

ISSN 1016-9172

Mayıs 1991  
Miyas  
Sayı 38

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

Türkiye Jeoloji Mühendisleri Odası yayın organı  
The Journal of The Chamber of Geological Engineers of Turkey



# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI  
Chamber of Geological Engineers of Turkey

**Yönetim Kurulu** (Executive Board)

**Behiç ÇONGAR**  
Başkan (President)

**Hikmet TÜMER**  
İkinci Başkan (Vice President)

**Yılmaz SOYSAL**  
Yazman (Secretary General)

**İsmail YİĞİTEL**  
Sayman (Treasurer)

**Ethem ATASOY**  
Mesleki Uygulamalar ve Yayın Üyesi  
(Secretary of Professional Activities and Publications)

**Mesude AYDAN**  
Sosyal İlişkiler Üyesi (Secretary of Social Affairs)

**Hayrettin KADIOĞLU**  
Üye (Member)

Editörler (Editors)  
**Dr.Tuncay ERCAN - Dr. Bülent KİPER - Dr.Sefer ÖRÇEN**

Teknik Yönetmen (Technical Editor)  
**Kemal TÜRELİ**

Bu sayıdaki yazıların incelenmesinde Prof. Dr. **Aziz ERTUNÇ**, Doç. Dr.  
**Baki VAROL**, **Mehmet Yüksel BARKUT**  
ve **Ahmet TÜRKECAN**'ın da katkıları olmuştur.

# JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

tmmob jeoloji mühendisleri odası yayın organı



Sayı : 38

Mayıs : 1991

**SAHİBİ ve YAYIM SORUMLUSU**  
Behiç ÇONGAR

**YÖNETİM YERİ**

Bayındır Sokak No: 7/1 Kat 1 (06424)  
Kızılay - ANKARA  
Tel: 132 30 85 - 134 08 22

**YAZIŞMA ADRESİ**

P.K. 507 - 06424 Kızılay - ANKARA

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası yayınıdır. Yılda iki kez yayınlanır. Dergi Oda'nın amaç, ilke ve yayım koşullarına uygun bilimsel ve teknik yazılara ağıttır. Yayınlanan yazılardaki fikir ve teknik sorumluluk yazarlarına ait olup, Jeoloji Mühendisleri Odası ve Dergi sorumlu değildir.

## REKLAM FİYATLARI

Arka Dış Kapak (Renkli)	1.500.000 TL.
Arka Dış Kapak (S/B)	1.200.000 TL.
Arka İç Kapak (Renkli)	1.300.000 TL.
Arka İç Kapak (S/B)	1.000.000 TL.
İç Sayfa (S/B)	600.000 TL.
1/2 Sayfa (S/B)	300.000 TL.
1/4 Sayfa (S/B)	200.000 TL.
Özel Renk	75.000 TL.
Renk Sütümü	90.000 TL.

Tescilli bürolara ve sürekli reklam yayımlanması isteminde % 10 indirim yapılır.

## İÇİNDEKİLER

OKURLARIMIZA.....	3
<i>Resifler, Genel Karakterleri, Fasiyesleri, Evrimi ve Ekonomik önemi</i>	
Reefs, General Characteristics, Facies, Evolution and Economic Importance	
SEVİM TUZCU - MUSTAFA KARABIYIKOĞLU.....	5-38
<i>İgnimbrit, Oluşumu ve Özellikleri</i>	
Ignimbrite, Occurrence and Properties	
ALİ İHSAN GEVREK - NİZAMETTİN KAZANCI....	39-42
<i>Gerede - Ankara ve Ankara Çevre Otoyoluna Genel ve Jeoteknik Açından Bakış</i>	
General and Geotechnical Aspects of the Gerede-Ankara and Ankara Peripheral Motorway	
İLYAS YILMAZER.....	43-50
<i>Cumhuriyet Döneminde Madencilüğimizin Gelişimi ve Türkiye Madencilik politikası</i>	
AHMET KARTALKANAT.....	51-67
<i>Alaköprü - Iısu Kuvvet Tünelindeki (GB Karaman) En uygun İksanın RSR Yöntemiyle Seçimi</i>	
Selecting the Appropriate Ground Support for the Alaköprü - Iısu Power Tunnel with the RSR Method (SW Karaman)	
AYDIN ÖZSAN.....	68-74
<i>Levha Tektoniği ve Ada Yayları</i>	
ALİ DİNÇEL.....	75-103
<i>1990 Yılında düzenlenen Jeoloji Mühendisliğine İlişkin Simpozyum ve Kongreler</i>	
TUNCAY ERCAN.....	104-108

KAPAK RESMİ: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından Şubat 1991'de düzenlenen 44. Türkiye Jeoloji Kulltayı etkinliklerinden, I. Ulusal Fotoğraf yarışması'nda JMO özendirme ödülünü almıştır.

Çeken: Fatih GÜRSEL



## 30 YENİ ÜNİVERSİTE DAHA

Çağımızda az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde planlama kavramının önemli bir yeri vardır. Ekonomik kaynakları sınırlı olan bu ülkeler, olanaklarını en rasyonel ve verimli biçimde kullanabilmek üzere, kısa ya da uzun dönemli amaçlar doğrultusunda yönlendirmek zorundadırlar. Planlama, belirli amaç ve hedeflere ulaşabilmek üzere uygun bir örgütlenmeyle yürütülen etkinliklerin tümü olarak nitelenebilir. Planlamanın özü bu iken bir anda televizyon haberlerinde ülkenin Başbakanı 30 yeni üniversite kuracaklarını yeni yer ve adları ile kamu oyuna duyuruyor.

1933'de Darülfünun'un üniversiteye dönüştürülmesinden bu yana, artan bir ivmeyle, yeni üniversiteler açma hevesine kapıldık. Öyle ki; 1950'lerden sonra izlenen günübirlik politikaların ürettiği "Her il'e bir üniversite" sloganı ile üniversite kavramının içini iyice boşalttığımızın, böylece aydınlanma çabaları ile birlikte gelişmeye başlayan akademik saygınlığı yitirmekte olduğumuzun ayırına varamadık. Politik yatırım amacıyla kurulan ve kurulması çalışmaları yapılan bu yeni üniversitelerden, metropoliten kentlerin içinde ya da yakınında yer alanlar görece bir hızla büyüyüp gelişirken, merkezlerden uzak yörelerin üniversiteleri geçen bunca zamana karşın anlamlı bir kimliğe kavuşamadılar. Hele YÖK uygulamasından sonra, bütün alanlardaki niteliksel gerilemeye ayak uydurup, bir yüksek okullaşma erozyonuna kapıldılar. Ama YÖK düzeninin keyfini yaşayanlar, duruma akılcı çözümler aramak yerine, bugün gene her il'e bir üniversite sloganına sahip çıkıp taşrada yeni üniversiteler açma heveslerini sürdürüyorlar. Oysa ki; üniversite bir kalkınma gelişme aracı değil çağdaşlık ve gelişmişlik ölçütüdür. Ama politikacılar üniversite tanımına böyle bakmıyorlar. Politikacıların dediği şu; yöre halkı üniversite istiyor. Çünkü çocukların gurbete gitmeyeceklerini, yuvadan kopmayacaklarını, erkeklerin askerlikte yedeksubay olacaklarını, kolay iş bulacaklarını, doğdukları yere yarar sağlayacaklarını umuyor, diyorlar. O halde her yere üniversite kuralım. Ayrıca, kentlerde politik kadroları paylaşan eşraf da üniversite istiyor. Çünkü, kampüs çevresinde arazi rantı oluşmasını, taşra pazarının hareket kazanmasını, yöreye altyapı hizmetlerinin yönelmesini bekliyor. Bu yoldan büyük kenlere göçün önlenmesini sananlar var.

Oysa ki; metropoliten üniversiteler için bir yöre kavramının tanımlanması çok zor, hatta olanaksız, belki de gereksizdir. Çünkü büyük kentlerde yöre, ülke bütününden hemen hiçbir niteliği ile soyutlanamaz. Büyük kent üniversitesi yöresine ne verip ondan ne alıyorsa, bu alışveriş en kısa sürede ülke bütününde genelleşmekte hatta iletişim gücüne bağlı olarak, evrensel arenada yer alabilmektedir. Çünkü bir büyük kent üniversitesinin ülke bütününi oluşturan öğelerle karşılıklı etkileşimleri, endüstri gibi, siyaset gibi, sanat gibi, teknik, sosyal ve kültürel parametrelerinin süzgeçlerinden geçmek zorundadır. Bu bağlamda büyük kent üniversitesi araştırma-egitim, öğretim-egitim, eğitimin uygulama gibi ikilemleri ve giderek demokratikleşme, gelişme, çağdaşlaşma, özerklik gibi değerleri görece bir kolaylıkla özümseyebilmekte, üniversite kimliğini geliştirme yolunda şans sahibi olabilmektedir.

Taşra üniversitelerinin dışarıya açılmalarında isteseler de istemeseler de ilk uğrakları kendi yakın çevreleri olacaktır. Ne varki taşradaki üniversite yöresiyle bütünleşmeye niyetlenmediği gibi, niyetlense de başarı elde edemeyecektir. Çünkü kuruluşunda ona yamayan değer ölçülerinde yöreden herhangi bir iz bulunmamaktadır. Böyle olunca yöre halkı kendini aşarak üniversiteye giren kültürel etkileri ve çağdaşlaşma çabalarını kuşkuyla ve tepkiyle karşılamaktadır. Aslında çoğu zaman bu etki ve çabalar taşradaki üniversite kampüsü ya da "ada"sı içinde de eğreti durmakta, bu yüzden bazen de çarpık ve gülünç örnekler sergilenmektedir.

Sonuç olarak; gelişmemiş yörelerde bütün kurumları ve işlevleriyle açılan üniversiteler, yakın ve uzak çevreleriyle ilişitimi bağlarını kuramayınca kendileri de gelişmemişlik çizgisinde takılıp kalmaktadırlar.

Metropoliten alanlar dışında üniversite adıyla kurulmuş bulunan eğitim kurumlarının çoğu birer yüksek okul niteliğindedir. Bunlara yenilerinin eklenmesi akıl dışıdır.

Gelişmekte olan yörelerde, gelişmekte olan üniversitelerin sayısı arttıkça üniversite kavramının içi boşalmaya devam edecektir.

Önerimiz, mevcut büyük kent üniversitelerinin eğer henüz yitirmemişlerse üniversite niteliklerini korumak ve taşradaki üniversiteleri, bir işbölümü çerçevesinde bunların uzantısı olarak yeniden örgütlemektir. Yani ülkemizdeki üniversite sayısını arttırmak değil, azaltmak gerekmektedir.

Yeni kurulması düşünülen 30 üniversiteye yukarıda saymaya çalıştığımız nedenlerle başta üniversite yöneticileri olmak üzere DPT, Meslek Odaları ve ilgili diğer kuruluşlar tüm güçleri ve sesleri ile karşı çıkmalıdır. Bu karşı çıkma sorumluluk ve yurtseverlik görevidir.

Saygılarımızla,

YÖNETİM KURULU

**Not:**Bu yazı hazırlandığı zaman, hükümet tarafından açılması planlanan yeni üniversite sayısı 30 idi. Daha sonra, TBMM Milli Eğitim Komisyonunda bu sayı 43'e çıkarılmıştır.



## RESİFLER: GENEL KARAKTERLERİ, FASİYESLERİ, EVRİMİ VE EKONOMİK ÖNEMİ

Reefs: General characteristics, facies, evolution and economic importance

Sevim TUZCU MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdleri Dairesi, ANKARA  
Mustafa KARABIYIKOĞLU MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdleri Dairesi, ANKARA

**ÖZ:** Resifler, karbonat çökelme sistemleri içerisinde, deniz düzeyi oynamaları, paleontoloji, paleoekoloji ve petrol araştırmalarındaki önemleri nedeni ile uzun yıllar boyunca ayrıntılı olarak incelenmişlerdir. Günümüzde resifler ve resifal karbonatlar konusunda yayınlanmış geniş bir bilgi birikimi bulunmaktadır. Bu derleme niteliğindeki yayın, resif konusundaki çalışmalara katkıda bulunmak amacıyla hazırlanmıştır.

Resif, katı ve dalgaya dayanıklı organik bir yapıdır. Bu yapı, çatı oluşturucu iri iskeletli metazoalar (mercanlar, mercanimsi algler) ile kabuk bağlayıcı foraminiferler, çeşitli kalkerli algler, bryozoalar, mollusklar, süngerler gibi diğer çatı bağlayıcı ve çökel üretici işlevleri gören organizmalardan oluşur.

Resifler, pasif kıta kenarlarındaki şelflerin veya karbonat platformlarının bol ışıklı, oksijen ve besleyicilerle zengin ılık sığ sularında gelişir. Bir resif büyümesi ve gelişimi resifi oluşturan organizmaların doğası, deniz tabanının topografyası, deniz düzeyi oynamaları, dalga enerjisi gibi bir dizi fiziksel ve biyolojik faktörler tarafından denetlenir. Resifler, biçimleri ve boyutları farklı olmakla beraber asimetrik bir profil gösteren morfo-ekolojik kuşaklar ve fasiyesler ile karakterize edilen topoğrafik bir yapı oluştururlar.

Resifler, jeolojik geçmiş boyunca evrim geçirerek Prekambriyen ve Erken Paleozoyik'in stromatolitli yığılımlarından, Mesozoyik'teki Tubiphyt'li mercanlı ve rudistli resiflere, Tersiyer ve günümüzde ise scleractinian mercanlar ve mercanimsi alglerin oluşturduğu organik çatı dokulu resifler konumuna gelmişlerdir.

**ABSTRACT:** Reefs have long been subject of considerable interest for their importance in carbonate depositional systems, sea-level changes, paleontology and hydrocarbon exploration. At present there exist a large amount of information on reefs and reefoid carbonate bodies in the related literature. The aim of this paper is to provide an introductory review on reefs to contribute towards reef studies.

Reef is a rigid, wave resistant organic structure, mainly built by large, frame building skeletal metazoans (corals and coralline algae) and the associated accessory organisms, such as encrusting foraminifers, calcereous algae, bryozoans, mollusk, sponges etc., that act as framebinders and sediment producers.

Reefs develop at the well-lighted, aerated, nutrient-rich, warm and shallow waters of the stable shelf seas and carbonate platforms of passive continental margins. Reef growth and development is controlled by a number of physical and biological factors including nature of the reef building organisms, underlying topography, sea-level changes and wave energy. Reefs, though differing in shape and dimensions, form topographic highs with a well-developed asymmetrical cross-profile characterised by morphological and ecological zones and the associated facies.

Reefs evolved through the geological time from Precambrian-Early Paleozoic stromatolite buildups through Mesozoic reefs with Tubiphytes and coral-algal communities and rudistid reefs to Tertiary and Modern organic framework built by hermatypic scleractinian corals and coralline algae.

### GİRİŞ

Resif deniz tabanından yukarıya doğru büyüyen ve kendine özgü yapısı olan organik kökenli bir sedimanter sistemdir. Bu sistem, iri güçlü ve dalgaya dayanıklı iskeletli metazoalar (mercanlar, mercanimsi algeler) ile algler, süngerler, foramlar ve mollusklar gibi karbonat salgılayan organizma topluluklarından oluşur. Masif ve kubbeimsi görünümlü yapısı ile çevresindeki diğer katmanlı karbonat çökelmelerinden kolayca ayırt edilebilir.

Resifler, biyolojik ve paleontolojik bilgi depolarıdır. Güncel olanları bentik deniz ekolojisini çalışmaya yarayan doğal laboratuvarlardır. Resifler, karbonat platformunun doğasını ve evrimini ortaya koymaya yönelik çalışmalarda önemli yer tutar. Ayrıca, diğer sedimanter depo tiplerine göre oranlanamayacak ölçüde petrol ve doğal gaz içermektedirler.

Metalik madenlerin de zaman zaman tercihli olarak resiflerin içerisinde yatakladığı bilinmektedir. Bu neden ile güncel ve eski resifler biyolog, ekolog, paleontolog ve sedimantolog gibi doğabilimciler için önemli bir ilgi odağı olmuştur.

Özellikle petrol içermelerindeki ekonomik önemleri bakımından resifler, sedimantolog ve paleontologlar tarafından diğer sedimanter birimlere oranla, çok daha ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu çalışmaların doğal sonucu olarak da resifler konusunda günümüzde yoğun bir bilgi birikimi oluşmuştur. Ancak, ülkemizde bu konuya ilişkin yapılan çalışmalar sınırlı düzeydedir.

Bu derleme türündeki yayın resif konusunda yurdumuz yer bilimcilerine kapsamlı bilgi sunmak amacıyla hazırlanmış olup, bunun için aşağıda sunulan konuya ilişkin temel yayınlar esas alınmıştır:

Adey (1978), Bathurst (1975), Braithwaite (1973), Chapman (1977), Dunham (1962, 1970), Embry ve Klovon (1971), James (1978, 1983), Jones ve Endean (1977), Heckel (1974), Henson (1950), Ladd (1950, 1977), Link (1950), Longman (1981), Milliman (1974), Newell (1972), Steers ve Stoddart (1977), Stoddart ve Steers (1977), Toomey (1981), Wilson (1974, 1975).

Konu, kapsam olarak dört ana bölümde ele alınmıştır. Birinci bölümde resif ve resifal kireçtaşlarının tanım ve terminoloji sorunu, resif oluşumunun dinamiği, morfolojisi ve ekolojik kuşakları ile fasiyesleri ele alarak tanıtılmakta ve resif diyajenezi açıklanmaktadır. İkinci ve üçüncü bölümlerde, resif yapıcı organizmaların genel karakterleri ile güncel ve eski resiflerin doğası ve jeolojik evrimi konu edilmektedir. Dördüncü bölümde ise resiflerin ekonomik önemi ele alınmaktadır.

## RESİF VE RESİFAL KİREÇTAŞLARI

### Tanım ve Terminoloji

Resif (reef) terimi eski Norveç dilinde kaburga anlamına gelen "rib" sözcüğünden türetilmiştir. Terim ilk olarak Güney Denizlerine açılan denizciler tarafından, deniz seviyesine değin uzanan ve gemiler için tehlike oluşturan dar kaya sırtları ve/veya kum/çakıl sığlıkları (shoals) gibi hertürlü doğal engeli tanımlamak için kullanılmıştır.

Resif konusunda ilk özgün çalışmalar, bir doğa bilimcisi olan Adalbert von Chamiso'ya aittir. Hint Okyanusu'nu ve Güney denizlerinde 1814-1819 yılları arasında geziler yapan Chamiso, hemen hemen deniz düzeyinde uzanan adaların gerçekte mercan resifleri olduğunu gözlemiştir. Chamiso 1821 yılında yayınladığı çalışmasında resiflerin biçimi, etkin rüzgara göre konumları, resifler arasındaki geçitler ve lagünler konusunda ayrıntılı bilgiler vermiştir (Ladd, 1977).

Ancak resiflerin oluşumu, doğası ve kökeni üzerine yapılan bilimsel içerikli ayrıntılı çalışmalar, Darwin'in 1842 yılında yayımlanan "Mercan Resifleri" adlı yapıtı ile başlar. Darwin bu yapıtında resiflerin sınıflanması, yapısı, dağılımları, kökeni ve evrimi konusunda ayrıntılı bilgiler vermekle birlikte, resiflere ilişkin belirleyici bir tanımlama yapmamıştır.

Eski ve güncel resifleri tanımlamaya yönelik ilk jeolojik yaklaşımlar Duncan (1963) tarafından başlatılmıştır. Çalışmalar 20. yüzyılın başlarında Vaughan (1900,1911,1919) tarafından sürdürülmüştür. Vaughan'a göre bir mercan resifi, üst yüzeyinin oluşumu sırasında deniz seviyesine yakın bulunan bir kireçtaşı sırtı veya tümseğidir ve bu tümsek egemen olarak başta mercanlar olmak üzere, kalsiyum karbonat salgılayan organizmalardan oluşmuştur (1911, s.238). Vaughan, resif tanımlamasında, resifin özgün biçimini gözetmekle beraber, bol mercan içeren katmanlı kireçtaşlarını mercan resifi kapsamına alırken yoğun alg ve diğer organizmaları içeren kireçtaşı kütlelerini resif tanımlaması dışında tutmaktadır.

