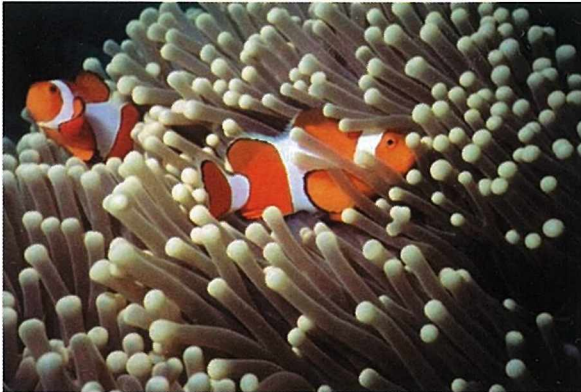
Resifler konusunda günümüze kadar çok fazla sayıda çalışma yapılmıştır. Bazı araştırmacılar resifleri içerdikleri organizmalara göre tanımlarken, bazı araştırmacılar ise resifin biçimi, bileşimi ve dalgaya dayanıklı olma özelliğini esas alarak resifleri biyostrom, biyoherm, stratigrafik resif, ekolojik resif, bank, karbonat yığışımı veya çamur tümsekleri gibi terimlerle sınırlandırmışlardır.

Güncel Resifler ve Resif Ortamları

Güncel resifler genellikle sığ denizlerde oluşurlar. Bu oluşumların en dikkat çekici olanları platform kenarları boyunca yer alan çizgisel resiflerdir. Bu resifler çoğunluk-

la set resifi olarak adlandırılırlar. Günümüzdeki en büyük set resifi Queensland (Avustralya) kıta şelfinde yer alan Büyük Bariyer Resifi'dir. Bu resif kuşağının uzunluğu 1900 m, genişliği ise 13 ile 320 km arasındadır. Şelf alanlarının dar olduğu yerlerde resif gelişiminin kıyıya doğru ilerlemesi ve giderek kıyıya yaklaşması ile saçak resifleri oluşur. Bu resiflerin günümüzdeki en güzel örneği yaklaşık 4000 m uzunluğa sahip Kızıldeniz kıyıları boyunca görülen saçak resifleridir.

Açık okyanusların sığ sularında çember veya atınlı şeklinde gelişmiş olan resiflere atol denir. Atollerin iç kısımlarında lagün bulunur. Bu resif tipi için en güzel örnekler Tuanake Atolü (Fransız Polinezyası) ve Alacron Resifi'nde bulunan atollerdir (Atlantik Okyanusu). Fırtına dalgaları ve açık okyanus kabarmalarının set resifleri tarafından engellenmeleri nedeni ile set resifleri ile kara arasında oluşan küçük, izole olmuş resif kütleleri genellikle yama, kule veya masa resifleri olarak adlandırılır. Bu tür resifler bazı şelf kenarları boyunca veya orta şelfte saçılmış olarak bulunurlar⁽¹⁾.



Büyük Anemone'ler (Heteractis magnifica) içerisinde Palyaçobalkıkları (Amphiprion ocellaris), Malezya.
Fotoğraf :Steve Turek.

Resif Süreçleri

Resif tiplerinin özellikleri genellikle dört temel süreç tarafından denetlenir. Bu süreçler; yapıcı ve yıkıcı süreçler, sedimentasyon ve çimentolanmadır⁽²⁾.

Yapıcı süreçler, çeşitli resifal organizmalar tarafından üretilen karbonat üretim tarzı ve oranını temsil eder. Birincil çatı yapıcılar kolonileşmiş mercanlar, stromatopoidler, kalkerli algler ve özellikle kırmızı algler gibi organizmalardır. Bu organizmalar resif çatı dokusunu oluşturan rijid bileşenlerdir. Çatı dokusu kabuk bağlayıcı gibi ikincil çatı oluşturucular tarafından sıkılaştırılır. Resiflerde Orta Triyas'tan günümüze kadar örneğin krustos mercanimsi algleri, tüm jeolojik zaman boyunca ise, serpüldiler, vermetid gastropodlar, bryozolar ve kabuk bağlayıcı foraminiferler resif yapımında rol oynamışlardır. Bu organizmalar çoğunlukla resiflerdeki boşluklarda bulunurlar. Dolaylı yoldan yapıcı rol üstlenen başka organizmalar da vardır. Örneğin günümüzde iskelet banklarında yaşayan kalkerli deniz bitkileri (epibiontlar) kabaca sediman ayrışımına da katkıda bulunurlar.