Vaughan (1911)'in tanımlamasından 1970 li yıllara değin resif konusunda çalışma yapan çeşitli araştırmacılar resif tanımı ve terminolojisi konusunda çok farklı görüşler öne sürmüşlerdir. Bazı araştırmacılar resifleri içerdikleri organizmalara göre tanımlarken, bazı araştırmacılar da resifin biçimini, bileşimini veya dalgaya dayanma özelliğini esas olarak resifleri biyoherm, biyostrom, organik resif, stratigrafik resif, bank, karbonat yığılması veya çamur

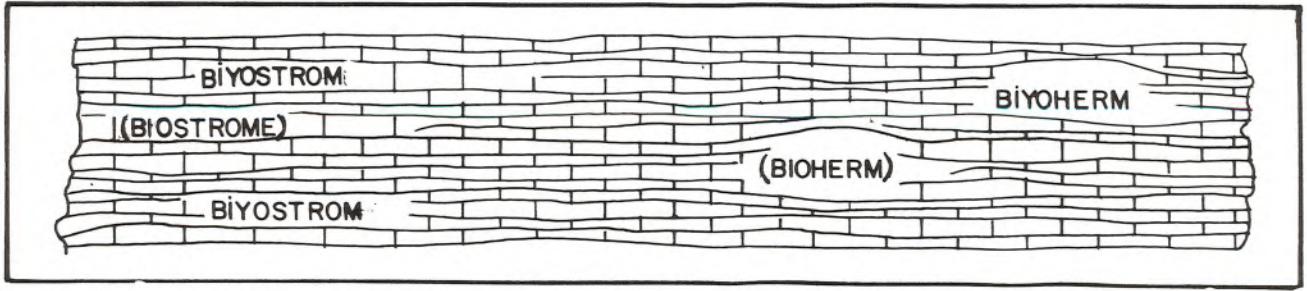
tümsekleri gibi genetik veya tanımsal içerikli terimler ile açıklama yoluna gitmişlerdir. Dolayısıyla ilgili literatürde resif tanımı ve terminolojisine ilişkin bir kavram kargaşası olmuştur. Bu neden ile konuya ilişkin önerilmiş temel tanımların ve terimlerin kapsamlı açıklamaları aşağıda verilmiştir.

**Biyoherm ve Biyostrom:** Biyoherm ve biyostrom terimleri resif ve resif benzeri karbonat kayalarını ayırtetmek için Cummings ve Schrok (1928) ve Cummings (1932) tarafından önerilmiştir (Şekil-1). Biyoherm biyolojik resif anlamına gelmektedir. Cummings ve Schrok'a (1928) göre biyoherm, farklı türden kayalar arasında yer alan tamamen organik kökenli bir içeriğe sahip, tümsek veya mercem biçimli karbonat kütleleridir. Ancak Cummings (1932), bu tanım kapsamında, yerli yerinde büyüyen ve biriken iskeletlere sahip organizmaların kalıntıları yanı sıra dayanıklı veya dayanıksız iskeletlere sahip organizmalar topluluğunun oluşturduğu sırt biçimli yapıları da ele almaktadır. Ladd (1954) ve MacNeil (1954) biyoherm terimini, iskeletli organizmalar tarafından oluşturulmuş, dalgaya dayanımlı topoğrafik engebeleri tanımlamak için kullanılması gerektiğini savunmuşlardır. Twenhofel (1950) ve Henson (1950) ise biyoherm tanımını resif tanımı ile eş anlamlı olarak ele almışlardır. Tümsek veya mercem biçimli organik kökenli karbonat birikimlerinin akıntılar veya dalgalar gibi hidrodinamik süreçler ile taşınarak oluşabileceği görüşünden kalkan Nelson ve diğ. (1962) biyoherm teriminin, yerli yerinde büyüyen ve biriken organizmaların oluşturdukları karbonat yapılarını tanımlamak için kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır. Troell (1962) ve Pray (1969) biyoherm terimini farklı bir yaklaşımla ele alarak, geride iz bırakmayan organizma büyümelerinin neden olduğu ve başlıca kireç çamurundan oluşan birikimleri tanımlamak için kullanılması gerektiğini dile getirmişlerdir.

Biyostrom terimi, tamamen veya büyük bir bölümüyle kavkı, mercan, krinoid gibi organizma parçalarından oluşan ve karakteristik olarak katmanlı bir yapı sunan karbonat birikimleri ile tümsek veya mercem benzeri bir görünüm kazanacak şekilde gelişme gösteremiyen sedenter (bir yere tutunarak yaşayan) organizmaların oluşturduğu yapılar için önerilmiştir. (Cummings, 1932). Ancak, Nelson ve diğ. (1962) biyostrom terimini "pozitif topoğrafik röliyefi" olan yığılımları tanımlamak için de kullanmışlardır. Bu çalışmacılar biyoherm ve biyostromu ayırtetmek için genişlik/yükseklik oranının kriter olarak ele alınması gerektiğini vurgulamışlar ve ayırdedici limit olarak 30:1 oranını önermişlerdir. Bazı araştırmacılar bu oranı 100:1'e değin genişletmektedirler.

**Resif ve Bank:** Resif terimi, yerli yerinde büyüyen iskeletsel organizmaların oluşturduğu karbonat yığılımlarını tanımlar (Heckel, 1974; Ladd, 1954; Longman, 1981; Lowenstam, 1950; Nelson 1962; Newel, 1953). Ayrıca hidrodinamik etkenler ile yığılmış kavkılar, oolit tümsekleri ve aşındırma sonucu ortaya çıkmış kireçtaşı tümseği gibi deniz tabanında bir topoğrafik engebe oluşturan tüm karbonat kütlelerini tanımlamak için de kullanılmıştır. Ancak günümüz araştırmacıların hemen hemen hepsi resif tanımında iki temel nokta üzerinde aynı görüşte birleşmişlerdir. Bunlardan birincisi resiflerin dalgaya dayanıklı iskeletlere sahip organizmalar tarafından oluşturulması, ikincisi ise resiflerin deniz tabanında belirgin bir topoğrafik engebe oluşturmalarıdır.





Şekil 1. Karbonat kaya istiflerindeki mercek biçimli biyohermler ile katmanlı bir yapı sunan biyostromların genel görünümü

Ladd (1954) sadece dalgaya dayanıklı organik yapıların resif olarak tanımlanması gerektiğini önermiştir. bu yaklaşım Wilson (1950) tarafından da benimsenmiştir. Lowenstrom (1950) ise çatı oluşturucu ve çökel bağlayıcı organizmaların biyolojik potansiyel olarak sert, dalgaya dayanıklı yapılar oluşturabilme özelliğinin ilke olarak esas alınması gerektiğini dile getirmiştir. Lowenstrom (1956) resifin çatı yapıcı organizmalar içermesi yanısıra, oluşumu sırasında çökel kapanlanması ve bağlanmasının da önemli ölçüde gerçekleşmiş olması gerektiğini vurgulamıştır. Newel ve diğ. (1953) resifleri çatı oluşturucu organizmaların meydana getirdiği katı yapılar olarak tanımlamıştır. Henson (1950) resifin ana kütesini oluşturan organik çatı dokusunu, resif çekirdeği veya gerçek resif (reef proper) olarak gözetmiş ve resif çekirdeği, resif kanadı ve resif gerisi karbonatlarından oluşan kütleli resif karmaşığı (reef complex) olarak adlandırmıştır.

Bank terimi, Lowenstrom (1950) tarafından tabanını yükseltebilme yeteneğine sahip olmayan organizmaların oluşturduğu yapıları tanımlamak için önerilmiştir. Burada "tabanını yükseltebilme kavramı" organizmaların biyolojik doğası gereği, büyümeleri sırasında üst üste gelişerek deniz tabanında belirgin bir topoğrafik engebe oluşturarak gelişim göstermelerini belirtir. Bazan banklar, topoğrafik olarak belirgin bir yapı da sunabilir. Bu durumda düşük açılı yamaçlar ile karakterize edilen karbonat kütleleri görünümündedir. Banklar, oluşumları sırasında çökel bağlayıcı organizmalardan yoksun olup, tutturulmamış resifal gereç içeren karbonat kütleleridir. Lowenstrom (1950a) göre resif ve bank ayrımı organizmaların topoğrafik olarak dalgaya dayanıklı bir engebe oluşturup oluşturamadıklarına bağlıdır. Resif, topoğrafik bir rölyef oluşturur; bank ise herhangi bir rölyefe sahip değildir. Lowenstrom, resifal organizmaların üzerinde yer aldıkları zemini, gelişimlerine bağlı olarak devamlı yükselttikleri ve dolayısıyla buldukları ortamı denetlediklerini vurgulamaktadır. Ancak bankların oluşumunu denetleyen organizmalar için bu görüş geçerli değildir. Ayrıca bankların oluşumunu sağlayan organizmalar, çökel üretiminde edilgen bir rol oynamakta ve buldukları ortam tarafından denetlenmektedir.

Wilson (1975) ise, bank terimini, bileşimi genellikle organik kökenli olan çökellerin, kapanlanarak veya engellenerek yerli yerinde birikmeleri sonucunda oluşan karbonat yığılımlarını tanımlamak için kullanır. Wilson'a göre banklar, kısmen akıntular ile depolanmış olabilir.

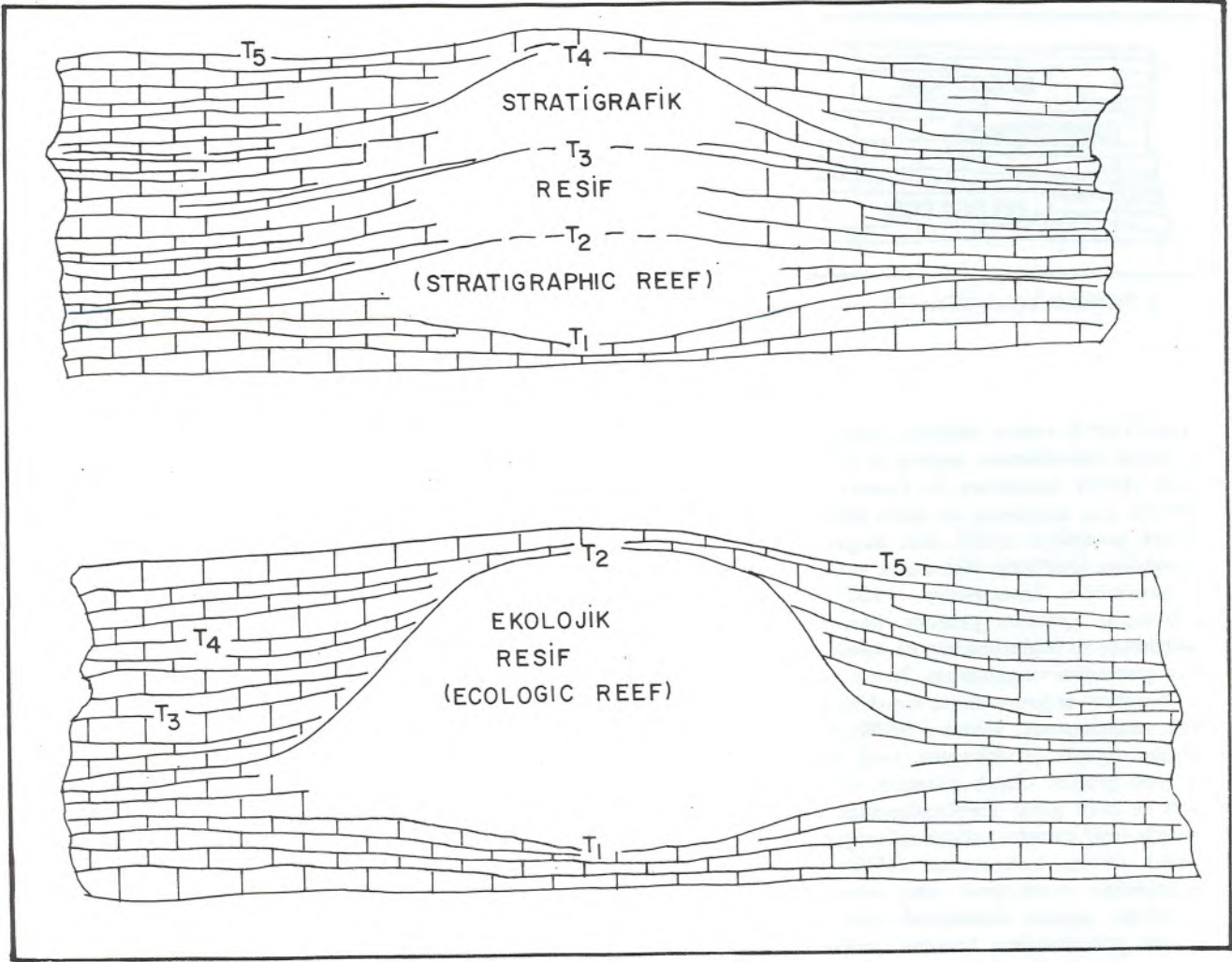
**Organik Resif, Ekolojik Resif ve Stratigrafik Resif:** Organik resif terimi MacNeil (1954a) tarafından önerilmiştir. MacNeil'e göre organik resif, üst bölümü deniz düzeyine yakın bulunan ve kalker iskeletli çeşitli organizmaların içiçe geçecek şekilde büyüyerek oluşturduğu sert bir yapıdır. Bu yapı, iskeletlerin parçalanması ile oluşan kırıntılı gerecin iskeletsel doku ile birbirlerine kaynarak kenetlenmesi ve çimento ile bağlanması sonucunda oluşmaktadır.

Dunham (1970), jeolojik istiflerdeki farklı karakterlere sahip karbonat kütlelerinin ayırtdilmesi görüşünü savunarak ekolojik resif ve stratigrafik resif kavramlarını gündeme getirmiştir (Şekil-2). Bunlardan ekolojik resif terimi, topoğrafik bir rölyefe sahip, sert dalgaya dayanıklı bir yapı sunan ve resif yapıcı organizmalar ile resifal gerecin organik olarak bağlanması sonucu meydana gelen karbonat kütlelerini tanımlar.

Stratigrafik resif, bütünüyle veya büyük bir bölümü ile karbonat kayalardan oluşan, kalın fakat yanal olarak sınırlı kütlelerdir. Bu tanımlamada karbonat kütlelerinin sadece geometrik yapısı gözetilmiştir. Ancak Dunham, stratigrafik resifin ekolojik resiften ayırtdilmesinde geometrik yapı yanısıra, resifal gerecin bağlanmasının da önemli bir yeri olduğunu vurgular. Stratigrafik resifte, resifal gereç sparikalsit çimento ile bağlanmıştır. Bu özelliği ile organik olarak bağlanmış ekolojik resiften ayırtdilebilir. Herhangi bir stratigrafik resif ekolojik resif içerebilir. Boyutları bakımından stratigrafik resif olarak tanımlanan bazı büyük yapılar çoğu kez yerel olarak gelişmiş, ancak gelişme aşamasında deniz tabanı üzerinde belirgin bir engebe oluşturamamış biyostromlardan ve/veya biyoherm yığılımlarından meydana gelmiş olabilir. Diğer bir deyişle bazı stratigrafik resifler üst üste gelişmiş biyostromlar ve/veya biyohermlerdir.

**Karbonat Yığılımları:** Heckel (1974) resifal karbonatların kökenine ve adlanmasına ilişkin tartışmaların "nesnel karakterlerin öznel yorumlanmalarından" kaynaklandığına dikkati çekerek bu tür yapıların genetik terimler yerine, tanımsal içerikli terimler ile adlandırılması gerektiğini savunmuştur. Heckel bu nedenle pozitif bir topoğrafik yapı sunan karbonat kütlelerini karbonat yığılımları (carbonate buildup) olarak tanımlar. Bu tanım Wilson (1974, 1975) tarafından da benimsenmiştir.

Heckel'e göre tüm biyohermler ve kireç çamuru birikimleri



Şekil 2. Stratigrafik ve ekolojik resiflerin karbonat istiflerindeki konumları ve geometrileri, T1-T5 zaman aralıklarını göstermektedir.

karbonat yığışlarıdır. Salt organik kökenli gereçten oluşan yığışları biyohermler olarak tanımlayan Heckel, biyostromları karbonat yığışları olarak gözetmez. Heckel karbonat yığışını; "1.Çevresindeki ve üzerindeki eşdeğer depolardan doğası bakımından belirli ölçülerde ayrılan; 2. Kendisine eşdeğer karbonatlardan tipik olarak daha kalınca olan; 3. Çökeliyi sırasında çevresindeki çökellere göre daha yüksekçe bir topoğrafya oluşturan bir karbonat kütesidir veya bir karbonat biriminin yerel parçası" (1974, s.91) biçiminde tanımlar. Resifler ise dalga kuşağında veya türbülanslı sularda büyüebilme potansiyeline sahip ve çevresindeki ortamı denetleyebilen sert ve dalgaya dayanıklı karbonat yığışlarıdır.

Heckel resifleri, dalgaya dayanma özelliklerini gözönünde tutarak dört alt sınıfa ayırmıştır. Bunlar: 1. Çatıdokulu resif, 2.Organik çatıdokulu resif, 3.Organik olmayan çatıdokulu resif ve 4.Çamur çatıdokulu resif.

Çatıdokulu resif (framework reef) dalgaya dayanımlı, katı, taşlaşmış çatıdokusu özelliği sunan molozlardan oluşmuş karbonat yığışıdır. Organik çatıdokulu resif, organik olarak bağlanmış çökellerden ve koloni yaşamı sürdüren

"organizmaların iri parçalarından oluşan karbonat yığışıdır. Bu tanım Lowenstam'ın "resif", Dunham'ın ise "ekolojik resif" tanımlamaları ile de eşanlamlıdır. Spar çimentolu, çökel parçalarından oluşan molozların oluşturduğu karbonat yığışını ise "organik olmayan çatıdokulu resif" veya "spar çimentolu çatıdokulu resif" dir. Stromatolit parçalarından oluşan karbonat yığışları "stromatolit resifi", laminalanma özelliği göstermeyen kalsilütitlerin oluşturduğu karbonat yığışları ise "çamur çatıdokulu resif" olarak tanımlanmıştır.

Heckel (1974) karbonat yığışlarını bileşenlerine, biçimlerine, içerdikleri iskeletsel malzemenin tipine ve özelliğine göre de sınıflamıştır (Çizelge-1). Bileşenleri bakımından karbonat yığışları, iskelet kökenli kırıntılar, iskelet kökenli olmayan kırıntılar veya kireç çamurundan oluşabilir. İskelet kökenli kırıntılar, alglerin ve invertebraların salgıladığı, tanımlanabilir karbonat gereçidir. İskelet kökenli olmayan kırıntılar ise ooidler, pelletler ve intraklastlardır. Kireç çamuru tane boyu olarak 0,062 mm. den küçük silt ve kil boyutlu karbonat çökellerini içerir. Bu neden ile bu tür yığışlar "iskeletsel yığışlar", "iskeletsel olmayan yığışlar" ve "kireç çamuru yığışları" olarak adlanmıştır.

Temel Bileşim	İskeletsel Taneler	Kireç Çamuru	İskeletsel Olmayan Taneler
Egemen Kayaç Tipleri	İstiftaşı Tanetaşı Bağlamtaşı	Vaketaşı Çamurtaşı	% 70 den fazla İskelet kökeni Olmayan Taneler
Genel Terim	İskeletsel Yığışım	Kireççamuru Yığışımı	Oolit (v.b.gibi) Yığışımı
Şekil Göre Ayırımı	İskeletsel Kubbe, Tümsek Tepe, Bar, Sed resifi, Atol v.s.	Kireççamuru Tümseği Kireççamuru Barı	Oolit Tüseği Oolit barı
İskeletsel Malzemenin Tipine göre Ayırımı	Örg.Sünger Tümseği, Mercan-Stromatoporoid yama resifi, Brakiyopod tepeciği, İskeletsel atol		
İskeletsel Gerecin Egemen formuna Göre Ayırımı	Kabuklu Bryozoa tümseği, kabuklu ıstıridye resifi Tutturulmamış foram tümseği, tutturulmamış yeşil alg-pelmatozoa resifi, Aşınmış çeşitli iskeletsel barlar Karışık iskeletsel kireç çamuru-pisolitli sed resifi		

Çizelge 1. Heckel (1974)'in karbonat yığışımına ilişkin önerdiği tanımsal terminoloji.

Karbonat yığışımaları biçimleri gözeticilerle "tümsek" veya "tepe (knoll)", "yama resifi" ve "masa resifi" (Şekil-3); çizgisel uzanım gösteren karbonat yığışımaları ise "bar" terimi ile tanımlanmıştır. Farklı fasiyesleri ayırtan ve dalgaya dayanma özelliği gösteren çizgisel karbonat yığışımaları ise "sed resifi" ve "saçak resifi" terimleri ile tanımlanmıştır. Atol terimi ise yuvarlak, ellipsoidal veya atnalı biçimli karbonat yığışımalarını tanımlamaktadır.

İskeletsel gerecin tipine göre karbonat yığışımaları "sünger tümsekleri", "mercanlı, stromatoporoidli yama resifleri" veya "brakiyopoda tepeleri" olarak da tanımlanmaktadır.

Karbonat yığışımaları, iskeletsel gerecin olduğu yerde birikmesi (organik kökenli), karbonatlı gerecin hidrodinamik/aerodinamik kökenli süreçler ile taşınarak birikmesi (hidrodinamik kökenli) veya organik büyüme yanısıra hidro-aerodinamik süreçlerin de etkili olduğu koşullarda (karmaşık kökenli) depolanması ile oluşabilir.

**Resifal Kireçtaşları:** Resifal kireçtaşı terimi, resife özgü veya resiften kaynaklanmış karbonat kayacı anlamına gelen tanımsal içerikli ve genel kapsamlı bir terimdir. Bu terim bir resifin/resif kompleksinin herhangi bir bölümünü oluşturan veya resif yakınında çökelen resif kökenli karbonat kayalarını

tanımlar.

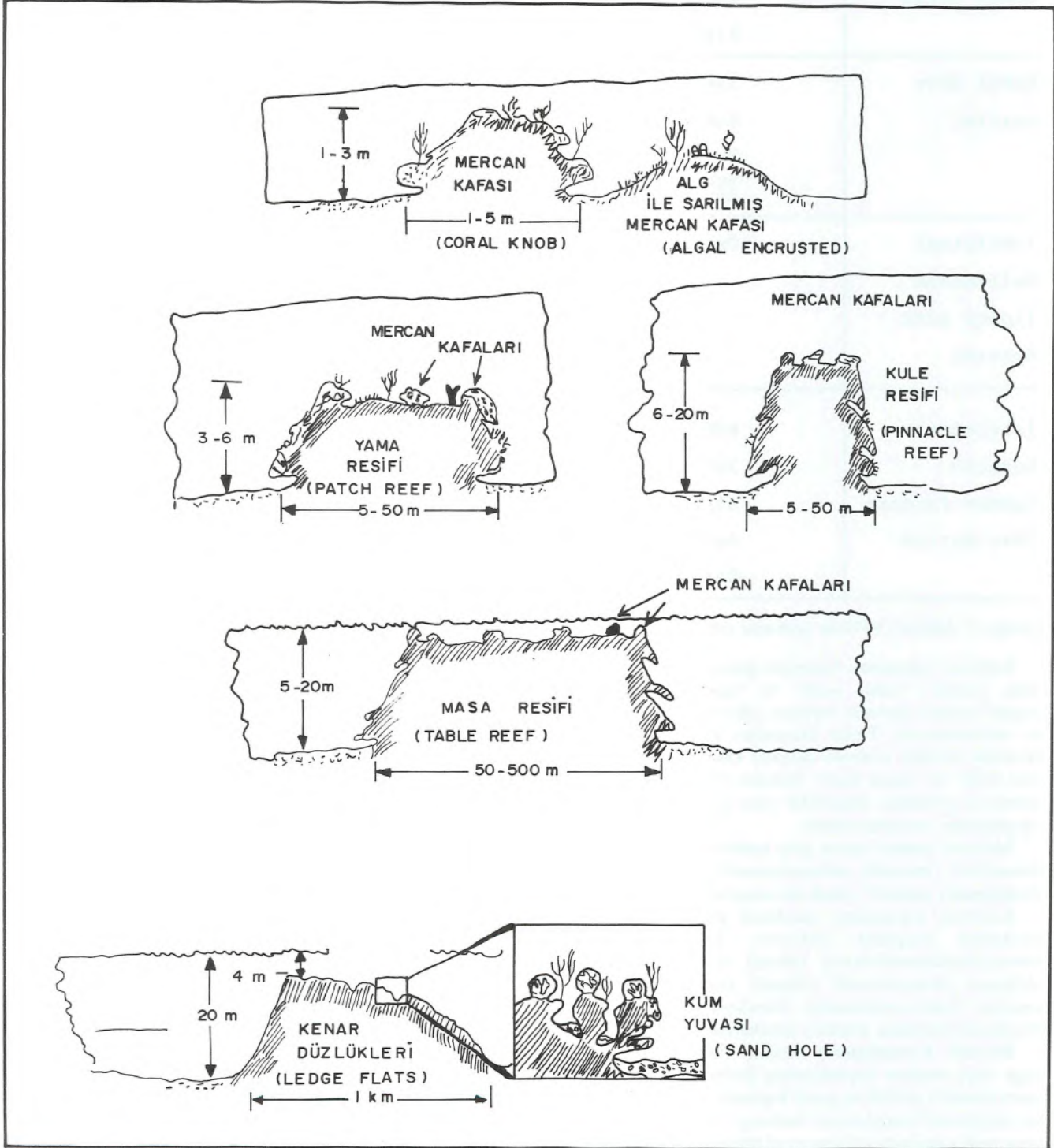
Araştırmacılar arasında karbonat kayaların tanımlanması ve sınıflandırılması konusunda çok farklı yaklaşımlar ve tartışmalar vardır. Bu tartışmalar karbonat kayaların bir bölümünü oluşturmaları nedeni ile resifal kireçtaşları için de geçerlidir. Konuya ilişkin literatürün çok kapsamlı bir değerlendirilmesi Altınlı (1975) ve Keskin (1978) tarafından yapılmıştır. Dolayısıyla burada resifal kireçtaşlarının tanımlanması ve sınıflandırılmasına, konuya ilişkin terminolojiye açıklık getirmek için, kısa olarak değinilecektir.

Resifal kireçtaşlarının sınıflandırılması konusunda çeşitli yaklaşımlar olmakla beraber, günümüzdeki geçerli yaklaşımlar Folk (1962), Dunham (1962) ve Embry ve Klovan (1971) tarafından önerilmiştir. Folk, resifal kireçtaşlarını diğer karbonatlardan farklı kabul ederek genel bir terim olan biyolititler (biolithites) adlanmasını önermiştir. Dunham ise bu kayaçların, resif gelişimi sırasında birbirlerine bağlanarak oluşmasını gözeterek bağlamtaşı (boundstone) terimini gündeme getirmiştir. Ancak resifal kayaçlar, çoğu kez irice parçalardan meydana gelmekte ve yerinde büyüyen organizmaların oldukları yerde depolanmaları sonucu

oluşmaktadır. Bu neden ile Folk ve Dunham sınıflamaları yerine resifal kireçtaşlarının dokusal özelliklerini ön plana alan Embry ve Klovan (1971) sınıflaması araştırmacılar arasında daha geçerlidir.

Embry ve Klovan sınıflama sistemi Dunham sınıflamasının geliştirilmiş biçimidir ve resifal kireçtaşları, yerinde oluşmuş (autochthonous) ve taşınmış (allochthonous) olmak üzere iki temel bölümde değerlendirilmiştir (Şekil-4) Taşınmış kireçtaşları ince taneli çökellerin sınıflanmasında olduğu gibi ele

alınmıştır. Kireçtaşının kaba taneli bölümlerini de değerlendirebilmek için iki kategori daha eklenmiştir. Örneğin, tanelerin % 10 dan fazlası 2 mm. den büyük olan matriks destekli resifal kireçtaşı, tanelerin matriks içerisinde yüzer durumda bulunmaları nedeni ile yüzertaş (floatstone) olarak tanımlanmıştır. Genellikle çubuk biçimli mercan parçalarından oluşan ve tane destekli yapı sunan kireçtaşı ise çomaktaşı (rudstone) olarak adlanmıştır. Yerinde oluşan kireçtaşının sınıflanması ise daha yorumsaldır. Örneğin



Şekil 3. Biçim, boyut ve su derinliğine göre yama resifi tipleri (James, 1983)

çatıtaşları (framestone) yer yer destekleyici çatıyı oluşturan mercan ve mercanimsi algler gibi iri fosiller içerir. Bağtaşlarında (bindstone) ise çökeltme olayı sırasında, çökelleri birbirine bağlayan veya kabuk gibi saran algler,

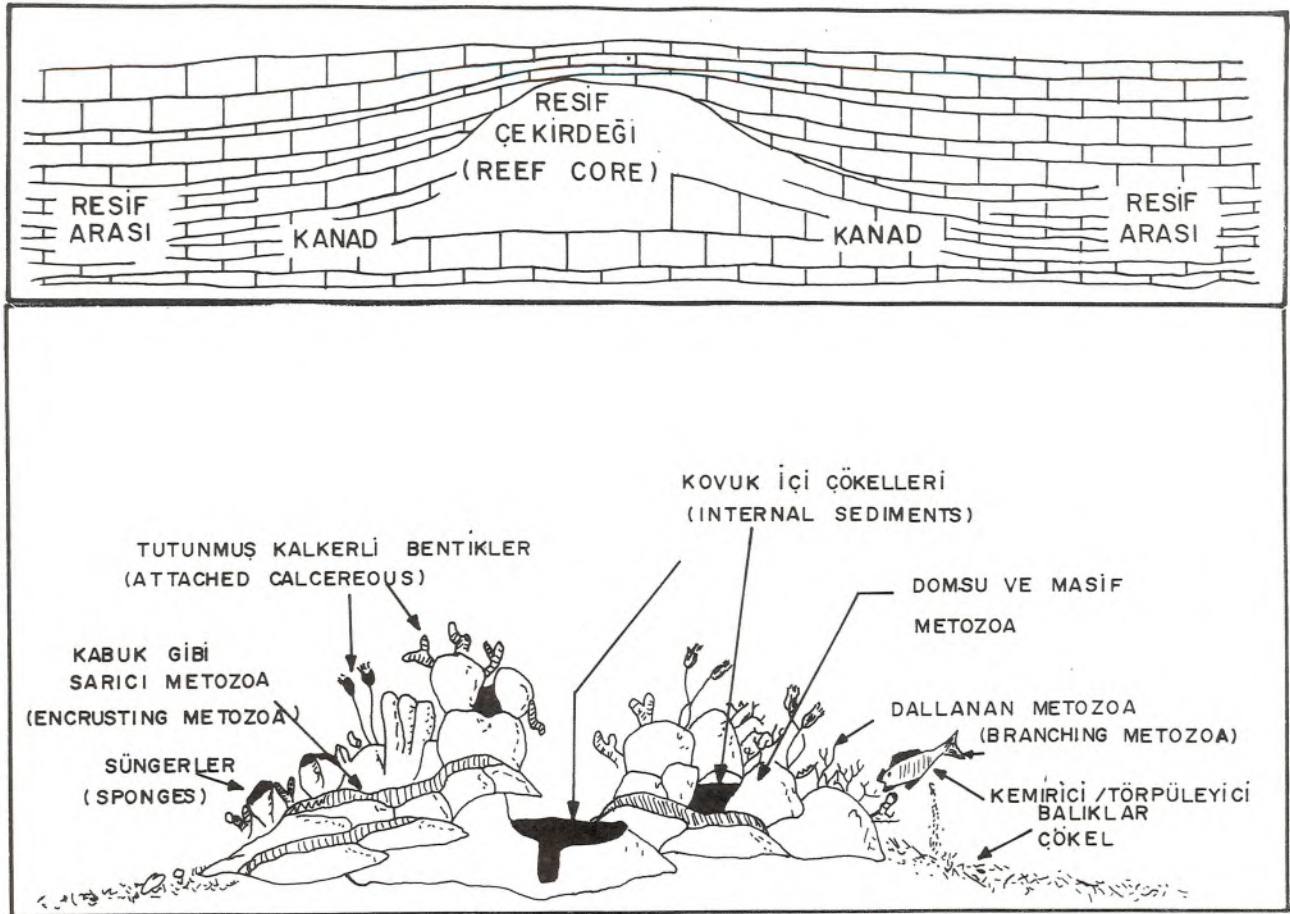


Şekil 4. Embry ve Klovan (1971) sınıflamasına göre resif kireçtaşı tipleri (James, 1983)

mercanlar, foranlar gibi (Homotrema) tabuler ve lameller fosiller bulunur. Engeltaşı (bafflestone), su içerisindeki salınım hareketleri ile çökelleri perdeleyerek engelleyen ve kapanarak depolanmasına neden olan, saplı ve dallı fosiller (stalked organism) içerir.

**Resif Gelişiminin Dinamiği:** Resif, deniz tabanından yukarıya doğru büyüyen ve bütünü ile kendine özgü yapısı olan organik kökenli bir sedimanter sistem olarak gelişir (Braitwaite, 1973; James, 1983). Bu sistem, büyük bir bölümü ile dalgaya dayanıklı mercanlar ve mercanimsi algler ile karakterize edilen, kalsiyum karbonat salgılayan çok sayıda organizmalardan oluşmaktadır. (Şekil-5). Bu organizmalar çoğunlukla duraylı sert bir taban veya kendilerinden önce varolan organizmaların kalıntıları üzerinde büyüyen gelişim gösterir. Gelişim süreci boyunca bu organizmalar, kendileri ile birlikte yaşayan birçok organizmanın iskelet kalıntıları ve karbonat çökelleri ile sarılarak/örtülerek, çevresindeki katmanlı karbonat çökellerinden kolayca ayırtedilebilen dalgaya dayanıklı masif ve kubbemsi görümlü özgün bir yapı kazanır.

Resiflerin dalgaya dayanıklı olma özelliği, resif yapıcı organizmaların biyolojik doğaları gereğidir. Ancak bu özellik resiflerin geliştikleri ortamsal koşullara bağlı olarak farklılık sunabilir. Özellikle su altı ve su üstü koşullarında gerçekleşen inorganik spar çimentolanma, sert ve yumuşak iskelet çatıdokusunun organik yapısı, çökellerin alg yaygıları veya organizma kökleri tarafından bağlanması veya tüm bu



Şekil 5. Resifi oluşturan organizma ve çökelt dokusunun genel yapısı. Üst kare gelişmiş bir resifteki resif çekirdeği ve kanat bölümlerinin enine kesitteki konumları (James, 1983).

faktörlerin birlikte etkileşimi resifin dalgaya dayanma özelliğini belirler.

Resif büyümesi ve gelişimi, resif yapıcı organizmaların biyolojik doğası, resifal ortamın ekolojik ve sedimanter özelliği, taban topoğrafyası, deniz düzeyi oynamaları ve diyajenez olayı ile bağlantılı bir dizi biyolojik, fiziksel ve kimyasal süreçler tarafından denetlenir (Fairbridge, 1961; Mac Neil ve diğ., 1978; Milliman ve Eney, 1968; Orme ve diğ., 1978; Purdy, 1974; Stanton, 1967; Stoddart, 1969, 1978).

Deniz suyunun tuzluluğu, ışık yoğunluğu, sıcaklığı, oksijen miktarı, besleyici maddelerin yeterliliği ve asılı çökel oranı gibi ekolojik ve ortamsal değişkenler resif büyümesini ve gelişmesini denetleyen temel faktörlerdir. Bu faktörler nedeni ile resifler devamlı olarak değişen dinamik bir yapıya sahiptir. Normal koşullarda resif, kendisini erozyona karşı devamlı olarak yeniler ve deniz düzeyine doğru büyümesini ve yanal gelişmesini sürdürür.

Ayrıca herhangi bir resif gelişiminin dinamiği, iri iskeletli metazoaların yukarı doğru büyümeleri ve yanal gelişmelerinin hızı ile bu organizmaların resifal ortamda yaşayan törpüleyici,

oyucu ve gezici/ otlayıcı (grazing) organizmalar tarafından devamlı olarak tahrip edilmeleri (biyoerozyon) ve resif ortamında hızla büyüyen kısa yaşamlı diğer kalkerli bentosların ürettiği çökel miktarı arasındaki karşılıklı etkileşim ve denge ile de bağlantılıdır. Örneğin mercanlar, ortamsal koşullara ve dalga enerjisine bağlı olarak farklı büyüme biçimleri sunarlar (Şekil-6).

Resif oluşturan çökellerin büyük bir bölümü, ölen organizmaların iskeletlerinin parçalanması sonucu oluşur. Bu organizmalar resifin boşluk ve kovuklarında yaşayan krinoidler, kalkerli yeşil algler, iki kapaklılar, brakiyopodlar ve foraminiferler gibi organizmalardır. Çökellerin diğer bölümü ise resifi aşındıran çeşitli cinsler ve türler tarafından sağlanır. Bunlar kurtcuklar (serpulidler), süngerler, iki kapaklılar gibi oyucu organizmalar ile resifin yüzeyinde gezinen ekinoidler ve bazı balıklardır (örneğin papağan balığı perrot fish). Delici ve oyucu organizmalar ise resifi törpüleyerek kum ve silt boyutlu çökel gerecin oluşmasına olanak sağlar. Bu çökeller resif etrafında depolandığı gibi, resif içi kovuk ve boşluklarına da sızarak içsel çökellerin (internal sediments) oluşmasına da katkıda bulunur (Şekiller-7). Kabuk gibi sarıcı organizmalar (encrusting forms) genellikle ölü yüzeyler üzerinde gelişir ve yapının duraylı bir hale gelmesine neden olur. Dalı resif oluşturuvcu mercanlar ise parçalandıklarında, resif çevresinde iskelet parçalarından meydana gelen çakıltaşlarının gelişmesine neden olur.

Resif büyümesi ve gelişimi dört aşamada ele alınarak irdelenmiştir (James, 1973 ve 1983). Bunlar:1.Öncü (yerleşme), 2. Kolonileşme, 3.Çeşitlenme, 4.Baskın olma (yayıma) evreleridir (Şekil-7).

Bu dört aşamalı resif büyümesi ve gelişmesinin gerçekleşebilmesi için en önemli unsur, güçlü, dalgaya dayanıklı iskeletleri ile karakterize edilen yarıküresel veya tabuler metazoaların varlığıdır. Aksi takdirde dalgaların neden olduğu yoğun türbülanslı bir ortamda, narin yapılı formlardan oluşan resif gelişmesini düşünmek olası değildir. Çünkü bu narin yapılı formlar güçlü dalga enerjisi ile kolaylıkla kırılacak

BÜYÜME	BİÇİMİ	ORTAM	
		Dalga enerjisi	Sedimantasyon
	Narin, dallı	düşük	yüksek
	İnce, narin, Levha biçimli	düşük	düşük
	Küremisi, ampul biçimli, sütunsal	orta	yüksek
	Dayanıklı, dallı, ağac gibi dallanan	orta yüksek	orta
	Yarı küresel, kubbemsi, masif	orta yüksek	düşük
	Kabuk gibi sarıcı	yoğun	düşük
	Tablamsı	orta	düşük

Şekil 6. İri iskeletli metazoaların büyüme biçimleri ve geliştikleri ortamlar (James, 1983'den alınmıştır.)

EVRE	KİREÇTAŞI TİPİ	TÜR ÇEŞİTLİLİĞİ	RESİF YAPICILARIN BİÇİMİ
BASKINLAŞMA		düşük orta	Laminalı kabuk gibi sarıcı
ÇEŞİTLENME	Çamurtaşı - vaketaşı matriksli Çatıtaşı (bağtaşı)	yüksek	Domsu Masif Lavhamsı Dallı Kabuk gibi sarıcı
KOLONİLEŞME	Çamurtaşı - vaketaşı matriksli engeltaşı -- yüzertası	düşük	Dallı Lavhamsı Kabuk gibi sarıcı
DURAYLILAŞMA	Tanetaşı çatıtaşı (istiftaşı - vaketaşı)	düşük	İskelet molozları

Şekil 7. Resif gelişiminin aşamaları, kireçtaşı tipleri, resif oluşturuvcuların çeşitliliği ve biçimleri (James, 1983).

ve hızlı bir çimentolaşmanın gerçekleşmediği ortamlarda, bu parçalar akıntılar ile resif ötesine taşınacaklardır. Dalga enerjisinin ve türbülansın yüksek olduğu, asılı gereçten arınmış ve beslenme bakımından zengin bu temiz su ortamı, resif büyümesi ve çeşitlenmesi için çok elverişli koşulları oluşturmaktadır.

#### **Öncü Evresi (Pioneering/Stabilization Stage):**

Bu evre genel olarak iskelet kırımlarından oluşan kireç kumu sığıkları veya benzeri çökeltme kütlelerinin oluşumu ile bunların üzerinde ilk resif oluşturuca organizma kolonilerinin gelişmesini belirler. Sığıklar ve sığık benzeri çökeller, Paleozoyik ve Mesozoyik'de pelmatozoa ve ekinoderm molozlarının kırımlarından, Senozoyik'de ise kalkerli yeşil alglerin plakalarından oluşmuştur. Bu çökel kütlelerinin yüzeyleri kalkerli yeşil algler, deniz çayıruları ve pelmatozoa kolonileri tarafından kaplanır. Bu organizmalar, kökleri ve tutucu organları ile üzerinde geliştikleri çökel kütesini bağlar ve duyarlı hale getirirler. Çökel kütesinin duraylı hale gelmesi ile birlikte, bu ana fauna topluluğu arasında dağınık dallı algler, bryozoalar, mercanlar, yumuşak süngerler ve diğer metazoalarda yerleşerek büyümeye başlar.

#### **Kolonileşme Evresi (Colonization Stage):**

Resif oluşturuca metazoaların yerleşerek ilk kolonileri oluşturma aşamasını belirler. Bu evre, tüm resif kütesi gözetildiğinde, görece olarak ince birimler ile temsil edilir. Bu birimler, genel olarak dallı formlar yanı sıra masif veya lameller formlardan oluşan birkaç tür ile karakterize edilmektedir. Senozoyik yaşlı resiflerde bu evreye ilişkin görülen ilginç bir durum da, tüm mercanların bu aşamada poliplerini temizleyebilme ve çökellerden arınma yeteneklerinin geliştirmiş olmalarıdır. Bu neden ile mercanlar yoğun bir çökeltimin geliştiği ortamlarda da yaşamlarını sürdürebilmişlerdir. Mercanların bu evrede dallı bir biçimde büyümeleri, resif ekosisteminin ilk evresini oluşturan çeşitli yapışık ve kabuk gibi sarıcı organizmalar için elverişli alt ortamların ve küçük yaşam alanlarının gelişmesine olanak sağlar. Bu dönemi tanımlayan kayaçlarda laminalı, lifli, kalsit ve çökelden oluşan kovul dolgusu (stromatactis) yaygın olarak görülür.