Kaplanbalığı (Pterois volitans), Fiji,
Fotoğraf :Steve Turek.

Yıkıcı süreçlerin oranı yapıcı süreçlere göre daha azdır. Ancak bu süreçler resif gelişiminde önemli bir yere sahiptirler. Yıkıcı süreçler sadece fiziksel yıkılma (rüzgar, dalga ve gelgit hareketleri) değil aynı zamanda biyolojik yıkılma veya biyerozyonu da kapsarlar. Büyük rüzgarlar çok sık olmamasına rağmen resifin ekolojisi ve sedimentolojisi üzerinde önemli etki yaparlar. Biyolojik erozyonun bir kaç çeşidi vardır. Kayaç içerisinde

yaşayan mikrodolici organizmalar birkaç cm kalınlığa ulaşan çok yönlü boşluklar meydana getirirler. Bu organizmalar bivalv, cyanobakteriler, mantarlar, süngerler, barnacle'lar ve ekinidlerdir. Clinoid süngerler en aktif organizmalardır ve bazı güncel resiflerdeki biyoerozyonun % 90'ından sorumludurlar. Gastropod ve ekinid gibi bazı organizmalar resifin yüzeyinde otlayarak ve resifi oyararak yaşarlar. Papağanbalığı ve palyaçobalığı gibi diğer organizmalar ise canlı mercanları yerler. Yuva yapan organizmalar iskeletsel istifışı ve vaketaşı üretirek daha zayıf düşük enerjili resif yapılarını bozarlar.



Sert resif yüzeyini saran mor sünger (Nara nematifera), Malezya, Fotoğraf : Jeff Dawson.

Sedimentasyon resifin büyümesini sağlayan süreçlerden biridir. Resif içerisinde gelişen büyük boşluk sistemlerini doldurmak için çok az miktarda sediman gereklidir. Ancak aşırı sedimentasyon resifin gömülmesine neden olabilir. Sedimanın kaynağı, resif içerisinde bulunan bentik iskeletler gibi çatıdokusu organizmaların fiziksel ve biyolojik yıkım ürünleridir. Güncel resifler Halimeda, mercanimsi alg, mollusk, ekinid ve foraminifer içerirler. Dalga ve gelgit hareketleri resif içerisindeki aktif sediman taşınımı en küçük delik ve boşluklara ince sedimanın yayılmasını sağlar. Bu nedenle bu sedimanlar resifal kireçtaşı özelliği taşırlar.

Çimentolanma aktif su dolaşımının olduğu

resifal karbonatlarda gerçekleşen yaygın bir süreçtir⁽²⁾. Resif çimento tiplerinden biri olan peloidal çimento, resiflerde bol olarak bulunur. Bunlar eski resif çatıdokuları ve resif tümseklerinin ana kısmını oluştururlar. Bu tür çimentolar çoğunlukla mikrobiyolojik aktivite ve stromatolitik yapılarla birlikte bulunurlar. Daha az görülen resifal çimentolar ise lifsi karbonat botryoidleri içerirler. Resifal çimentolar bazı Geç Paleozoyik ve Triyas "cementstone resifleri" nin % 80'lik hacmini oluştururlar. Algler ise bu formların oluşumuna katkıda bulunurlar.

Yukarıda değinilen süreçlerin tümü genellikle büyük ölçekte karmaşık resifal fabriklerin oluşmasını sağlar ve çok farklı organizma-sediman mozayikleri meydana getirirler⁽²⁾.



Kırmızı ve beyaz renkli denizyıldızı (Froma monilis), Malezya, Fotoğraf : Jeff Dawson.