#### **Çeşitlenme Evresi (Diversification Stage):**

Genellikle resif kütesinin ana bölümünü oluşturur. Bu evre, resifin deniz düzeyine doğru en fazla gelişme gösterdiği ve belirgin yanal fasiyelerin geliştiği evredir. Bu evrede, ana resif oluşturuca organizmaların büyüme biçimlerinde de çok büyük ölçüde değişiklikler görülür. Çatı yapıcı ve bağlayıcı görev yapan organizmaların büyüme biçimlerinde ve çeşitliliğinde görülen bu değişiklikler, resif içi oyuk, oluk ve kovuklarında oransal olarak artmasına neden olmuştur. Bu gelişme ayrıca resif içi boşluklarda yaşayan moloz oluşturuca organizmaların da daha çeşitlenmesine olanak sağlamıştır.

#### **Baskın Olma Evresi (Domination Stage):**

Resif büyümesinin ve gelişmesinin çoğu kez ani olarak kesildiği veya değişim gösterdiği evredir. Resiflerin çoğu bu evrede dalga çatlama kuşağına özgü süreçlerin etkisine açıktır. Çomaktaşı katmanlarının oluşumu bu süreçlerin bir sonucudur. Bu evreye ilişkin karakteristik kaya türü, sadece birkaç organizma çeşiti ile karakterize edilen kireçtaşıdır. Organizmalar büyüme biçimleri bakımından genellikle kabuk gibi sarıcı ve laminalı gelişim gösteren formlardan ibarettir. Organizma çeşitliliğinde görülen bu azalma, bazı

araştırmacılara göre derin su topluluklarının yerini, resif büyümesine bağlı olarak sığ su topluluklarının almasına bağlanmaktadır. Ancak ilk iki evrenin de sığ su koşullarında geliştiğini gösteren yeterli veriler bulunmaktadır. Bu neden ile bu değişimi denetleyen etken, topluluğun gelişimine bağlı olarak, organizmaların giderek üzerinde geliştikleri ortamın enerji akış düzenini değiştirmelerinde yatmaktadır.

Yüzeleyen karbonat kayaçlarda veya sondajlarda elde edilen verilerde, resiflerin çoğu kez yanal ve düşey olarak büyük boyutlara ulaştığı görülmektedir. Stratigrafik olarak kalın istifler oluşturan resifler çoğu kez tek bir resif yapısı olmaktan öte, aynı yerde üst üste gelişmiş katlı resiflerdir. İstifi oluşturan resifler, birbirilerinden deniz düzeyine ulaşmaları nedeni ile, geçirdikleri günlenme (subaerial exposure) süreçlerine ilişkin kanıtlar olan kalker kabuk (calcrete) veya eski toprak (paleosol) seviyeleri yanı sıra farklı diyajenez özellikleri ile ayırtedilebilirler. Deniz düzeyine ulaşmış ve atmosfer koşullarına açılmış bir resif, herhangi bir neden ile yeniden deniz suyu altında kalırsa, gelişecek olan yeni resif gelişimine, çeşitlenme evresi ile başlayacaktır. Bu gelişim, resifin tabanında sert ve yükselmiş bir zeminin (eski resif) olmasından kaynaklanmaktadır.

**Resif Morfolojisi ve Kuşakları:** Resif morfolojisi hem harita, hem de enine kesit bazında ele alınan bir kavramdır. Resif büyümesine ve gelişmesine bağlı olarak resifin kazandığı tüm küçük ve büyük ölçekli yapıları tanımlar. Ancak resif morfolojisi kavramı genel olarak literatürde resifin enine kesitte gösterdiği biçimi ve bu biçime ilişkin büyük ölçek yapılarının oluşturduğu kuşakları tanımlamak için kullanılmaktadır (Şekil-8). Resif morfolojisi ve bu morfolojiye ilişkin kuşaklar, aynı zamanda resifin ekolojik kuşaklarını (yapısını) ve fasiyelerini de belirlemeleri nedeni ile ayrı bir öneme sahiptir.

Resif morfolojisi, karşılıklı etkileşim içerisinde olan birdizi faktörün fonksiyonudur. Resifi oluşturan organizmaların ve çökellerin doğası, resifi yıpratıcı fiziksel ve biyolojik süreçler, denizel çimentolaşma, deniz tabanının topoğrafyası, östatik deniz düzeyi oynamaları ve deniz tabanının çökmesi veya yükselimi resif morfolojisini denetleyen temel faktörlerdir (Longman, 1981). Bu faktörlerin önemi resif büyümesinin duraylı deniz düzeyi koşullarında geçirdiği zaman aralığı ile doğru orantılıdır. Ancak, hızlı deniz düzeyi oynamalarını izleyen evrede, deniz tabanı topoğrafyasının resif morfolojisini çok önemli ölçüde denetlediği görülmüştür (Longman, 1981).

Resifler harita bazında dairesel, oval, elipsoid veya ince uzun (elongate) biçimli bir geometri ile karakterize edilmektedir. Ancak Şekil-8 den de görüleceği üzere açık denizden lagüne doğru alınacak enine kesitte resifin bir dizi kuşakla karakterize edilen asimetric bir yapıya sahip olduğu görülmektedir (Goreau ve Goreau, 1973; Goreau, 1959; James, 1978, 1983; Longman, 1981; Maxwell, 1968; Stanton, 1967; Stoddart, 1969). Bu yapı özellikle saçak ve sed resifleri ile atollerde çok belirgin olarak gelişmiştir. Resif morfolojisine ilişkin başlıca kuşaklar şunlardır: 1. Resif önü, 2. Resif cephesi, 3. Resif doruğu, 4. Resif düzlüğü ve 5. Resif gerisi

**Resif Önü Kuşağı:** Dış yamaç (outer slope) olarakta bilinen resif önü (fore reef) kuşağı, mercan ve alg büyümesinin gerçekleştiği resif cephesi (reef front) kuşağının açık





formlar yanısıra dallı formlarda yer alır. Ancak bu yerlerdeki topluluklar çok düşük çeşitlilik sunar (James, 1983).

**Resif Düzlüğü Kuşağı:** Resif düzlüğü (reef flat) resif çatısının dulda kalan tarafında yer alır. Oldukça sığ su koşullarının egemen olduğu bir düzlüktür ve dalga enerjisine bağlı olarak farklılıklar gösterir. bazı yerlerde bu düzlük alg modülleri içeren, yer yer çimentolanmış iri iskeletsel molozlardan oluşur. Dalga enerjisinin orta düzeyde etkin olduğu yerlerde ise bu düzlük iyi boylanma gösteren kireç kumu çökellerinden oluşmuş sığıklar biçimindedir. Kireç kumları çoğunlukla resifin denize bakan tarafında büyüyen kalkerli alglerden (Halimeda) kaynaklanmaktadır. Kum sığıkları, resif düzlüğüünün karaya bakan tarafında da bulunabilir. Dalga geliş yönündeki değişimler bu sığ kumlukların ufak kum adalarına dönüşmesine neden olabilir. Bu adalar engel oluşturarak, resif çatısına çok yakın yerlerde küçük korunmuş ortamlar meydana getirirler. Bu zondaki su derinliği birkaç metreyi geçmez ve resif oluşturan metazoalar dağınık parçalar halinde bulunur.

**Resif Gerisi Kuşağı:** Resif gerisi, resifin yüksek enerjili açık deniz koşullarından korunmuş, karaya bakan tarafıdır. Buradaki ortamsal koşullar görece olarak sakinidir. Organik, biyoklastik ve bazende karasal çökeller ile karakterize edilir. Resif cephesinde oluşan çamurun büyük bir kısmı da asılı gereç olarak buraya taşınır ve çökler. Ayrıca burada kalkerli yeşil algler, brakriyopodlar ve ostrakodlar gibi çamur oluşturan zengin bir dip fauna bulunur ve ortamda çamurlu litolojilerin oluşmasına neden olur. Bu ortamdaki resif oluşturuçuların büyümeleri yaygın olarak iki şekilde gerçekleşir. Bunlar çoğu kez küt ve çalı görünümü dendroid formlar ile, çamurlu ve çalkantılı ortam koşullarına uyum sağlayacak şekilde, taban üzerinde gelişen tomurcuk (bulbous) ve globular biçimli formlardır.

**Resif Fasiyesleri:** Resiflerin kökenini, yayılımını, konumunu ve evrimini ortaya koymaya yönelik çalışmalarda, resifal karbonat kütlelerinin morfolojisi, boyutları, tipi ve içerdiği organizmaların doğası ile sedimanter yapısı belirleyici rol oynamaktadır. Güncel resiflerde genel karakterler kolayca tanımlanabilmektedir. Ancak jeolojik kayıtlardaki fosil resiflerin tanımlanması, yüzeylenen karbonat çökel istiflerinin doğası ve yayılımını veya sondajlardan elde ettiğimiz bulguların sınırlılığı nedeni ile oldukça zor bir olaydır. Resif yapıcı organizmaların jeolojik geçmişte evrime uğramaları, farklı dönemlerde değişik özellikler gösteren resiflerin gelişmiş olması, tanımlamaya ilişkin çalışmalarda karşılaşılan diğer bir sorundur. Bu nedenle eski resiflerin tanımlanması ve yorumlanmasına ilişkin çalışmalarda, resif fasiyeslerinin saptanması ve bu fasiyeslerin yanal ve düşeyde (mekan ve zamanda) gösterdikleri fasiyes birlikleri çok önemlidir.

Resif fasiyesleri, resif oluşumu sırasında etkin olan sedimantolojik ve biyolojik süreçlerin bir sonucudur. Bu neden ile resif fasiyesleri, üç bağımsız kriter gözetilerek kurulmuştur (James, 1978, 1983; Longman, 1981; Stoddart, 1969; Wilson, 1974, 1975): 1. Büyük iskeletsel metazoaların ve çökellerin görece oransal bolluğu ve aralarındaki ilişkileri, 2. Resif oluşturan türlerin çeşitliliği, 3. Resif yapıcı organizmaların büyüme biçimleri.

Resif fasiyeslerinin saptanmasına ilişkin bu bilgiler genellikle sert dalgaya dayanıklı çatıdokusu ve dikçe eğimli resif cephesi çökelleri ile karakterize edilen güncel ve Tersiyer

mercan resiflerinin çalılışılması ile oluşan bilgiler üzerine kurulmuştur. Ancak günümüzdeki resiflerin son birkaç bin yıldır geliştiğini ve Flandrian transgresyonundan önemli ölçüde etkilendiğini unutmamak gerekir (Chappel ve Polach, 1976).

Longman (1981) de herhangi bir resif veya resif kompleksinde açık denizden, kara yönüne doğru 8 fasiyes ayırtmıştır. Bunlar: 1. Uzakça moloz çökelleri (Distal talus), 2. Yakınca moloz çökelleri (Proximal talus), 3. Resif yamacı (Reef slope), 4. Resif çatıdokusu (Reef framework), 5. Resif doruğu (Reef crest), 6. Resif düzlüğü (Reef flat), 7. Resif gerisi kumu (Back reef sand) ve 8. Lagün (Lagoon) fasiyesleridir.

James (1979, 1983) ise bu fasiyesleri, üç temel fasiyes kapsamında ele alarak tanımlamıştır. Bunlar: 1. Resif kanadı (Reef flank), 2. Resif çekirdeği (Reef core), 3. Resif arası (Inter reef) fasiyesleridir. Resif çekirdeği fasiyesi, kapsam olarak Longman'ın resif çatıdokusu, resif doruğu, resif düzlüğü ve resif gerisi fasiyeslerini içermektedir. Resif kanadı fasiyesi ise, resif yamacı, yakınca ve uzakça moloz fasiyeslerini kapsamaktadır. Benzer fasiyeslerin genel özellikleri çizelge 2'de özetlenmiştir. Bu çizelgeden görüleceği gibi fasiyesler, aynı zamanda resif morfolojisi ve ekolojisini de belirleyen kuşakların genel yansımasıdır. Resif fasiyeslerinin yanal dağılımlarının genel olarak düzenli bir sıra gösterdiği varsayılmaktadır. Ancak fasiyesler arası sınırlar çoğu kez geçişlidir ve fasiyeslerin tümünü her resifte görmek olası değildir. Ayrıca her fasiyesin yanal ve düşey dağılımları önemli derecede farklılıklar gösterebilir. Bu farklılıklar büyük ölçüde deniz tabanının topoğrafyası, yağış düzeni, karasal koşullara (subaerial exposure) açık olması, denizel ortamdaki akıntı düzenleri, rüzgar ve dalga enerjisi gibi etkenlerden kaynaklanmaktadır. Resifal fasiyeslere ilişkin diğer bir nokta da fasiyeslerin oluşturulmasında derinlik faktörü yerine, sedimantasyon ve organik gelişimi denetleyen süreçlerin esas alınmış olmasıdır. Bu neden ile resif çatıdokusu ve resif yamacı fasiyesleri arasındaki ayırım, derinlik faktörü yerine çatıdokusunu oluşturan temel organizmaların yaşam sınırları gözetilerek oluşturulmuştur. Örneğin resif çatısı ile resif yamacı arasındaki sınır, çatı oluşturan organizmaların yaşayabileceği derinliğin alt sınırına karşılık gelmektedir. Resif çatıdokusu ve resif doruğu fasiyesleri arasındaki sınır ise, zaman zaman günlenme koşullarına açılan bir kuşağı belirler. Resif çatısı ile resif düzlüğü, resif düzlüğü ile resif gerisi fasiyesleri arasındaki sınır ise, görece su derinliği farklılığını ve/veya azalan akıntı etkinliğini yansıtmaktadır.

Aşağıda Longman (1981)'in fasiyes tanımlamaları esas alınarak anlatılmıştır:

**Resif Çatıdokusu Fasiyesi:** Bu fasiyes, resif yapıcı organizmaların iskeletlerinde ve kireç çamuru matrisinden oluşan masif karbonatlar ile karakterize edilir. Resif çekirdeği fasiyesi olarak tanımlanan bu fasiyes, resifin ana büyüme kütlelerini oluşturan, sert organik çatıdokusunu belirtir. Egemen olarak resif çatıdokusunu oluşturan mercan ve mercanımsı alglerin iskeletleri ile bu iskeletlerin biyerozyon ve dalga/akıntı işlevi ile parçalanması sonucu oluşan molozlardan meydana gelmektedir. Çatıdokusu, organizmaların oyucu işlevleri, çimentolanma ve sedimantasyon nedeni ile tamamen bozulmuş olabilir. Engeltaşı ve çatıtaşı bu fasiyesi tanımlayan özgün litolojilerdir. Ancak organizmaların değişik çeşitteki

büyüme biçimleri nedeni ile bağlamtaşları da yaygın olarak bulunur. Herhangi bir resifte çatıdokusu fasiyesi oranı % 30 civarındadır. Ancak bu oran resiften resife % 10 ile % 70 arasında oynayabilir. Çatıdokusu fasiyesinin bu yüzde oranlarının farklılığı, genellikle çatıdokusu oluşturan organizmaların doğası ve resif gelişimini olumsuz yönde etkileyen yıpratıcı süreçlerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca biyolojik ve diyajenetik süreçlerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca biyolojik ve diyajenetik süreçlerin neden olduğu yaygın mikritleşme de çatıdokusu gelişimini etkiler. Resif çatıdokusu fasiyesi kapsamında cepler, kanallar veya birkaç metre kalınlıktaki mercerler halinde, resifal organizmaların iskelet kırıntularından oluşan kumlar bulunabilir. Akıntı etkinliğinin engellendiği yerlerde ise kireç çamuru çökebilir. İnce taneli gercin büyük bir bölümü yerel olarak oyucu organizmalar tarafından üretilir (Land ve Moore, 1977). Resif çekirdeğindeki bu organizmaların olumsuz etkileri yer yer resif çatıdokusunu bozacak düzeyde yaygın bulunabilir (Moore ve Shedd, 1977). Resif çatıdokusu fasiyesi çökelleri, ince taneli gercin kaba taneli iskelet parçaları ile birlikte bulunması nedeni ile kötü boylanmalı bir karakter kazanmıştır. Çatıdokusu, organizmaların oyucu işlevi yanı sıra, yinelenen çimentolaşma ve sedimantasyon nedeni ile de bozulabilir. Buradaki çimento malzemesi aragonit ve Mg-kalsit ile karakterize edilen denizel çimentodur.

**Resif Doruğu Fasiyesi:** Resif yüzeyinde gelişen ve sığ su koşullarını yansıtan fasiyestir. Pekçok yönü ile resif çatıdokusu fasiyesine benzer. Ancak buradaki mercanlar parmak görünümlü, kısa küt formlar ile yassı ve levhamsı mercanlardan

oluşmaktadır. Mercan büyümesi bu fasiyeste hemen hemen yatay düzlemler şeklinde gerçekleşir. Formların çeşitliliği çatıdokusu fasiyesine göre daha sınırlıdır. Mercanların yassı formlar şeklinde büyümeleri, sığ su ortamını daha yeterli bir şekilde kullanmalarından kaynaklanmaktadır. Bu ortamın düşük gel (low-tide) zamanlarında atmosfer koşullarına açık hale gelmesi, mercanların düşey gelişimini engellemektedir. Buna rağmen bu fasiyeste, büyüme konumunu nadiren korumuş mercanlara rastlanılması ve mercan büyümesinin görece olarak gelişme göstermesi, resifin henüz olgunlaşma safhasına ulaşamamış olmasıdır. Duraylı deniz düzeyi koşullarında, mercan büyümesi giderek deniz düzeyine ulaşacağı için resif doruğu fasiyesi, fırtınalar ile resif çatıdokusundan koparılan mercan parçalarından oluşmuş bir moloz örtüsü ile karakterize edilecektir. Mercan parçaları kum ile blok arasında yer alan boyutlardadır. Bu mercan moloz örtüsü yoğun olarak organizmalar tarafından oyulmuş ve çeşitli tiplerdeki algler tarafından kabuk gibi sarılmıştır. Bu fasiyeye ilişkin litolojiler bağlamtaşlarından çatıtaşlarına değin uzanan bir çeşitlilik gösterir.

**Resif Düzlüğü Fasiyesi:** Resif yapıcı organizmaların iri iskelet molozlarından ve kumlarından oluşan çökeller ile karakterize edilir. Kireç çamurunun büyük bir bölümünün akıntular tarafından taşınması nedeni ile çökeller iyi, orta boylanma gösterir. Bu fasiye özgü litolojiler, iskelet parçalarından oluşan çomaktaşları ile iskelet kumlarının oluşturduğu tane taşlarıdır. Kaba moloz çökelleri ve kumlar genellikle köşeli, yarı yuvarlak taneli, mercan, alg, mollusk, ekinoderm ve foraminifer parçalarından oluşmaktadır. Masif ve

FASİYESLER		Çökelin Süreci ve Organizmalar Üzerindeki Denetimi	Olasılıklı Korunmuş Organizma Tipleri	Tane Boyu	Boylanma	Çatıdokusu Oranı (%)	Tipik Derinlik (m.)	Egemen Kayac Tipi
James 1978, 1983	Longman 1981							
RESİF ARASI FASİYESİ	LAGÜN	Düşük enerji, yoğun eceleme, ender akıntılar ve türbiditler, karasal çökel girdisi olasılığı	Molluskler, ekinodler, miliolidler, foraminiferler, ostrakodlar	Kaba iskelet molozları ile karışık çamur	Kötü	0	5-10	Vaketaşı
	RESİF GERİŞİ KUNU	Resifi etkileyen ender fırtınalar ve akıntılar, sıçramalı taşınma, gravite ve kayma	Halimeda, miliolidler, kırmızı algler, ender parmak mercanları	Kaba	Orta-iyi	0	1-10	Tanetaşı
RESİF ÇEKİRDEĞİ FASİYESİ	RESİF DÜZLÜĞÜ	Ender fırtınalar, iyi su dolaşımı, çamurdan arınma	Parmak mercanları, kırmızı ve yeşil algler, bentik foraminiferler, masif mercanlar	Kaba-çok kaba	Orta	0-10	1-3	Tanetaşı, Dağınık mercanlar
	RESİF DORUĞU	Yüksek dalga enerjisi, sürekli türbülans, iyi su dolaşımı	Dalgaya dayanıklı mercanlar ve algler	Çok kaba	Orta-iyi	0-80	0-2	Tanetaşı (az bağlamtaşı)
RESİF ÇATIDOKUSU	İyi su dolaşımı, derinlerde ender olmak üzere yüksek dalga enerjisi	Bol mercanlar, algler, molluskler, ekinoderm, foraminiferler	Çatıdokusu ve kum	Kötü, bazı oyuklarda çamur	Orta-iyi	20-80	1-30	Bağlamtaşı
RESİF KANALI FASİYESİ	RESİF YANACI	Sınırlı ışık, ender türbülans, gravite ile taşınmış resif molozları	Yumuşak mercanlar, yassı mercan levhaları, süngerler	Karışık	Kötü	5-40	20-50	İstiftaşı Bağlamtaşı
	YAKINCA MOLOZ	Ender türbülans, gravite ile taşınım, az ışık, duraysız taban	Sınırlı organizma	Orta-kaba	Kötü-iyi	0	40-100	Tanetaşı İstiftaşı
	UZAKÇA MOLOZ	Durgun su, ışiksiz, gravite ile kayan çökeller	Planktonik foraminiferler	İnce	Orta-iyi	0	100-200	İstiftaşı

Çizelge 2. Çağdaş resiflerin fasiyes özellikleri

parmak biçimli küt mercanlar bu fasiyeste yerel olarak bol bulunmaktadır. Masif olarak korunmuş mercanlarda ve moloz çökellerinde diğer organizmalara ilişkin oyuklar görülebilir. Bir-iki metreyi geçmeyen su derinliği nedeni ile de ortamın bol ışık alması, başta Halimeda olmak üzere yeşil ve kırmızı alglerin de oldukça yoğun gelişmesine olanak sağlamıştır. Ancak bu ortamdaki dalga ve akıntı enerjisinin, resif çatısı ve doruğuna göre daha düşük olmasından kaynaklanan sınırlı su dolaşımı ve çökellerin devamlı olarak yer değiştirmesinin neden olduğu bulantılı su koşulları, besinlerini sudan sızma yolu ile alan, diğer resifal organizmaların çeşitli ve bol olarak gelişmesini engellemiştir.

**Resif Gerisi Kum Fasiyesi:** Bu fasiyes dalga enerjisinin alabildiğince sönmüldüğü ve su derinliğinin genellikle 10 m. yi aşmadığı koşullardaki resif ortamını tanımlar. Çökeller karakteristik olarak karbonat kumu ve çamurundan oluşmaktadır. Ortam resif gelişimi için elverişli değildir. Karbonat kumlarının ana bileşeni mercan, mercanimsi algler olmakla birlikte, ekinoderm, mollusk ve foraminifer kumları da yaygın olarak bulunur. Çamur, ender olarak deniz çayırının gelişmiş olduğu yerlerde görülür. Çökel boylanması iyidir.

Bu fasiyesi oluşturan çökeller, genellikle fırtınalar ile resif önünden taşınmıştır. Fasiyesin genişliğinin değişken olması; genellikle taban topoğrafyasına, resif önünden gelen çökel miktarına ve zamana bağlıdır. Genellikle onlarca metre genişlikte olup, deniz düzeyinin uzun süreli olarak duraylı kaldığı ve karbonat çökellerinin resif önünden bol olarak sağlandığı koşullarda, kilometrelerce enilikte gelişebilirler. Tersiyer resiflerinde çok yaygın olarak bulunan bu fasiyes, iyi gelişmiş gözeneklilik içermesi nedeni ile, hidrokarbon birikimi bakımından en elverişli olanaklara sahiptir.

**Lagün Fasiyesi:** Oldukça durgun ve sınırlı su koşullarının egemen olduğu bir fasiyestir. James (1979, 1983)'in tanımlamasındaki resif arası fasiyese eşdeğerdir. Karakteristik olarak gelgit altı kuşağında yeralan çamurlu sığ su karbonatlarından oluşur. Lagün çökelleri resiften kaynaklanabildiği gibi karasal kökenli de olabilir. Lagün fasiyesi çökelleri kötü boylanmalı olup, mollusk, foraminifera ve Halimeda içerir. Foraminiferler, özellikle miliolid ve peneroplid gibi, sınırlı su ortamı formlarıdır. Bu fasiyeste açık deniz faunası olan planktonik formlara genellikle rastlanmaz. Varolan planktonik formlar, fırtınalar etkisi ile açık denizden taşınmış olanlardır. Lagün fasiyesi hidrokarbon birikimi bakımından önemli olmamakla beraber, kaynak kayacı olarak önem taşımaktadır.

**Resif Yamacı Fasiyesi:** Bu fasiyes, resif çatı dokusu fasiyesinin açık denize bakan tarafında yer alır. İnce, kalın katmanlı ve dikçe eğimli (50° - 90°) tanetaşları ile istiflaşlarından oluşur. Çökeller, resif çatı dokusundan kaynaklanan iskelet molozları ile resifal kireçtaşı bloklarından oluşur. Çökel taşınması gravite kaymaları ile gerçekleşir. Bu fasiyes, genellikle onlarca metre derinliğindeki su ortamında geliştiği için, dalga enerjisi ve ışık durumu diğer fasiyeslere göre düşüktür. Bu neden ile bu fasiyeste scleractinian mercanların yerini yumuşakça mercanlar olan alcyonarianlar almıştır. Mercanlar levhamsı biçimde olup, ayrıca Halimeda ve süngerler gibi organizmalar da görülür.

**Yakınca Moloz Fasiyesi:** Resif yamacının aşağısında

yeralan bir fasiyestir. Resiften kaynaklanan molozlardan oluşur. Bunlar, bileşim olarak mercan parçaları, çapları birkaç metreye ulaşan resif blokları, Halimeda, kırmızı algler ve diğer resif oluşturuca organizma kırıntıları içerir. İskeletsel istiftaşı, tanetaşı ve çamurtaşı, bu fasiyese özgü kayaçlardır. Bazı yerlerde resif molozu ile birlikte karasal gereç de görülebilir. Bunlar kalınlıkları birkaç santimetre ile birkaç metre arasında değişen ve yanal olarak devamlılık sunan katmanlar halinde bulunur.

**Uzakça Moloz Fasiyesi:** Yakınca moloz fasiyesinin yamaç aşağı bölümüdür. Resiften kaynaklanmış fakat daha ince taneli olan molozlar, planktonik organizma kırıntılarından oluşan çökeller ile karakterize edilir. Yakınca ve uzakça moloz fasiyesleri arasındaki sınır geçişlidir. Ancak uzak moloz fasiyesi yanal olarak derin deniz ortamı fasiyeslerine geçiş yapar. Bu geçiş, planktonik formlarda görülen oransal artma ile kolayca ayırtedilebilir.

**Resif Diyajenez:** Platform kenarı boyunca yer alan resif çökellerini etkileyerek büyük ölçüde değişime uğratan iki süreç denizel çimentolanma ve biyoerozyondur. Denizel çimentolanma resif/resif kompleksini oluşturan iskeletsel yapıyı ve çökelleri birbirine bağlayarak kayaçlaşmaya dönüştürmü sağlar (James, 1976; Longman, 1981). Denizel çimento malzemesi Mg-Kalsit ve/veya aragonitten oluşmaktadır (Land ve Goreau, 1970; Macintyre, 1977). Çimentolanma olayı çoğunlukla açık deniz tarafında yeralan resiflerde görülmektedir. Çimentolanma özellikle, resifin yüksek dalga enerjisine açık olan resif doruğu kuşağında gerçekleşir (James ve Ginsburg, 1981). Resif/resif kompleksinin su altında bulunan derince bölümlerinde ise çok az bir çimentolanma olayı gerçekleşmektedir. Bunun da başlıca nedeni, düşük enerji koşullarının egemen olduğu bu yerlerde, çökeller içerisindeki su hareketinin sınırlı olmasıdır.

Biyoerozyon, lagün resiflerinde yoğundur ve çoğu kez erken kayaçlaşmanın (early lithification) gerçekleştiği aşamada resifin çökel dokusunu değiştirir (Kobluk ve Risk, 1977; Land ve Moore, 1977; Friedman, 1978; Longman, 1981). Biyoerozyon devamlı olarak yinelenen bir süreçtir. Bu süreç resifin süngerler, ikikapaklılar ve kayaç içinde yaşayan mikrodeleri organizmalar (endolitler) tarafından devamlı olarak yapılması, oyucu organizmaların ölümü, oyukların çökeller tarafından doldurulması ve bu çökellerin kayaçlaşmaya dönüşmesinden oluşan bir döngüdür. Bu döngü, kayaçların tekrar kayaç içinde yaşayan organizmaların yeni soyları tarafından yapılması ile başlayan yeni bir süreç ile yinelenerek devam eder.

#### RESİF YAPAN ORGANİZMALAR

Resif ve karbonat yığılımlarının oluşum ve gelişim sürecinde mercanlar, hydrozoalar, algler, süngerler, bryozoalar, foraminiferler, krinoidler ve mollusklar gibi organizma toplulukları etkin rol oynarlar. Bu canlıların resif yapısına koydukları katkı iki ana bölümde özetlenebilir: 1. Resifin çatı dokusunu oluşturan veya bu dokuyu birbirlerine bağlayarak dalgaya dayanıklı gövdenin oluşumunu sağlayan temel organizmalar grubu. Bunlar mercanlar, mercanimsi algler (kırmızı algler), kalkerli algler, hydrozolar ve süngerlerdir. 2. Gövdenin çatı dokusu arası boşluklarını iskelet parçaları ve ürettikleri karbonat çökelleri ile dolduran; çatı dokusu ile çökelleri birbirlerine bağlayarak resif gövdesinin örülerek

RESİF TİPİ	RESİF TÜMSEKLERİ	TEPE	DUVARLI
		RESİFLİ YOKUŞLAR	RESİF KOMPLEKSLERİ
KUVATERNER	KRİNOİDLER	DENİZ ÇAYIRI	MERCANLAR
	SÜNGERLER	MERCANLAR	KIRMIZI ALGLER
	MERCANLAR		
TERSİYER	?	NUMMULİTLİ	MERCANLAR
		FORAMLAR VE KIRMIZI ALG DENİZ ÇAYIRI	KIRMIZI ALGLER
KRETASE	SÜNGERLER	RUDİSTLER	STROMATOPOROİDLER
		STROMATOPOROLDLER	MERCANLAR ?
JURA	SÜNGERLER	MERCANLAR	MERCANLAR
	ALGLER		KIRMIZI ALGLER
TRİYAS	SÜNGERLER	MERCANLAR	?
		SÜNGERLER	
		KIRMIZI ALGLER	
PERMİYEN	BRYOZOA	TUBİPHTLER	SÜNGERLER
	BRAKİYOPOD	KALKERLİ ALGLER	KALKERLİ ALGLER
	KALKERLİ SÜNGERLER		
	KRİNOİDLER		
KARBONİFER	PHYLLÖİD ALGLER	KATKERLİ ALGLER	?
	BRYOZOA	TUBİPHYTLER	
	KRİNOİDLER	KRİNOİDLER	
DEVONİYEN	MERCANLAR	MERCANLAR	STROMATOPOROİDLER
	BRYOZOALAR	STROMATOPOROİDLER	
	KRİNOİDLER		
SİLURİYEN	MERCANLAR	STROMATOPOROİDLER	?
	BRYOZOALAR		
	KRİNOİDLER		
ORDOVİSİYEN	BRYOZOALAR	KRİNOİDLER ?	?
	SÜNGERLER		
	MERCANLAR		
KAMBRİYEN	ARCHAEOCYATHİDLER	ARCHAEOCYATHİDLER	?
	RENALCİS		
	EPIPHYTON		
PREKAMBRİYEN	?	STROMATOLİTLER	?

Çizelge 3. Karbonat şelfi kenarlarındaki resif yapıcı organizmaların jeolojik zaman boyunca dağılımı.

gelişmesine de olanak sağlayan yardımcı organizmalar grubu. Bunlar ise çeşitli algler, krinoidler, mollusklar, foramlar ve bryozoalardır.

Resif yapıcı organizmaların işlevine ilişkin yapılacak bir genellemede, organizmaların jeolojik geçmiş boyunca değişim gösterdiğini de gözönünde bulundurmak gerekir. Örneğin güncel resifler egemen olarak hermatipik scleractinian mercanlar ile mercanimsi algler tarafından oluşturulmaktadır (Milliman, 1974; Bathurst, 1975; James, 1979, 1983). Bunların yanısıra, kabuk bağlayıcı foraminiferler (Ör. Homotrema), diğer alg türleri, süngerler ve mollusklar gibi organizmalar ikincil derecede rol oynamaktadırlar. Ancak jeolojik geçmişte bu organizmaların resif oluşumundaki işlevleri çok farklı düzeylerde gerçekleşmiştir.

Ayrıca eski resiflerde bulunan organizmaların doğası, bu organizmalardan pek çoğunun günümüzdeki hermatipik mercanlara benzer düzeyde, sert bir organik çatı oluşturabilecek biçimde gelişmemiş olduklarını da ortaya koymaktadır (Newel, 1972; Heckel, 1974). Eski resiflerin çatıdokularını oluşturan organizmaları, kalkerli iskeletleri olmayan, fakat kireç çamurunu kapıyarak tutan organizmalardan, narin dallı organizmalar ile masif organik çatı dokularına değin uzanan bir yelpaze kapsamında gözetmek gerekir (Longman, 1981). Örneğin archaeocyathidler, kalkerli alglerin çoğu, kalkerli ve silisli süngerler, rugosa mercanlar, brakiyopodlar, bryozoalar, rudistler ve krinoidler gibi organizmalardan oluşan eski karbonat yığılımlarının pek çoğu güncel resiflerdeki gibi sert organik çatıdokusundan yoksundurlar (Heckel, 1974; Longman, 1981). Resif ve karbonat yığılımlarını oluşturan organizma gruplarının jeolojik geçmiş boyunca dağılımları çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3, Longman (1981) tarafından ilgili literatürün taraması sonucu hazırlanmıştır. Bu çizelge üç önemli noktayı ortaya koymaktadır: 1. Duvarlı resif kompleksleri (walled reef complexis, Wilson 1974) ancak mercanlar ve mercanimsi algler gibi çatıdokusu oluşturan temel organizmaların ortaya çıktığı jeolojik zamanlarda var olmuştur. 2. Paleozoyik'te egemen olarak durgun su koşullarında gelişmiş resif tümsekleri (reef mounds) oluşmuştur. 3. Aynı grup içindeki organizmalar farklı biçimlerdeki resiflerin gelişebilmesine de olanak sağlamaktadır.

**Mercanlar:** Anthozoa sınıfı içerisinde yer alan mercanlar, kalkerli veya boynuzsuz dokulu iskeletleri olan ve yaşam dönemleri boyunca polip aşamasında kalmış, omurgasız (invertebrate) hayvanlar grubudur. Tek veya koloniler halinde yaşayan ve sert bir zemine tutunarak gelişen mercanlar güçlü ve dayanıklı kalkerli iskeletlerinin varlığı nedeni ile resif gövdesinin çatıdokusunu oluşturan esas formlardır. Mercanlar geniş bir coğrafik dağılım göstermekle beraber taşımış mercanlar (Scleractinia), yumuşakça mercanlar (Alcyonacea), mavi mercanlar (Coenothecalia) ile yelpaze ve boynuzsuz mercanlar (Gorgonacea) genel olarak ılık, sıg sularda bulunurlar.

Mercanlar, dokularında bulunan ve birlikte ortak yaşam sürdürdükleri zooxanthellaların (tek hücreli dinoflagellat) fotosentez için güneş ışığına olan gereksinimleri nedeni ile, derinliği 70m. yi aşmayan bol ışıklı sıg su ortamlarında gelişme göstermektedirler. Ancak bazı mercanların ılıman ve kutup kuşaklarının, derinliği 6200 m. ye varan soğukça

denizlerinde yaşadığı da bilinmektedir (Wells, 1956; Youge, 1968).

Mercanlar karakteristik olarak asılı gereçten arınmış ve ortamsal koşulların ekolojik olarak tekdüze olduğu ılık tropikal kuşağın, duru ve berrak sularında yaşarlar. Yaşamları için en uygun deniz sıcaklığı 25-27°C arasındadır ve 18,5°C den daha düşük sıcaklıktaki sularda yaşayamazlar. Mercanların yaşamı için elverişli tuzluluk oranı ise % 34-37 arasındadır. Mercanlar, yaşam ortamlarını etkileyen kısa aralıklı tatlı su ve çökel girdileri ile aşırı tuzlu su koşullarına karşı çok duyarlıdırlar. Ancak Porites gibi bazı mercan cinsleri ise çamurlu su ortamında gelişim gösterebilir, fakat sert çatıdokusu oluşturamazlar. Bu genellemeler dışında soğuk (11°C) ve sıcak (40°C) su koşulları ile (Macintyre ve Pilkey, 1969), acı ve aşırı tuzlu (%0, 60) su ortamlarına uyum gösteren (Squires, 1962) mercanların varlığı da bilinmektedir. Mercanların büyüme hızları, suyun durulduğu, besleyici maddenin yeterliliği, suyun sıcaklığı, mercanın yaşı ve türü gibi yerel ortamsal koşullara ve biyolojik faktörlere bağlıdır. Örneğin küresel biçimli masif mercan olan *Montastraea annularis* yılda 2-3 cm., geyik boynuzuna benzer dallı bir yapısı olan *Acropora palmata* yılda 2-3 cm., Poritesler ise genel olarak yılda 3-4 cm.'lik bir büyüme gösterir. Öte yandan taş mercanlar (scleractinia) tarafından oluşturulan resiflerin büyüme hızları yılda ortalama 0,5 cm. ile 2,8 cm. arasında değişmektedir. Florida körfezinde yılda 10 cm.'lik bir büyüme gösteren *Acropora* cinsinin büyüme hızı, daha tropikal koşulların egemen olduğu Jamaica denizinde yılda 26 cm. ye kadar ulaşmaktadır (Milliman, 1974). Ancak Teichert (1958) ise resif oluşturan mercanların yılda 15-26 cm. lik büyüme hızına sahip olabileceğini vurgulamıştır. Çeşitli scleractinian ve hydrozoa bireylerinin büyüme hızları ile kalsiyum karbonat üretme miktarları çizelge 4 de gösterilmiştir (Goreau, 1959; Lewis, 1969).

Mercanlar, resif oluşturu (hermatip) ve resif oluşturmayan (ahermatip) mercanlar olmak üzere iki grupta ele alınmaktadır. Hermatip terimi (hermatypic) Yunanca resif anlamına gelen "herma" teriminden türetilmiştir ve resif oluşturu anlamına gelmektedir. Genellikle koloni halinde yaşayan sıg su resiflerini oluşturan scleractinian mercanlarını tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Ahermatip (ahermatypic) mercanlar terimi ise resif oluşturmayan derin su mercanlarını tanımlar. Hermatip mercanlar, ahermatip mercanlardan dokularındaki tek hücreli algler olan zooxanthellaların varlığı ile ayrılırlar. Ancak zooxanthellalar fosil olarak herhangi bir iz bırakmadıkları için, bu ayırımın sadece biyolojik açıdan bir önemi vardır. Jeolojik kayıtlardaki hermatip/ahermatip mercanların ayırtılması koloni oluşturmaları yanısıra ancak beraber buldukları diğer fauna topluluğunun niteliği ile mümkündür. Sıg su faunası ile birlikte bulunan ve zengin çeşitlilik gösteren mercan yığılımları hermatip kökenlidir (Teichert, 1958).

**Hydrozoalar:** Bunlar (hydractinoidler ve hydrocorallinaeler) karbonat salgılayan ve yaşam süreçleri boyunca hem polip hem de meduz formlarına (polymorphic) veya meduz formlarına sahip en önemli organizmalar grubudur (Wells, 1956). Tabak biçimli hydractinoidler K. Amerika ve Sibirya'daki Üst Paleozoyik yaşlı karbonat tümseklerinin oluşumuna önemli katkıda bulunmuşlardır. Hydrocorallinaeler, farklı dağılım gösteren Milleporidler ve Stylasteridler ile

karakterize edilir. Üst Kretase'de ortaya çıkmışlardır. Milleporidler, günümüz tropikal denizlerinde yeralan kırmızı algli hermatipik resif komplekslerinde, yerel çatıdokusu oluşturucu ve bağlayıcı organizmalar olarak işlev görmüşlerdir. Millepora cinsi genel olarak resiflerin, resif önü kuşağında yer alır. Stylasteridler alabildiğince yaygın bir dağılım göstermektedir ve güncel derin su ahermatipik karbonat yığışımalarında çatıdokusunu oluşturucu organizmalar olarak da katkı koyarlar.

**Algler:** Resif oluşumunda mercanlar kadar önemli rol oynayan diğer bir organizma grubu da alglerdir (Milliman, 1974; Wilson, 1975; Bathurst, 1975). Bitki kökenli olmaları nedeni ile fotosenteze olan gereksinimleri, alglerin karakteristik olarak bol güneş ışığının bulunduğu sığ sularda odaklanmalarına neden olmuştur. Algler üç ana grupta toplanarak irdelenmektedir: 1.Mavi-yeşil algler (Cyanophyta), 2. Yeşil algler (Chlorophyta), 3.Mercanımsı algler olarak da tanımlanan kırmızı algler (Corallinae algae).

**1.Mavi-yeşil algler:** Bu algler çok sığ sularda yaşarlar ve aşırı sıcaklık ve tuzluluk koşullarına karşı büyük bir uyum gösterirler. Bunlar bazı tek hücreli yeşil algler ile birlikte stromatolitlerin oluşumunu sağlayan yapışkan yaygıları (Mucilaginous mats) oluşturmuşlardır.