Resif Gelişimini Kontrol Eden Faktörler

Güncel mercanlar normal tuzlulukta (% 34-37) sıcaklığın 25-29°C ve su derinliğinin 100 metreden az olduğu sularda gelişirler. Ancak bazı güncel ve birçok eski resif tümseği yığılımları çeşitli sebeplerden dolayı daha soğuk ve daha derin sularda da yaşayabilirler. Su derinliği, fototropoların yayılımını kontrol eden ana etkidir. Fotosentetik simbiyosizme kısmen bağlı olarak yaşayan kalkerli algler veya organizmalar, bu duruma örnek olarak verilebilir. Bu durum Paleozoyik yaşlı rugose ve tab-

lamsı mercanların ışığa, bazı stromatoropoid ve ya çoğu rudist bivalvlerine bağlı olarak yaşama- larına benzer. Simbiyotik ilişkiler resifin hızlı bir şekilde büyümesine imkan verir ve bu nedenle çok yüksek oranda karbonat üretimi gerçekleşir. Uygun sığ su ve iklimsel koşullar altında bazı mercanların kısa süreli büyüme oranı 100 m ky⁻¹ dir. Karayiplerde ortalama büyüme oranı 9-15 m ky⁻¹, Büyük Set Resifinde ise 7-8 m ky⁻¹ olarak kaydedilmiştir.

Resifler dalga enerjisi, ışık yoğunluğu, yüzeyleme derecesi ve sedimantasyon oranındaki değişimler tarafından kontrol edilen baskın biyolojik ve sedimantolojik zonlanma gösterirler. Güçlü, çoğunlukla yarıküresel veya kalın dendroid morfolojili güncel mercanlar yüksek enerjili ortamlarda; zayıf, dallı mercanlar öncelikli olarak düşük enerjili ortamlarda oluşurlar. Tablamsı mercanlar geniş yüzeye ve düşük ışık yoğunluğuna sahip derin sularda gelişirler. Bazı güncel dallı mercan türleri dışında (*Acropora palmata*), sadece mercanımsı algler gibi kabuklu formlar yüksek dalga zonunda durabilirler. Eski resifler özellikle küçük resif tümsekleri veya yama resifleri en altta biyoklastik birikme ile başlayan, yukarı doğru çatı yapıcı kolonileşmeleri ile devam eden ve az çeşitlilikte kabuklu organizmalarla son bulan uygun bir düşey organik topluluk dizisi gösterirler⁽²⁾.



Turuncu renkli kupa mercanları (*Tubastraea coccinea*), Malezya. Fotoğraf :Willis Greiner.

Resif Fasiyeleri ve Ortamları

Resiflerin kökenini, yayılımını, konumunu ve gelişimini ortaya koymaya yönelik çalışmalarda resifal karbonat kütlelerinin morfolojisi, boyutları, tipi ve içerdiği organizmaların doğası ile sedimanter yapısı belirleyici rol oynamaktadır⁽²⁾. Güncel resiflerde genel özellikler kolayca tanımlanabilmektedir. Ancak jeolojik kayıtlardaki fosil resiflerin tanımlanması, yüzeyleyen karbonat istiflerinin doğası ve yayılımın veya sondajlardan elde edilen bulguların sınırlı olması nedeni ile oldukça zordur. Resif yapıcı organizmaların jeolojik geçmişte evrime uğraması, farklı dönemlerde değişik özellikler gösteren resiflerin gelişmiş olmasından dolayı resif fasiyelerinin saptanması ve bu fasiyelerin yer ve zamanda düşey ve yanal fasiyes toplulukları, eski resiflerin tanımlanması ve yorumlanmasında oldukça önemlidir. Bir resifte resif karmaşığı, resif doruğu, resif önü yamacı, resif düzlüğü, resif gerisi lagünleri ve resif tümseği (ve çamur tümseği) olmak üzere yedi fasiyes tipi vardır.

Resif karmaşığı özellikle şelf kenarları gibi büyük resif alanlarıdır. Bu nedenle bu alanlar devamlı ve kesikli olarak yüzlerce hafta binlerce kilometre yayılabilirler. Avustralya Büyük Set Resifi ve Florida Şelf kenarı resif karmaşığına verilebilecek güncel örneklerdendir.

Resif doruğu, resifin aktif ana üretim bölgesidir ve resifin en üst noktasıdır. Bu bölge çatı üretiminin bittiği noktadır. Resif doruğu sürekli dalga hareketine maruz kalır ve periyodik olarak yüzeyleyebilir. Kırılma, aşınma, biyerozyon ve çimentolanma en yüksek düzeydedir. Birçok resifin doruk bölgesindeki eski ve güncel organizmalar az çeşitlilik gösterirler. Bu organizmalar kabuk bağlayıcı ve dalgaya dayanıklıdır. Burada bağlamtaşı ve bazı çatıtaşları egemendir. Güncel resiflerdeki çok düşük enerjili ortamlarda *Acropora palmata* yaygındır.

Resif önü yamacı, resif önünden havza tabanına kadar devam eder ve resif içi çökme, gra-

vite akmaları, rüzgar vb. etkenler tarafından üretilen sedimanlarla beslenir.



Mavi ağızlı ve gri kabuklu çok iri midye (*Tridacna maxima*), Büyük Set Resifli, Australia, Fotoğraf :Chuck Savall.

Resif doruğunun arkasında yer alan resif düzlüğü, iri iskelet çakıllarından ve kumlardan oluşan iki bölgeye ayrılır. Resif doruğunun hemen arkasında yer alan çakıllı bölge dar, genişliği birkaç metreden yüzlerce metreye kadar olan su derinliğinin birkaç metre olduğu alanlardır. Bu bölge çoğunlukla çok düşük gel akıntıları (low tides) boyunca yüzeyler. Güncel resiflerde bu bölge kalkerli alg ve küçük mercanlar tarafından örtülmekte olup, biyerozyon görülebilir. Organizmaların çeşitliliği düşük düzeydedir, bu bölgedeki kayaç-



Denizahı (*Hippocampus erectus*), Bonair Marine Park, Netherlands Antilles, Fotoğraf :Bill Miller.

lar bağlamtaşı, çomaktaşı ve boşluklu çatıtaşı fabrik sunarlar. Kumlu bölge, çakıllı bölgenin arkasında uzanır ve platformun içinden 10 m derinliğe kadar devam eder. Dar bir bölge olmakla birlikte Florida resif bölgesinde olduğu gibi çok geniş bir bölge de olabilir. Bu bölgede depolanan sedimanlar büyük ölçüde iskeletsel tanetaşı ve çomaktaşından oluşur.

Resif gerisi lagünlerinin derinliği değişkenlik gösterir ve bu bölge resifin yüksek enerjili açık deniz koşullarından korunmuş karaya bakan kısmıdır. Buradaki sedimanlar sıg denizel organizmalı biyoklastik istiftaşı, vaketaşı ve yarı düzenli tanetaşı içerirler. Güncel lagünlerde Halimeda ve Penicillus gibi kalkerli algler ve deniz bitkileri üretilen sedimanın doğasını büyük ölçüde etkiler. Bütün lagünel sediman tipleri özellikle delikli ve mikritleşmiştir.



Beyaz salyangoz içerisinde kırmızı ve beyaz renkli yalnızciyengeç (*Dardanus venosus*), Cumber Mağaraları, kuzey kıyısı, Little Cayman Adası, Fotoğraf :Mary Lou Frost.

Resif tümseği ve çamur tümsekleri jeolojik kayıtlarda şimdiye kadar en sık bulunan resifal yapılardır. Bunlar özellikle matriks bakımından zengin, zayıf çatılı, merceksi (biyohermal) veya tablamsı (biyostromal) yapılardır. Büyük oranda biyoklastik yığışimlardan karbonat çamuruna kadar çok geniş çeşitlilikte resif tümsekleri vardır. Resif tümsekleri bazı gün-



Tuamake Atolü, Fransız Polinezyası. Fotoğraf: Serge Andrefouet, University of South Florida (www.nasa.gov).

cel ortamlarda da oluşabilir. Bunlar Florida Şelfi'ndeki çok sığ su iskeletsel çamur banklarından Büyük Set Resifi'nin biraz daha derin (30 m) Hali-meda bankları ve Kalukalukung platformu'na kadar geniş çeşitlilik gösterir.