Mavi-yeşil algler ilk çıkışlarında karasal ve denizel sığ su ortamlarında, stromatolit yaygılarından oluşan, karbonat yığışımını meydana getirmişlerdir. Geç Paleozoyik ve Mesozoyik karbonat yığışımalarında yardımcı kabuk bağlayıcı organizmalar olarak rol oynarlar. Senozoyikde ise bu algler, uzun süreli aşırı tuzluluk koşullarının egemen olduğu bazı lagünler ile bataklıklarda da karbonat yığışımını oluşturmuşlardır.

**2.Yeşil algler:** Bunların yalnızca denizel formları (Codiacean ve Dasycladean) kalsiyum karbonat salgılar. Yeşil

algler, kökleri olan, dik duran ve çoğunlukla segmentli bitkilerdir. Günümüzde yalnızca tropikal ve subtropikal sığ denizel ortamlarda bulunurlar. Bunlar, Devoniyen'den günümüze kadar denizel resif komplekslerine iskeletsel çökel sağlamışlardır. Bunlardan özellikle Halimeda, günümüzdeki tropikal denizlerin resiflerine büyük ölçüde kum boyutlu çökel katkısı sağlayan bir formdur. Günümüzde bol bulunan yeşil alglerden bazıları da (Ör.Penicillius) öldükten sonra tamamen ayrıyarak çamur boyutlu karbonat çökellerine dönüşür ve ortamdaki karbonat çamuru oranına önemli ölçüde katkıda bulunur (Stockman ve diğ., 1967). Tüm bu çökeller, özellikle resif gerisi fasiyesi ile atollerin lagün fasiyesinde yoğun olarak bulunmaktadır.

**3.Mercanımsı algler (Kırmızı algler):** Bu algler, Kambriyen döneminde ortaya çıkmışlardır. Kretase döneminden günümüze değin sığ denizel karbonat yığışımının oluşumunda birinci derecede rol oynamışlardır. Bunlardan solenoporidler, çökel üretimini sağladığı gibi, bağlama işlevini de yapmışlardır. Paleozoyik ve Mesozoyik'te ise yerel olarak yığışımın çatıdokusunu oluşturmuşlardır. Günümüzdeki mercanımsı algler Senozoyik yaşlı tropikal sığ su karbonat yığışımında, yerel çatıdokusunu oluşturma ve bağlama işlevini üstlenmeleri bakımından mercanlar kadar önemli rol oynamışlardır.

Mercanımsı algler, hermatipik mercanlara göre soğuk su koşullarına daha dayanıklıdır. Bu neden ile ılıman ve kutup bölgelerinin sığ denizlerinde tümüyle mercanımsı alglerden oluşan yığışım gelişmiştir. Norveç kıyılarındaki açıklardaki 20-40 m. derinliğindeki karbonat yığışımaları ile Sovyetler Birliği'nin kuzeyindeki Novaya Zemlya kıyı kuşağında, Bering Boğazı'nda, Spetzbergen'de ve Akdeniz'de bulunan kilometrelerce uzunluktaki yığışım bunların en güzel örnekleridir (Teichert, 1958). Mercanımsı algler, Akdeniz'in

	<u>Mg.Ca/MgN (Saat /mlg)</u>	<u>cm./yıl</u>
Acropora cervicornis	50	15-26
Acropora palmata	40-49	2-3
Millepora complata	40-49	
Porites porites	30-39	3-4
Millepora alcicornis	20-29	
Diploria labyrinthiformis	20-29	
Siderastraea	10-19	
Montastraea annularis	10-10	2-3
Porites astroides	0-9	
Madracis aspecula	-	2-3

Çizelge 4. Çeşitli scleractinia ve hydrozoa bireylerinin büyüme hızları ve kalsiyum üretim miktarları; Goreau (1959) ve Lewis ve diğ. (1968) esas alınarak hazırlanmıştır.

kayalık burunlarında saçak resifleri de oluşturmaktadır. Mercanimsı algler, güncel denizlerde karakteristik olarak gelgit arası kuşak (intertidal zone) ile sığ denizel kuşak (neritik) arasında bulunmaktadır. Gelgit kuşağında bulunan alg cinsleri özellikle kabuk gibi bağlayıcı özelliği olan formlardır (encrusting forms). Bunlar oldukça çalkantılı, fakat az çok derinliği olan sularda gelişmiş olup (Bikini resifi), ancak çok düşük gel olaylarında su düzeyinde kalmaktadırlar.

Normal gel olaylarında ise 5-10 cm. lik çalkantılı bir su kütle ile kaplanmaktadır.

Mercanimsı algler içerisinde özellikle Melobesidae familyasının üyeleri mercan resiflerinin oluşumunda başlıca rol oynamışlardır. Bu algler yoğun olarak gelgit arası kuşakta görülmüştür. Gel düzeyinin düşük olduğu koşullarda su düzeyinin üzerinde kalan çıplak kaya yüzeylerinde veya bunların su birikintilerinde de gelişmiş olduğu görülmüştür. Güneşin kurutucu etkilerine açık ortamlarda gelişmeleri ilginç olup, bu yerlerde algler, kırılan ve çatlayan dalgalardan saçılan sular nedeni ile devamlı nemli kalabilmektedirler. Ayrıca kahverengi algler tarafından da çok az örtülerek güneş ışınlarının etkisinden korunmakta ve kurumadan gelişebilmektedirler. Bu algler, yüksek gel düzeyinin üstünde yeralan ve dalga kırılması ve çatlamasının etkisiyle nem oranının yüksek olduğu, küçük deniz mağaraları veya dalga oyuklarında da gelişmişlerdir (Milliman, 1974; Bathurst, 1975). Kısa ve az çok çatallı dallardan oluşan Melobesia'lar genel olarak bir yere bağlanmadan büyürler. Kalın, kırılğan yaygılar biçiminde gelişim gösteren bu formlar, kumlu veya çamurlu deniz diplerinde, kabuk gibi sarıcı formlar ise taban çökellerine sıkıca bağlanmış olarak bulunurlar. Bu alglerin dallı tipleri, geniş yayılımları olan banklar oluştururlar. Bu tipler, büyüme biçimlerini akıntıların gücüne göre belirlemişlerdir. Örneğin dallı Melobesia formları, su dolaşımının sınırlı bulunduğu adalar arasında veya kıyıya yakın alanlarda görülmez.

Melobesia'lar normal veya normale yakın tuzlulukta gelişip, durgun ve kirli sularda gelişmezler. Örneğin Hawaii Adaları çevresindeki resiflerin, dalgalara açık yüzeylerinin dış kenarlarında ince kabuk görünümlü formları çok gelişmiştir. Dallı formlarına ise resifin dış kenarının gerisindeki sığ çanaklarda veya dalga etkinliğinin görelî olarak düşük olduğu resif cephesinde rastlanır. Melobesia'ların diğer alglerden farkı dalga etkisine dayanıklı olmalarıdır. Dalga tabanı altında kalan kesimlerde alglerin büyümeleri ve dağılımları, akıntular tarafından denetlenebilir.

**Foraminiferler:** Bunlar geç Paleozoyikten günümüze kadar karbonat yığılımlarının ve güncel tropikal resiflerin oluşumlarına çökel bağlayıcı ve sağlayıcı organizmalar olarak önemli düzeyde katkıda bulunmuşlardır (Bathurst, 1975; Heckel, 1974). Foraminiferlerin doğası ve dağılımları resifin farklı kuşaklarını belirler. Örneğin miliolidler ve peneropidler Kretase'den beri resif gerisi (şelf lagünü) ortamlarını karakterize ederler. Eosen nummulitleri resif kenarlarında ve resif önü sığlıklarında egemen olarak bulunurlar. Foraminiferlerin kabuk gibi sarıcı formları, resif önü ve resif gerisi ortamlarda, çökelleri bağlama işlevi görmektedir.

**Stromatoporoidler:** Bunlar da Paleozoyik'te, özellikle Siluriyen ve Devoniyen'de, mercanlar ile birlikte denizel karbonat yığılımlarını oluşturan temel organizmalardır (Wells,

1956). Çok değişik büyüme biçimleri nedeni ile bu dönemde hem çatıdokusu oluşturmuşlar, hem de bağlayıcı rol oynamışlardır. Mesozoyik'te ise stromatoporoidler, bazı scleractinian merca ve rudist resiflerinde çatıdokusu oluşturucu veya bağlayıcı olarak önem kazanmışlardır (Cloud, 1952).

**Süngerler:** Bunların büyük bir bölümü sert bir iskelete sahip, iri ve dikçe duran formlardır. Birkaç çeşidi ise kabuk gibi sarıcı özellik gösterir. Dik duran lithistidler Alt ve Orta Ordovisiyen denizel yığılımlarında stromatoporoidler yanısıra, çatıdokusu oluşturmuşlardır (Heckel, 1974). Bunlar silisli bir yapıya sahip olmalarına rağmen, bunların dikine büyüme özellikleri kabuk gibi sarıcı organizmalar için mükemmel bir ortam sağlamışlardır. Ancak Paleozoyik'te mercanlar ve stromatoporoidlerin maksimum gelişime ulaşmaları nedeni ile bu formların, yığılımların oluşmasındaki rolü ikinci düzeyde kalmıştır.

Geç Paleozoyik, Triyas ve Jura yığılımlarında kireçli süngerler (calcispoges) çatıdokusu oluşturan organizmalar olarak yeniden önem kazanmışlardır. Bu tip yığılımlar, özellikle hermatiplik mercanlar ve mercanimsı alglerin gelişimi için yeterli ışığın bulunmadığı derin sularda gelişmişlerdir. Kabuk gibi sarıcı süngerler, Ordoviyosen'den Holosen'e dek yardımcı çatı bağlayıcı organizmalar olarak rol oynamışlardır.

**Bryozoalar:** Bu grup büyüme şekilleri, mercanimsı algler, stromatoporoidler ile çeşitli mercanların büyüme şekillerine benzer. Bununla beraber bryozoalar, güncel ve eski resiflerin oluşumunda ikinci derecede rol oynamış ve genellikle bağlayıcı olarak işlev yapmışlardır (Cuffey, 1972; Duncal, 1957).

Bryozoalar Paleozoyik'te, karbonat tümseklerinin oluşumunda mercanlar ve stromatoporoidler ile birlikte etkin olmuşlardır. Senozoyik'te ise, diğer resif oluşturu organizmaların yaşamına elverişli olmayan, düşük düzeyde tuzluluk içeren acı sularda da (Ör. Sarmasiyen Denizi) yaşamlarını sürdürerek karbonat yığılımlarını oluşturabilmişlerdir.

**Serpulid kurtçukları:** Karbonat yığılımlarının oluşumlarında, çıkardıkları salgılar ile tüpler meydana getiren Polychaeteler önemli rol oynamışlardır. Serpulid kurtçukları genellikle yarı kurak iklimlerdeki tuzlu (hypersaline) ortamlara özgü formlardır. Tuzluluk değişimlerine karşı duyarlılık göstermezler (Daley, 1972).

**Mollusklar:** Yumuşakçalar karbonat yığılımlarına en az ölçüde katkı koyan yardımcı elemanlardır. Güncel sığ deniz resifal ortamlarında yalnız kırıntılı gereç üretirler. Bunlar, ortamın tuzluluk değişimlerine uygun göstermeleri nedeni ile, normal deniz ortamlarında olduğu gibi, acı su ortamlarında da bulunabilirler. Günümüzde molluskların ostrea grubu Karadeniz'in acı sularında yaygın karbonat yığılımlarını oluşturmaktadırlar.

Pelecypodların önemli bir grubu olan rudistler alt kapakları ile zemine tutunarak, iri formlar oluşturacak şekilde büyürler. Rudistler Kretase boyunca Meksika'dan Ortadoğu'ya ve Hindistan'a kadar uzanan ve içerisinde Tethys Okyanusu'nu da alan, tropikal sığ su resiflerinde yaygın çatı oluşturuçuları olarak görev yapmışlardır. Rudistler tipik olarak sığ su bağlayıcı organizmalar ile birlikte (ör. kalkerli algler), resif komplekslerinin iç bölümlerinde yer alırlar. Ancak bunlar

scleractinian mercanlar ile birlikte resiflerin denize bakan kenarlarında egemen olarak bulunurlar (Newel, 1971).

**Brakiyopodlar:** Paleozoyik boyunca ve yerel olarak da Mesozoyik sırasında bazı brakiyopoda tipleri karbonat yığılımlarında yer almışlardır. Holosen'de ise bazı derin su yığılımları ve yerel olarak da sığ su resiflerindeki mercanların alt kısımlarında bol olarak bulunmuşlardır. Brakiyopodlar çoğunlukla resiflerde çökel üretici olarak işlev yapmışlardır.

**Ekinodermiler:** Cystoidler, blastoidler ve krinoidlerden oluşan saplı pelmatozoan ekinodermiler Ordovisiyen'den Triyas'a kadar uzanan zaman aralığında bol olarak bulunmuşlardır. Pelmatozoan ekinodermiler (krinoidler) Paleozoyik ve Triyas yığılımlarının kanat ve örtü katmanlarını oluşturmuşlardır.

Ekinodermiler gelgitarası (intertidal) kuşaktan derin denize kadar uzanan ortamlarda bulunurlar. Bir yere tutunarak yaşayan bazı ekinodermilere günümüzde ahermatip mercanlardan oluşan derin su yığılımlarında rastlanılmaktadır. Sapsız ekinodermiler ise, batı Pasifik'te yer alan sığ su resiflerinde bol olarak görülmektedir.

### ORGANİZMALARIN ORTAMSAL DAĞILIMLARI

Resif ve karbonat yığılımlarını oluşturan organizmaların ortamsal dağılımları çeşitli ekolojik ve biyolojik faktörler tarafından denetlenmektedir. Heckel (1974), resif oluşturuca organizmaları su derinliği, sıcaklığı ve tuzluluk oranı gibi üç temel faktörü gözeterek dört as ortam kapsamında ele alarak yorumlamıştır.

**1. Sığ denizel ortam:** Bu ortam sıcaklık kriteri gözetilerek, a) tropik ve subtropik denizlerin ılık sığ suları ile, b) ılıman ve kutup kuşakları denizlerinin soğuk sığ suları olmak üzere iki alt ortam kapsamında ele alınmıştır.

Başlıca hermatipik mercanlar, mercanimsi algler, kalkerli yeşil algler, foraminiferler ve mollusklardan oluşan klasik mercan resif topluluğu, tropik ve subtropikal bölgele rin ılık sığ denizlerinde yer alır. Bu alt ortamda mercanlar ve mercanimsi algler, hydrozoalar (ör. milleporalar), masif alcyonarian mercanlar ile birlikte bir çatı dokusu oluşturur. Resif topluluğu çok sayıda türler içeren zengin bir canlı yaşamı (biota) ile karakterize edilmektedir.

Kutup ve ılıman kuşak denizlerindeki sığ su yığılımları ise, egemen olarak mercanimsi alglerden oluşmaktadır. Mercanimsi alglerin yanısıra, bryozoa ve serpulidlerden oluşan sınırlı bir yaşam ortamı içermektedir.

**2. Derin deniz ortamı:** Bu ortamdaki karbonat yığılımları ahermatipik mercanlardan oluşmaktadır. Bunların yanısıra Stylasterid, hydrocorallinler ile diğer omurgasız gruplar yer alır. Bu ortamlarda kesinlikle alg tipleri ve hermatipik mercanlar görülmezler. Kutup bölgelerinde alglerin etkin büyüyebilme derinliğinin limiti yaklaşık olarak 55 m. ile 100 m. arasında yer alır. Bu limit ekvatorial kuşakta 60 m. ile 150 m. arasında değişmektedir.

**3. Sınırlı tuzluluğa sahip kıyı yakını ortamı:** Bu ortamdaki canlı yaşamı normal deniz ortamlarında göç eden ve büyük tuzluluk oynamalarına dayanıklı (eurohaline) organizmalardan oluşur. Bu ortamda türlerin sayısı normal deniz ortamına göre oldukça azalmıştır. Düşük tuzluluk oynamalarına dayanıklı denizel organizmalar (stenohaline) acı su veya aşırı tuzlu (hipersaline) ortamlarda yaşayamazlar.

Mercanlar, kalkerli hydrozoalar, ekinodermiler, kalkerli süngerler ve mercanimsi algleri ile yeşil alglerin pekçoğu büyük ölçüde tuzluluk oynamalarına karşı dayanıklı olmadıkları için bu ortamda yoğun olarak bulunmazlar.

Günümüzde bu tip ortamların sığ sularında sadece üç tip organizma topluluğunun bazı üyeleri karbonat yığılımları oluşturmaktadırlar. Bunlar: 1. Vermetid gastropodlar, 2. Ostrealar, 3. Serulid kurtçuklarıdır. Bunlardan resif oluşturan vermetid gastropodlar 25 ppt.den daha az tuzluluğa dayanıklı değildirler. Dolayısıyla bunların yaşam alanları, normal deniz tuzluluğuna yakın ortamlar ile sınırlıdır. Ostrealar ise, azçok acı su ortamlara dayanıklı olup, resif oluşturma etkinliğini, yıllık ortalama tuzluluk oranlarının 15-25 ppt. arasında değiştiği ortamlarda gerçekleştirir. Serpulid kurtçukları ise gelgit olayına bağlı olarak tuzluluk oranlarının çok daha sık değişkenlik gösterdiği ortamlarda yaşarlar.

**4. Karasal ortamlar:** Tatlı ve tuzlu su ile karakterize edilen karasal su kütlelerindeki karbonat yığılımlarında, egemen olarak mavi-yeşil algler oluşmaktadır. Bu algler aşırı tuzlu (hipersaline) lagünlerinde de stromatolitleri oluştururlar. Bu alglerin yanısıra charophytic yeşil algler, ostrakodlar gibi organizmalar da yer alır.

### GÜNCEL VE ESKİ RESİFLERİN DOĞASI VE EVRİMİ

Resifler bütünüyle fiziksel çökelinin bir ürünü olmaktan ziyade, geniş bir zaman aralığında yerel olarak büyüyen organizmalar topluluğudur. Ancak bu topluluklar jeolojik dönemler boyunca önemli ölçüde değişim göstermişlerdir. Bu neden ile herhangi bir zaman aralığındaki resif topluluğu, kendisinden birkaç milyon yıl genç veya yaşlı resif topluluğundan oldukça farklı bir yapı gösterebilir. Dolayısıyla resifal karbonatların yorumuna ilişkin yapılacak sentezde, güncel ve eski resif toplulukların arkasındaki benzerlik ve farklılıklar ile resiflerin jeolojik geçmiş boyunca geçirdikleri evrim de bilinmesi gerekli bir olgudur.

#### Güncel Resifler

Günümüz okyanuslarındaki resifler hakkındaki bilgiler, genellikle Florida Şelfi, Bahama platformu, Karayibler Denizi ve İndo - Pasifik Okyanusu'nun ılık sığ sularında yer alan mercan-alg resiflerinin (coralalgal reefs) incelenmesi sonucu elde edilmiştir. Güncel resifler çok farklı özelliklere sahip olup büyük ölçüde Pleyistosen deniz düzeyi oynamalarından etkilenmiştir (Milliman ve Emery, 1968; MacNeil ve diğ. 1978). Bu resifler konumları, morfolojileri, boyutları, biyolojik özellikleri, evrimleri ve kendilerini çevreleyen su kütesinin derinliği gibi kriterler gözetilerek çeşitli tiplere ayrılmışlardır. Bunlar Darwin'in (1842) resiflerin kökeni/evrimi kuramından kalkarak önerdiği sınıflama sistemi esas alınarak üç ana tip altında toplanmaktadır: 1. Saçak resifleri (fringing reefs). 2. Sed resifleri (barrier reefs). 3. Atoller. Boyutları, konumları ve morfolojik özellikleri bakımından asıl resif tipleri dışında ele alınmakla birlikte yama resifleri de (patch reefs), diğerleri yanında çok önemli yer tutar. Ancak jeolojik geçmişin kayıtlarında saptanan resifler ve karbonat yığılımları, çok daha geniş kapsamlı bir yaklaşımla ele alınmaktadır (Heckel, 1974; Wilson 1974). Bu nedenle güncel resifler kapsamında, deniz tabanı üzerinde yükselen mercan-alg resifleri yanısıra, diğer iskeletli karbonat



yığışmaları da gözetilmektedir (James, 1983). Bu bölümde, mercan-alg resifleri ile karakterize edilen saçak, sed, yama resifleri ve atollerin yanısıra, büyük bir kısmı alglerden oluşan sığ su resifleri, dallanan mercan ve alglerden veya çoğunlukla kireç çamuru ve mercan yığışmalarından oluşan banklar ve çamur/resif tümsekleri (mud/reef mounds) ile derin sulara ilişkin iskelitle çökeller birlikte ele alınacaktır. Resiflerin ve resif tümseklerinin karbonat platformlarındaki dağılımları şekil - 9'da gösterilmiştir.

Güncel resifler karakteristik olarak hermatipik mercanlar ve kalkerli alger tarafından oluşturulmaktadır. Bu resifler en yaygın, tektonik olarak duraylı (pasif kıta kenarı) şelflerin ve platformların rüzgara açık taraflarında bulunur. Buralarda rüzgar ve deniz kabarmaları devamlılık sunmakta ve karaya doğru gelişim göstermektedir. Eski (fosil) resiflerin pekçoğunda da görülen asimetrik yapı bu durumu jeolojik geçmişte de geçerli olduğunu doğrulamaktadır. Resiflerin böylesine bir seçimli gelişim göstermelerinin nedeni, henüz yeterince açıklığa kavuşturulamamıştır. Ancak sedimantasyonun bu gelişimde önemli rol oynadığı düşünülmektedir. (James, 1983). Sığ su resiflerini oluşturan organizmalar karakteristik olarak bol miktarda ince taneli çökel üretirler. Ancak resif oluşturucu organizmaların büyük bir bölümü de (ör. Mercanlar besinlerini deniz suyundan süzerek aldıkları için (filter feeders) ince taneli çökellerin varlığına aşırı duyarlıdır. Açık okyanusların rüzgara bakan tarafları ise görelî olarak yüksek enerjili koşulları nedeni ile ince taneli gercin devamlı olarak aşınıp götürüldüğü ve dolayısıyla resif yaşamı için gerekli olan duru ve berrak su koşullarının sağlandığı elverişli ortamlardır. Ayrıca bu ortamlar serbest su dolaşımı nedeni ile besleyiciler bakımından da çok zengindir.

**Saçak Resifleri:** Işık, sıcaklık, oksijen ve besin yeterliliği bakımından elverişli koşulların sağlandığı kıyılarda gelişen resiflerdir. Kıyı resifleri olarak da bilinen bu resifler, şelf alanının dar olduğu koşullarda, resif gelişiminin kıyıya doğru ilerlemesi ve giderek kıyıya yaklaşması sonucunda da oluşurlar. Genel olarak tropikal denizlerdeki volkan adaları ile kayalık adaların kıyıları boyunca gelişirler. Bu tür kıyılar, deniz sularının sağladığı oksijen, besleyici tuzları ve besin maddeleri bakımından zenginlik gösterirler. Bu kıyılara açılan akarsu sistemleri normal deniz tuzluluğunu değiştirecek miktarlarda tatlı su girdisi sağlayamazlar. Ayrıca bu sistemlerin getirdikleri karasal gercin miktarı da çok sınırlıdır.

Saçak resifleri kıyıların dikçe eğimli denizaltı yamaçları ile devam ettiği koşullarda dar kuşaklar olarak gelişir. Batık deniz şekillerinin veya platformların devamlı olarak gelişen düşük eğimli kıyılarında ise saçak resifleri geniş bir kuşak oluştururlar. Günümüzdeki tropikal denizlerin pekçoğunun kıyıları boyunca geniş bir gelgit arası platformu bulunmaktadır. Bu platform kısmen veya tümüyle, mercanlar ve diğer resifal organizmalar ile kaplıdır. Saçak resiflerinin bulunduğu kıyılarda yapılan sondajlar, bu tip resiflerin çok ince olarak geliştiklerini ortaya koymuştur. Kalın saçak resifleri, kıyının yavaş bir şekilde subsidansa uğradığı koşullarda gelişebilir (Ladd, 1977).

Saçak resifleri, resif gelişimine ilişkin elverişli koşulların yeterince bulunmadığı delta ve diğer çökeltme ortamlarının kıyılarında da ender olarak yamalar biçiminde gelişmiş olduğu görülmüştür (Kazancı ve Varol, 1990). Resifal mercanların

pekçoğu ince taneli gercin yoğun olarak bulunduğu çamurlu sulara karşı çok duyarlıdır ve bu tür sulara yaşamlarını sürdüremezler. Ancak Porites gibi mercanların bazı cinsleri bu tür sulara uyum sağlamışlardır.

Saçak resiflerinin günümüzdeki en güzel örneği yaklaşık 4000 km. uzunluğundaki Kızıldeniz kıyıları boyunca görülür. Bu kıyı kuşağı bir akarsu sisteminden yoksundur ve aşırı kurak iklim koşullarına sahiptirler (Gvirtzman ve diğ., 1977).

**Sed Resifleri:** Kıyıya doğru ilerleyen dalgaların ve deniz kabarmalarının yer aldığı kuşakta gelişen ve karadan durgun bir su kütlesi ile ayrılan (şelf lagünü) çizgisel uzanımlı resiflerdir (Şekil - 9). Adlarını yükek enerjili açık deniz koşullarını doğal dalgakıran işlevi yaparak engellemelerinden dolayı alan bu resifler, çoğu yerde platform kenarlarına yakın alanlarda gelişmişlerdir (Ginsburg ve James, 1974).

Günümüzdeki en büyük sed resifi Queensland (Avustralya) kıta şelfinde gelişmiş bulunmaktadır (Maxwell, 1968). Büyük Sed Resifi (Great Barrier Reef) olarak bilinen bu resif kuşağı 13-320 km. arasında değişen bir genişliğe sahiptir ve uzunluğu yaklaşık 2000 km. dir. Onlarca kilometrelik bir lagün ile karadan ayrılan bu kuşak irili ufaklı 2500 resiften oluşmaktadır. Resif ortamındaki su sıcaklığı mevsimsel olarak 21-29°C arasında değişir. Deniz suyu tuzluluğu ise ‰ 37,4 tür. Büyük Sed Resifi egemen olarak mercanlardan oluşmuştur. Bu özelliği ile diğer bölgelerde gelişmiş bulunan alg-mercan resiflerinden büyük ölçüde ayrılır. Mercanimsi alger, mollusklar, foramlar, ekinitler ve bryozoalar bu resifin gelişiminde ikinci derecede rol oynamışlardır. Mercan ve hidrozoalardan oluşan ana çatı, kalkerli alger, kırmızı alger ve bryozoalar tarafından bağlanarak örülmüştür (Hill, 1974).

**Atoller:** Açık okyanusların sığ sularında çember veya atnalı biçiminde gelişmiş mercan resifleridir. Okyanus resifleri olarak da bilinen atoller deniz düzeyinde veya deniz düzeyine yakın bir ortamda gelişirler. Dairemsi bir plana sahip atollerin iç kısımlarında bir lagün yer almaktadır (Stoddart, 1965). Atollerin rüzgara dönük kenarlarında kalkerli alglerden oluşan, dalgaya dayanıklı bir sırt yer alır. Atollerin rüzgarlardan korunmuş kenarlarında ise bu sırt gelişiminin yerini mercan ve alg molozlarından meydana gelen çökeller almıştır. Bu çökeller yanal olarak foramlı kireç çamurları ile karakterize edilen lagün çökelleri ile geçişlidir (Braithwaite, 1973).

Derin deniz ortamında da atollerin varlığı bilinmektedir (Ladd, 1977). Bu atoller derin deniz volkanizması ile oluşan volkanik adalar üzerinde yer almaktadır. Bunların en güzel örnekleri Pasifik Okyanusu'nda görülmektedir. Bu atollerin resif kenarları, iri scleractinian mercanlar ve kabuk gibi sarıcı mercanimsi alger tarafından oluşturulmuştur. Rüzgara bakan yamaçlarında ise kırmızı alger, mercanları ve resif arası/içi kanalları tamamen örten bir basamak şeklinde gelişim göstermişlerdir. Bu basamak okyanus dalgalarının tüm gücünü sönmülemektedir. Alcyonoriaların bir masif tipi olan Heliopora'lar bu basamağın gerisinde çapları 0,7-1 m arasında değişen yarı dairemsi görünümlü mikro atoller oluşturmuştur. Bu basamağın çevresinde kaba taneli resif kireçtaşlarından ve resif kafalarından oluşan masif molozu yer almaktadır (Ladd, 1950).

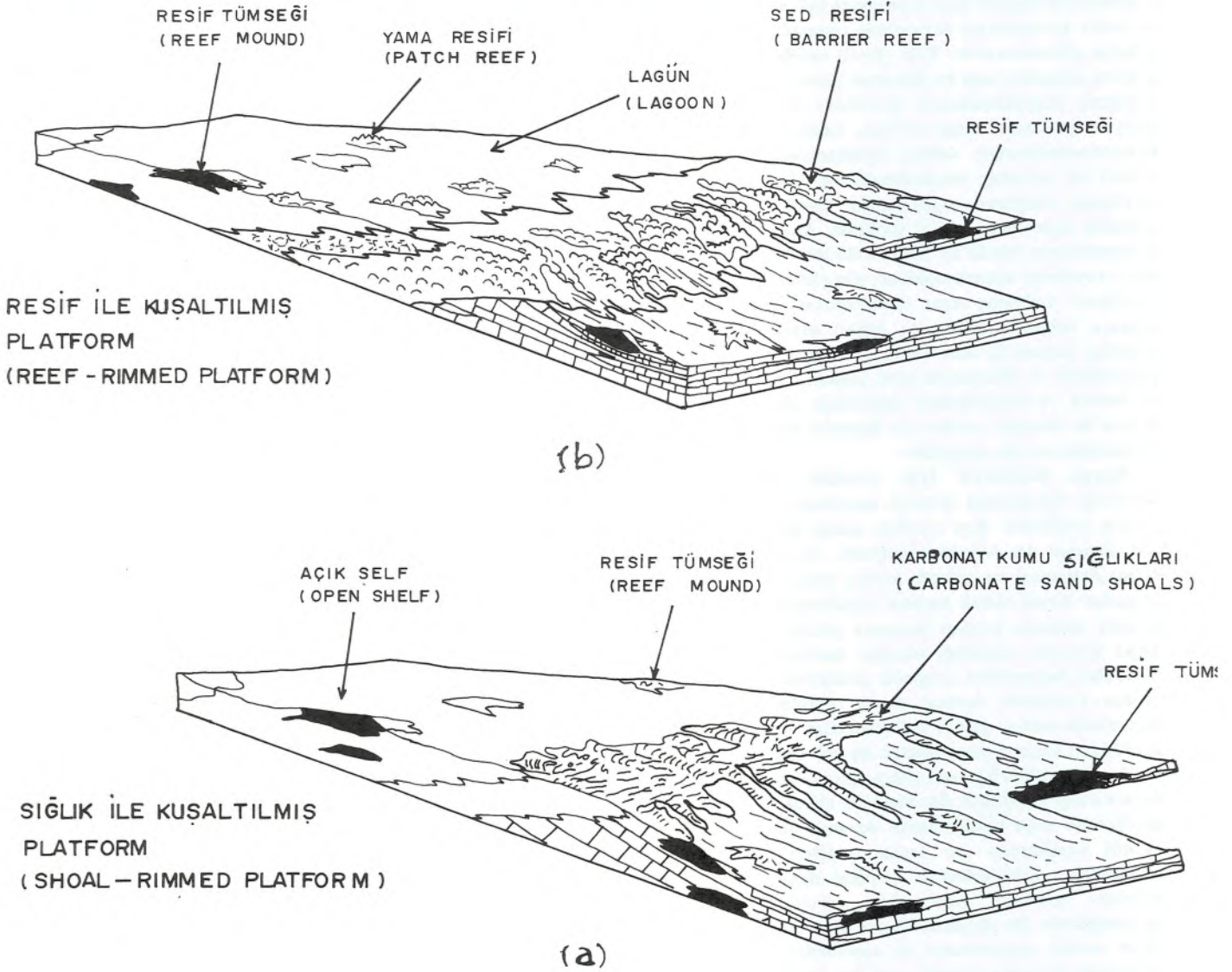
Atollerin lagün tabanı Halimeda ve foramlar ile kaplıdır. Foramların çoğu bir yere tutunarak yaşayan formlar olup, atolleri oluşturan malzemeyi kabuk gibi sararak bağlayıcı rol

oyunmuşlardır. Atollerin en uç bölümünü oluşturan dış kenarları resif molozundan oluşmuş 35-40 derece eğimli yamaçlar ile karakterize edilmektedir. Resif molozu yeşil alg, foram, mercan, mollusk, bryozoa ve sünger iskeletlerinden oluşan ince ve kaba taneli gereçten meydana gelmiştir. Resif molozunun daha derince su kesiminde brakiyopoda ve ahermatip mercan parçaları da bulunmaktadır (Emery ve diğ., 1954).

Atlantik Okyanusu'nun Alacron Resifi'nde benzer bir atol yapısı görülmektedir. Bu resifte scleractinian mercanlar, yeşil algler (Halimeda), mollusklar ve foramlar baskın olarak bulunmaktadır. Burada kırmızı alglere de rastlanılmakla

beraber, bunlar İndo-Pasifik Okyanusu'ndaki örneklere göre daha ikincil düzeyde almaktadır. Bu algler mercanları kabuk gibi sarmakta ve tutturulmamış molozları birbirine bağlamaktadır (Kornicker ve Boyd, 1962).

**Yama Resifleri:** Fırtına dalgalarının ve açık okyanus kabarmalarının sed resifleri tarafından engellenmeleri nedeni ile, sed resifleri ile kara arasında durgun bir su kütlesi yer almaktadır. Şelf lagünü olarak adlandırılan bu ortamdaki su kütlesi ancak rüzgar dalgaları gelgit akıntıları ve ender olarak görülen siklonik fırtınalar tarafından etkilenir. Bu ortama özgü resifler genellikle birbirlerinden ayrı olarak gelişen, küçük boyutlu dairesel yapıdadır (Maikem ve diğ., 1970; Garret



Şekil 9. Resifler veya karbonat kumu şğıkları ile kuşatılmış karbonat şelfi/platformundaki sed ve yama resifleri ile resif tümseklerinin konumları. Yalnızca narin dallı ve kabuk bağlayıcı organizmaların geliştiği jeolojik dönemlerde resif tümsekleri gelişmiştir. Bu tümsekler platform önünde uzanan yamacın derince su kesiminde veya platform gerisindeki durgun su ortamlarında bulunmaktadır (a). Resif oluşturucu iskeletsel metazoaların yaygınlaştığı jeolojik dönemlerde sed resifleri platform kenarı boyunca gelişmiştir. Platform gerisindeki durgun su ortamında ise yama resifleri yer almaktadır (b). (James, 1983).

ve diğ., 1971; James, 1983). Genelde yama resifleri olarak bilinen bu resifler, şekil ve boyutlarına göre masa resifleri (table reefs), sütun resifleri (pinnacle reefs) ve tepe resifler (knoll reefs) gibi çeşitli adlar altında tanımlanmışlardır (Şekil-3).

Yama resiflerine ilişkin tanımlamalar çoğunlukla Bermuda Platformundaki yama resifleri örneklerinin çalışılması üzerine kuruludur (Garret ve diğ., 1971). Buradaki yama resiflerinin en küçük elemanları mercan kafalarıdır (coral knobs). Bunlar kumlu deniz tabanı üzerinde mercanlar, algler ve bunlara ilişkin organizmaların içiçe büyümeleri ile oluşmuş ve enleri 5 m. kadar olan, yükseklikleri ise 1-3 m. arasında değişen küçük ölçekli topluluklardır (Şekil - 3). Daha büyükçe resifler ise mercan kafalarının bir araya gelmeleri ile oluşmuşlardır. Bu resifler, genel olarak tekdüze bir iç yapıya sahip olup derinliği birkaç metre ile 20 m. yi geçmeyen sulara bulunur. Bunlardan tepe resifleri daha derince bir su ortamında gelişmişlerdir. Yama resifleri sivrice uçlu sütunlardan, kum tabanlı küçük bir lagünü çevreleyen mikro atollere değin değişen şekillere sahiptir.

Yama resiflerinde mercanlar hacim olarak masif resif kütesinin yüzde kırk ile seksenini oluşturur. Bu resiflerin büyük bir bölümü çoğunlukla *Diploria*, *Montastraea* gibi kubbemsi veya masif biçimli mercanlardan oluşmaktadır. *Montastraea*, *Diploria* ve ***Porites astreoides*** özellikle resifin üst kısımlarında çıkıntı olarak gelişen mercan kafalarında egemen olarak bulunmaktadır. Kabuk gibi sarıcı ve yassı (bladed) hydrozoalardan olan *Millepora* resif üzerindeki düzlüklerde yer alır. *Oculina* ve *Madracis dedectis* gibi dallı mercanlar ise resif yüzünün tabanına yakın yerlerde gelişirler. İnce ve tabak biçimli bir mercan olan ***Agaricia fragilis***, resifin yanlara doğru taşan bölümlerinin altında; yassı kubbemsi mercanlardan olan *Siderastraea* ve *Isophyllia* ise mercan kafalarının tabanlarına yakın yerlerde bulunurlar.

Yama resiflerinin üzerinde geliştikleri kaya yüzeyinin büyük bir bölümü ise mercanimsi algler tarafından kaplanır. Bunlar aynı zamanda resif üzerindeki ölü mercan ve iskelet parçalarını da kabuk gibi sararak örterler. Yama resiflerinde kabuk gibi sarıcı özellikleri olan ektoprakt (ectoproct) bryozoaları ile *Chama*, *Pseudochama* ve *Spondylus* gibi iki kapaklı organizmalara da rastlanır. Yelpaze biçimli algler (flabelliform) ve yumuşak mercanlar resif yüzeyini çatı gibi kaplayarak gelişirler. En çok bulunan algler *Sargassum* ve *Dictyota*'dır. Ancak bunların kalkerli sert bölümlerinin bulunmaması nedeni ile jeolojik bakımdan herhangi bir önemleri yoktur. Burada bulunan çalı görünümlü diğer algler (*Styopodium*, *Galaxaura*, *Padina*, *Udatea* ve *Neomeris*) ince taneli çökellerin oluşmasına neden olur. *Goniolithon*, *Amphiroa* ve özellikle *Halimeda* gibi dallı bir yapıya sahip olan algler ise bol miktarda kum boyutu gereç oluşturur. Yumuşak mercanlardan *Gorgonia* ve *Plexaurella* ise ince kum boyutlu kalkerli spiküllerin oluşmasını sağlar. Resiften kopan her kayaç parçasında oyucu organizmalara rastlamak mümkündür. Bunlar arasında en yaygın bulunanlar kaya oyucu mollusklardan olan *Lithophaga*-*Nigra* ve *Spengleria rostrata*, polychaete kurtçukların çeşitli türleri, endolitik algler, *Cliona* ve *Siphonodictyon* gibi oyucu süngerlerdir.

Mercanların doğası, oyucu organizmaların işlevleri ve kabuk gibi sarıcı organizmaların düzensiz aşırı büyümeleri

nedeni ile resiflerin içerisinde boşluklar bulunur. Bu boşluklar resif kütesinin yüzde 30-50'lik bir bölümünü oluşturur (Garret ve diğ., 1971). Büyükçe olan boşluklar (büyüme boşlukları) çoğunlukla mercanların biyolojik gelişmesine bağlıdır. Bu boşluklarda belirgin organizma toplulukları yaşar. Örneğin resifin dış bölümüne yakın yerlerdeki boşlukların duvarları iki kapaklılardan ***Spondylus americanus***, ektoprakt bryozoalar, serpulid türleri ve bir kırmızı foraminifer olan ***Homotrema rubrum*** ile kaplıdır. Resifin karanlık iç bölümlerindeki boşlukların duvarında ise canlı organizmaların varlığı yok denecek kadar az bir düzeye inmiştir. Resif tepesindeki çökeller, bileşenlerini mercanlar, mercanimsi algler, resife yapışık olarak yaşayan *Homotrema*, kalkerli bir alg olan *Halimeda* ile ikikapaklıların oluşturduğu kaba ve çok kaba boyutlu çakıllar ile kumlardır (James, 1983). İri parçaların herbiri kaya içi yaşamına uyum sağlamış algler (endolithic algae) tarafından oyulmuş ve mercanimsi algler, ektoprakt bryozoalar ve *Homotrema* tarafından kabuk gibi sarılmıştır. Resif kumlarının bir kısmı ise resif yüzüne taşınarak şelf lagününe doğru geçiş yapan dikçe yamaçlı bir çökel kütesi oluşturmaktadır. Bu çökellerin tane boyu yamaç aşağı yönde ve lagüne doğru giderek azalmaktadır. İnce taneli çökeller ise ya resif içerisindeki boşluklara sızarak çökeler veya dalga hareketleri ile yıkanarak resif çevresinde ince taneli çökellerden meydana gelen bir kuşak oluşturur. Bermuda Platformu'ndaki yama resiflerini oluşturan mercanların ve mercanimsi alglerin resifteki dağılımları az çok tek düzedir. Diğer bölgelerdeki resifler de ise organizmaların belirli kuşaklar boyunca toplanması söz konusudur. Bu düzen en basit şekli ile mercanların resifin bir tarafında (ör. rüzgara bakan tarafı) daha fazla büyümeleri şeklinde kendini gösterir. Belize sel ve atol resifleri komplekslerindeki yama resifleri bunun iyi bir örneğidir.

Yama resiflerinde oluşan kireçtaşları mercanlı çatıtaşı ve mercanlı bağlamtaşından oluşur. Bunların boşlukları jeopetal iskeletli vaketaşı veya bazende istifataşı ile doldurulmuştur. Bu resiflerin çevrelerinde başlıca yeşil ve kırmızı alglerden, foram ve mercanlardan oluşan çomaktaşları ve tanetaşları bulunur. Bu karbonatlar resif ötesine doğru, giderek kireç çamurunun daha baskın olduğu iyi katmanlı karbonatlara geçiş yapar. Jeolojik geçmişe ait örneklerde ise alglerin yerini krinoid iskelet parçaları almıştır.