Eski Resiflerin Ekonomik Önemi

Eski resifler uygun bir şekilde korunduklarında iyi bir hidrokarbon rezervuarı oluşturmakla birlikte

metalik cevher minerallerinin oluşumu için de uygun ortamlardır. Bu nedenle eski resifler önemli bir ekonomik değere sahiptirler⁽³⁾.

Resif eğer deniz tabanında belirli bir engebe üzerinde gelişmişse resif çevresindeki çökeller sıkışır ve bunun sonucunda tanelerarası gözenek suyu kaçar. Evaporit ve şeyt gibi çökeller petrolün düşey göçünü engelleyen örtü kayaçlar olarak önemli bir rol üstlenirler. Batı Teksas ve Yeni Meksika'da Permiyen havzasındaki evaporitler ve Batı Kanada'da Devon resiflerinde ise evaporitler ve şeyller, resiflerdeki petrol için iyi bir örtü kayacıdır. Chevalier (1977), Güneybatı İran'daki zengin petrol yatakları içeren Asmari kireçtaşının alt kısmının alg, foraminifer ve mercanlardan oluşan Oligo-Miyosen yaşlı resif karmaşıkları olduğunu belirtmiştir. Kanada'nın Alberta bölgesindeki Üst Devoniyen (Frasnian) yaşlı Leduc resifal karbonatları 4.5 milyar varil petrol ve yaklaşık 6 trilyon m³ doğalgaz içerir.







Çatı Yapısı	Resif tümsekleri		Çamur tümsekleri
Mercanlar Stromatoporoidler Kırmızı algler Stromatolitler Kalsimikroplar	Bryozoalar Phylloid algler Süngerler	Codiacean algler Deniz bitkileri Deniz laleleri	Mikrobiyal hasırlar Kalsimikroplar
Krustos mercanimsı algler			

Resif tipleri ve çeşitli resif organizmalarının rolleri⁽⁴⁾.



Saçak resifine örnek oluşturan Mayotte resifleri, Madagaskar ve Afrika arasında bulunan Mozambik kanalında yer alır (www.nasa.gov).

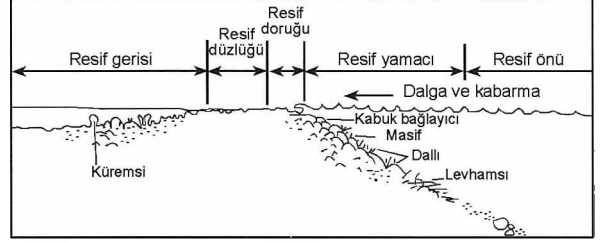
Libya'da 1968 yılında İntizar sahasında bulunan petrol yaklaşık 245 m derinlikteki Paleosen yaşlı resifal kireçtaşlarından elde edilmektedir. Bu resifal kireçtaşları bugüne kadar bulunan en zengin petrol yataklarıdır⁽⁵⁾.

Büyüme Biçimi	Ölçüm		
	Dalga enerjisi	Sedimentasyon	
	Narin dalı	Düşük	Yüksek
	İnce, narin, levhamsı	Düşük	Düşük
	Küresel, ampul biçim, sütunsal	Orta	Yüksek
	Dayanıklı, ayaç gibi dallanan	Orta yüksek	Orta
	Yarı küresel, kubbemsi, dezensiz, masal	Orta yüksek	Düşük
	Kabuk sarıcı	Yoğun	Düşük
	Tablamsı	Orta	Düşük

James'e (1984) göre iri iskeletli metazoaların ve metaphyte'lerin büyüme biçimleri ve dalga enerjisi ve sedimentasyonla ilişkileri⁽⁶⁾.

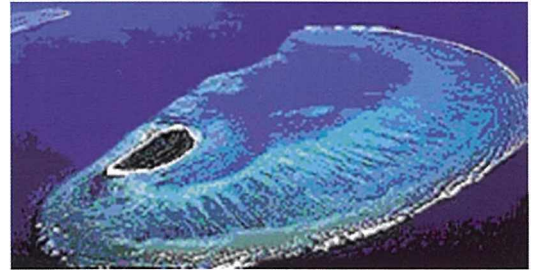
Resifler büyük miktarda petrol ve gaz bulundurmalarının yanı sıra aynı zamanda fiziko-kimyasal süreçlere bağlı olarak gelişen ekonomik öneme sahip yatakların oluşumunu da sağlarlar. Bu yataklar özellikle sülfür cevher çökelleri, nikel, asfaltit, vanadyum, barit, dolomit ve kalsit içerir. Bu çökeller özellikle tektonik olarak duraylı bölgelerde oluşurlar⁽³⁾.

Petrol ve doğalgazda olduğu gibi resif karmaşığında minerallerin dağılımı zaman ve yer olarak değişir. Avustralya'da Canning havzasının Devoniyen yaşlı resiflerdeki resif önü fasiyeslerinde maden yatakları mevcuttur. Maden içeren eski mercan resiflerine en güzel örnek Kanada'nın kuzeybatısında bulunan Great Slave gölünün güney kıyısındaki set resif karmaşığıdır.



James'e (1984) göre farklı morfolojiye sahip resif yapıları⁽⁴⁾.

Bu set resifinin kuzey kenarında ekonomik öneme sahip kurşun ve çinko yatakları resif karmaşığının resif gerisi ve organik resif fasiyeslerinde bulunmaktadır⁽⁵⁾.



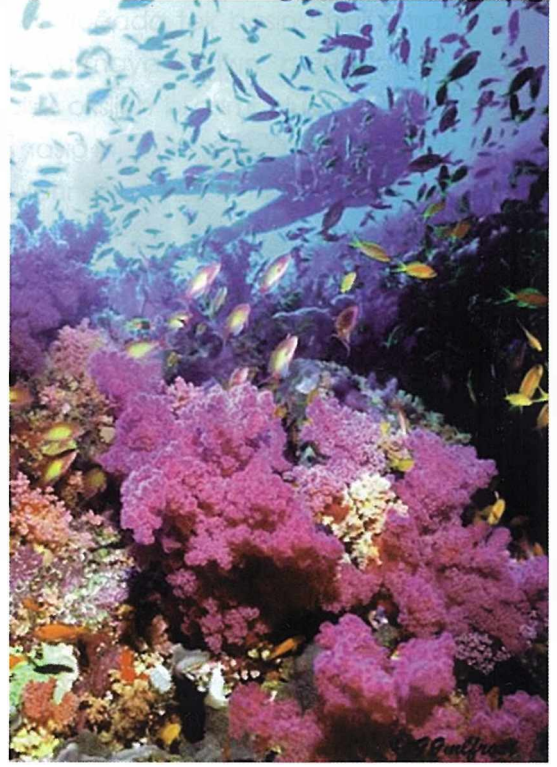
Heron Adası, Büyük Set Resfi, güney Avustralya (www.coral-reef.org).



Siyah ve beyaz renkli deniz lalesi-crinoid (Comanthera bireus), Fiji. Fotoğraf :Chuck Savall.



Deniz sorguları ve kabuk bağlayıcı organizmalar arasında iri Kaplanbalığı (*Mycteroperca tigris*), Little Cayman Adası. Fotoğraf :Mary Lou Frost.



Pembe renkli yumuşak mercanlar, Kızıldeniz. The Brothers Islands, Mısır. Fotoğraf :Mary Lou Frost.

Kaynaklar

- (1) Boggs, S., Jr., 1995. Principles of Sedimentology and Stratigraphy, Second Edition. Prentice Hall, London, 774 s.
- (2) Reading, H.G. (Ed.), 1996. Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy. Blackwell Scientific Publications, UK, 688 s.
- (3) Selley, R.C., 1980. Ancient Sedimentary Environments and their sub-surface diagnosis. Chapman and Hall, London, 287 s.
- (4) Tucker, M.E. and Wright, V.P., 1990. Carbonate Sedimentology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 496 s.
- (5) Tuzcu, S. ve Karabıykoğlu, M., 1991. Resifler: Genel karakterleri, fasiyesleri, evrimi ve ekonomik önemi. Jeolojı Mühendisliği, 38, 5-38.
- (6) <http://www.nasa.gov>.
- (7) <http://www.coralreef.org>