**Dallı Mercanlı ve Algli Kıyııçi Bankları:** Bu resifler Bahama Karbonat Platformu'nun "Florida Keys" olarak bilinen yakın kıyı kuşağı boyunca banklar dizisi olarak uzanır. Kalkerli algler ve dallı mercan kolonileri ile karakterize edilen bu bankların uzunlukları 3 km. yi, genişlikleri ise 1 km. yi bulmaktadır. Bu banklar Florida Resif sistemine paralel uzanır. Bunların deniz tabanından yükseklikleri ise en fazla 4 m. olup, düşük gel dönemlerinde su üzerinde yer alır. Bunlar, okyanus kabarmalarından çeşitli resifler ve sığıklar ile korunur, fakat kuzeydoğudan esen rüzgarların neden olduğu dalgalardan etkilenir (James, 1983).

Bankların hepsi belirgin bir kuşak yapısı gösterir. Bunların rüzgara dönük kenarları parmak biçimli dallı mercanlar (***Porites porites*** var. ***divericata***) ve ince dal biçimli mercanimsi algler (***Goniolithon stictum***) kuşağıdır. Bankların üstü, deniz çayları (başlıca ***Thalassia testudinum***), kalkerli yeşil algler (*Halimeda*, *Acetabularia*),

ikikapaklılar ve oyucu krustaseler içerir. Bankların çevresindeki sularda ise, benzer toplulukların yansıma, pekçok sayıda ekinoidler ve büyük süngerler bulunur.

Bankların oluşumunu denetleyen organizmaların çoğu dallı ve parçalı (segmented) alg ve mercanlardır. Bunlar çökme sırasında mercan ve alg çatısının varlığına ilişkin herhangi bir iz bırakmayacak düzeyde küçük parçalara ayrılır.

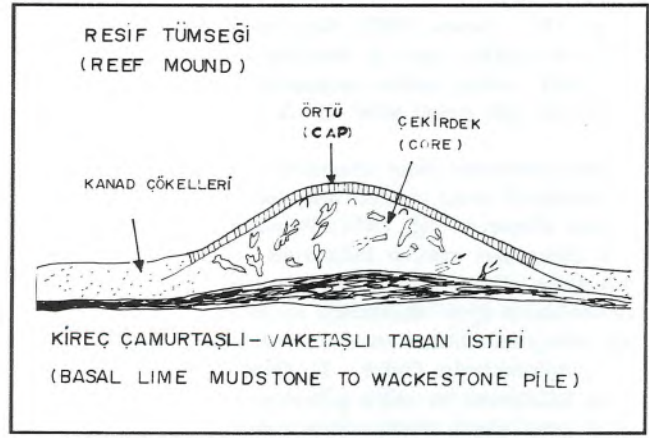
Bankların pekçoğunun karmaşık bir iç yapısı vardır. Örneğin, erken Holosen yaşlı bazı çamur bankı çekirdekleri üzerinde mercan ve alg çökellerinden oluşan 2-3 m.li bir yaygı bulunurken diğerlerinde bu durum görülmez. Bu banklardan yapılan karotlar, bankların rüzgara dönük kenarlarının, dallı mercanlar içeren yüztaş ile çomaktaşı arasında değişen litolojilerden oluştuğu görülmüştür. Bu litolojilerin matrisi Halimeda ve Goniolithon (dallı kırmızı alg) içeren tanetaşı ile istiftaşından oluşmaktadır. Bank yüzeyinin altındaki çökeller, Halimeda ve/veya Goniolithon ve ikikapaklılar içeren hayvan eşeleme izli pakettaş ile vaketaşından oluşmaktadır.

**Çizgisel Çamur Bankları:** Florida ve Belize körfezinin kuzeyindeki denizlerin tabanlarında kalınlığı 4 m. ye ulaşan kireç çamuru (lime-mud) birikimlerinin varlığı saptanmıştır (Turmel ve Swanson, 1976; Enos ve Perkins, 1979). Florida körfezi, yarı çizgisel uzanımına sahip sığ çamur bankları nedeni ile göl görünümüne sahip dizi parçalara ayrılmıştır. Bu bölümlerin tabanları, Pleystosen yaşlı temelin üzerine bir yaygı olarak gelen, hayvan eşelemeli çamur ve/veya yıkanmış mollusk kavkı kabuklarından oluşan bir katman ile örtülmüştür.

Bankların üstü düşük gelgit döneminde deniz suyu seviyesinin üstüne kalmaktadır. Kalın bir deniz çayırı (Thalassia testudinum) örtüsü ile kaplanmış bu banklar, yer yer gelgit kanalları ile de ayrılmıştır. Etkin kış fırtınalarına açık bankların rüzgara dönük tarafları ile dulda kalan kenarları farklılıklar gösterir. Bunların rüzgara bakan tarafları, iskelet kalıntıları ile kaplı, dikçe eğimli yamaçlardan oluşmaktadır. Diğer kenarları ise çamurlu çökeller üzerinde gelişmiş kalınca bir deniz çayırı örtüsü ile kaplı düşük eğimli yamaçlar ile karakterize edilmektedir. Bankların çevresine göre daha yüksekçe bir rölyefe sahip kısımları, ripillar ile bezenmiş pelletli çamur çökelleri ile kaplıdır. Bu yerler, çamur banklarının özellikle dulda tarafında gelişmiş bulunan kıyı dillerinin üzerinde yer almaktadır.

Çamur banklarını oluşturan çökellerin pekçoğunu, iskelet parçalarından/kırıntılarından oluşan vaketaşı oluşturur. Bu çökellerin katmanlanmaya ilişkin sedimanter yapıları, hayvan eşelemesi ve deniz çayırının (Thalassia) kökleri tarafından bozulmuştur.

**Resif Tümsekleri:** Resif gelişiminin tüm aşamalarını göstermeyen, yayvan ve eğimleri 40 dereceye varan kubbe görünümüne sahiptir (Wilson, 1974; James 1983). Bunlar kötü boyanmalı biyoklastik kireç çamurlarından oluşmaktadır. Resif tümsekleri durgun su ortamlarında gelişmiştir. Bunların özellikle üç konumda geliştikleri gözlenmektedir: 1. Düşük eğimli platform kenarlarının yamaç aşağı bölümleri, 2. Derin havzalar, 3. Sakin resif lagünleri (şelf lagünleri) ile geniş şelf alanları. Resif tümsekleri; resif tümseği çekirdeği ve resif tümseği kanadı fasiyesleri olmak üzere (Şekil - 10) iki temel fasiyes kapsamında ele alınmaktadır (Wilson, 1975; James, 1979, 1983)



Şekil 10. Bir resif tümseğine ilişkin fasiyesler (James, 1983).

**1. Resif tümseği çekirdeği fasiyesi:** Bu fasiyes üç evreden oluşur: 1. Evre, tabanda kireç çamurtaşı ve vaketaşından oluşan yığılım, biyoklastik moloz içeren çamurlu çökeller ile karakterize edilir. Ancak engel oluşturucu veya bağlayıcı organizmaların izleri görülmez. 2. Evre, kireççamurtaşı veya engeltaşı ile karakterize edilen kalın bir çekirdek içerir. Bu çekirdeğin içerisinde, yukarı doğru büyüme gösteren narin yapıdan, dendroid yapıya değin değişiklikler sunan formlar yer alır. Kireçtaşı, kısmi erken taşlaşma suyunu yitirmede (dewatering) ve göçmeler nedeni ile breşik bir karakter kazanmıştır. Bu evre, her jeolojik dönemde kendine özgü bir fauna içerir. Örneğin Alt Kambriyen'de archaeocyathalar; Orta-Üst Ordovisiyen, Siluriyen ve Erken Karbonifer'de bryozoalar; Geç Karbonifer ve Erken Permian'de tablamsı alglar; Geç Triyas'da iri, ağaç dalları gibi yukarı doğru açılan mercanlar (fasciulate); Geç Jura'da silis spiküllü süngerler ve Kretase'de ise rudistler bulunur. 3. Evre, tümseğin üzerine tamamen ince bir örtü şeklinde saran birim ile karakterize edilmektedir. Bu birim kabuk gibi sarıcı veya lameller, nadiren de domsu veya yarı küresel formlardan oluşur. Bu örtü, yıkanmış (winnowed) kireç kumlarından oluşan ince bir kat olarak da bulunabilir.

**2. Resif tümseği kanadı fasiyesi:** Bu fasiyes çoğunlukla iyi katmanlanma gösteren karbonatlar ile karakterize edilir. Bu karbonatlar archaeocyatha, pelmatozoa, fenestre bryozoa, küçük rudist, dendroid mercan, stromatoporoid, dallanan kırmızı alg, tabuler foraminifer molozları ile kısmen de taşlanmış kireç çamuru parçaları içerir. Hacim olarak kanat fasiyesi yatakları çekirdeğin kendisinden daha küçük olabilir ve çekirdeği tamamen kaplayarak örtebilir.

Tekli olarak bulunan resif tümseklerinin pekçoğunda çekirdek bölümleri masif karbonatlarından oluşmaktadır. Ancak bazı durumlarda özellikle stratigrafik resif tümseklerinde, çekirdek heterojen bir yapı sunar ve yastık biçimli karbonat yığılımları oluşturur. Bu tümseklerin enleri ve kalınlıkları çoğunlukla 0.5 m. ile 1 m. arasında değişir.

**Platform Kenarı Resifleri:** Platform kenarı boyunca yer alan resifler, hemen hemen kesiksiz bir şekilde uzanarak engel oluşturan sed resiflerinden düzensiz bir şekilde birbirlerinden kopuk olarak gelişmiş mercan kümelerine kadar uzanan bir çeşitlilik gösterirler (Wilson, 1974 ve 1975).

Örneğin Bermuda gibi bazı yerlerde platform kenarındaki su derinliği 5 m. veya daha fazladır. Burada deniz tabanı, geniş alanlarda yayılım gösteren ve başlıca masif yarıküresel mercanlardan oluşan, mercan kolonileri ile kaplıdır. Bu mercan kolonilerinin üzerinde, deniz düzeyine değin uzanan algli kupa resifleri (algal cup reefs) gelişmiştir.

Havadan izlenildiklerinde, platform kenarı resiflerin çoğunlukla canlı resif kompleksleri ve bunlara ilişkin çökellerle birlikte gerçek sed resiflerini oluşturdukları görülür.

**Algli kupa resifleri:** Yüksekliği 10 m. ye varan ve çapları birkaç on metreyi bulan kupa biçimli resifler Bermuda, Yucatan, Brezilya platformlarında görülmektedir. Adalar, şelfler ve platform kenarlarındaki eğimlerin, belirli ölçüde kırıldığı yamaçların denize bakan taraflarında yer alır.

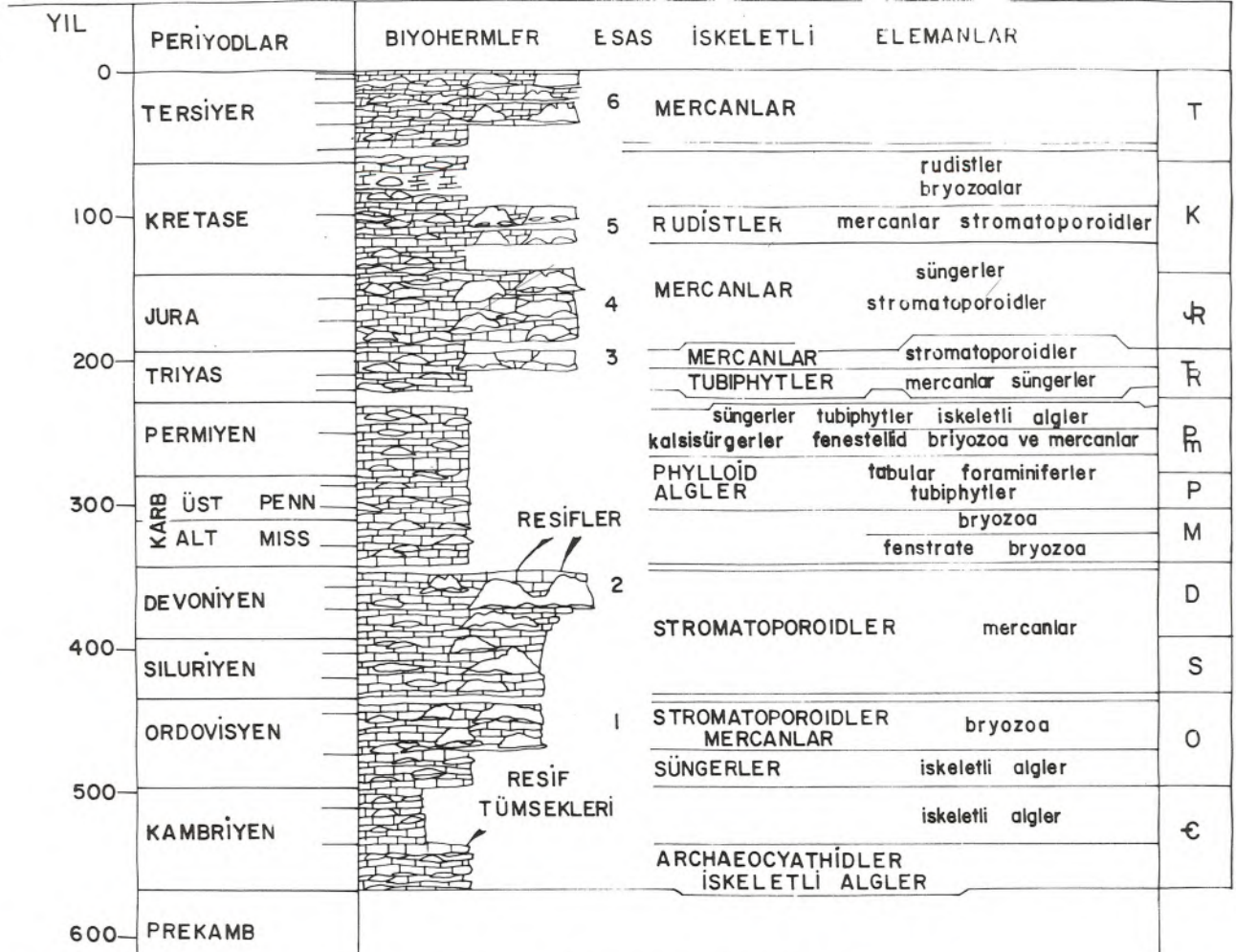
Bunların en iyi örnekleri Bermuda'da (Ginsburg ve Schroder, 1973) görülmüştür. Kupa biçimli bu resiflerin çemberimsi, elipsoidal veya ay şeklindedir. Tüm bu kupa resif örnekleri orta bölümde yer alan bir çukurluğu çevreleyen ve eğimleri içe doğru olan, yüksekçe bir kenara sahiptir. Kupa resiflerinin orta bölümündeki bu çukurluk, genellikle birkaç metre derinliğe (çoğunlukla 5 m.) ulaşan bir mikro-lagün görünümündedir (Iams, 1970) ve yüksekçe kenar ise düşük gel

aşamasında bile su altında kalmaktadır. Bu resifler pekçoğunun tabanlarına yakın yerlerde kum kaplı bir çöküntü alanı ile çok sayıda oluklar vardır. Bu olukların yarıçapları bir metreden fazladır ve oluklar ve kum kaplı tabandan resifin içlerine değin uzanırlar.

Bu kupa resiflerinin su altı yüzeylerinde organizma büyümelerinin yetersiz olduğu görülmüştür. Bu kısımlarda çoğu kez dışı doğru birkaç cm. lik tümsekler şeklinde taşan, sarı, kahverenkli Milleporaların yaygın biçimde büyümleri görülür. Nadiren küçük boyutlu, kabuk yapıcı ve kubbe biçimli mercanlar (*Diploria*, *Porites astreoides*) ile çalı gibi büyüme gösteren kahverengi algler (*Stypodium*, *Sargassum*) görülür. Resif, seyrek bir şekilde organizmalarca sarılmış masif kireçtaşı görünümündedir. Kupa resifleri bütünüyle kabuklu mercanimsi algler (*Crustose coralline algae*) ve içerisinde çok sayıda vermetid gastropodları (*Dendropoma irregularis*) bulunan Milleporalardan oluşmaktadır.

**Derin Su Karbonat Yığılımları:** Deniz tabanının doğrudan gözlenmesi, deniz tabanı çökellerinin irdelenmesi ve sismik araştırmalar sonucu elde edilen veriler, Florida Körfezinin boğazlar kesiminde (Florida Straits), uzunlukları 100 m. ye kalınlıkları ise 50 m. ye varan yumurta biçimli

### MİLYON ZAMAN



Şekil 11. Resiflerin ve resif tümseklerinin jeolojik geçmiş boyunca evrimi (James, 1983.)

(elongate) tümseklerin varlığını ortaya koymaktadır. Bu tümsekler deniz yüzeyinden 500-600 m. derinlikte yer almaktadır (Neuman, Kofoed ve Keller, 1971). Tümsekler yüzeyleri sertleşmiş, konsantrik kabukları ile karakterize edilen ve çamurdan kumluya kadar uzanan çökellerden oluşmuştur. Çökeller deniz altında lithifikasyona uğramışlar, bu özellikleri nedeni ile de bazı araştırmacılar tarafından kayaç resifleri (lithoherms) olarak adlandırılmışlardır. Bu tümsekler, pelajik foramlar ve pteropodalar içeren iskelet kırıntılı çamurlu kumlardan oluşur ve rıplı ince bir çökel yaygısı ile kaplı sert zeminler (hardground) den oluşan düz deniztabanı üzerinde yer alır. Saplı krinoidler burada en yaygın olarak bulunan biyotadır. Bu krinoidler, hızları 2-7 cm/sn. olan dip akıntılarına göre yönelim kazanmışlardır.

Tümseklerin dikçe eğimli yanları, düzgün kenarları ve düzensiz üst yüzeyleri vardır. Tümseğin en yüksek bölümünü oluşturan doruk kısmında sapsız krinoidler, dallı ahermatip mercanlar, süngerler ve alcyonarialar ile karakterize edilen derin su ortamı organizmalar topluluğu yer almaktadır.

Tümseklerin yüzey bölümlerine yer alan çimentolanma nedeni ile iyi tutturulmuş çökeller iç bölümlere doğru, giderek daha az tutturulmuş bir karakter kazanmaktadır. Çökellerin çimento malzemesi Mg-kalsit mikritten oluşmaktadır. Tümsekleri oluşturan kayaçlar çamur destekli ve/veya tane destekli yapıya sahip olup mercanlı biyomikritler ile pelajik foramalı, pteropodalı biyomikritler ve biyopel mikritlerden oluşan kireçtaşlarıdır. Ayrıca çökellerde mikropelletler yaygındır. Kireçtaşlarında ise manganez lekeleri, jeopetal dolguları ve özellikle süngerlerin neden olduğu yapılar gözlenmektedir.

Ayrıca koloni halinde yaşayan ahermatip mercan toplulukları da derin sularda karbonat yığılımları oluşturmuşlardır. Bunun en güzel örnekleri Kuzey Atlantik Okyanusu'nun 70-300 m. derinliğindeki sularda görülmektedir. Örneğin Norveç kıyıları açıklarında (Teichert, 1958), İrlanda, Fransa ve İspanya'nın kıta yamaçları boyunca Meksika Körfezinin kuzeyindeki küçük Bahama Bankı'nın açıklarında ahermatip mercan yığılımlarına rastlanılmaktadır.

#### **Jeolojik Geçmişte Resifler ve Evrimi**

Resif oluşumları ve evrimleri her jeolojik dönemde kendine özgü bir fauna ile belirlenmiştir. Şekil - 11 resiflerin, resif tümseklerinin ve biyohermlerin jeolojik zaman boyunca dağılımlarını ve bunlara ilişkin faunayı göstermektedir. Bu şekilde de görüleceği gibi, Orta-Üst Ordovisiyen bryozoa, stromatoporoidler ve tabuleli mercanlar ile karakterize edilmektedir. Siluriyen ve Devoniyen'de stromatoporoidler ile tabuleli mercanlar yer almaktadır. Geç Triyas ve Jura'da mercanlar ve stromatoporoidler, Orta Kretase'de ise rudistler bulunmaktadır. Orta ve Geç Tersiyer dönemleri ise scleractinian mercanların geliştiği zaman aralığıdır. Ancak jeolojik geçmiş boyunca resiflerin herhangi bir şekilde gelişmediği dönemlerin varlığı da bilinmektedir. Bu dönemler, genellikle kısa süreli olmaları yanısıra, yoğun ve hızlı iklimsel/tektonik değişimlerin gerçekleştiğini veya Orta-Üst Kambriyen'de olduğu gibi resif oluşturuca organizmanın henüz ortaya çıkmadığı zaman aralıklarıdır. Ayrıca jeolojik geçmişin büyük bir bölümünde, resife ait karakteristik özellikleri göstermeyen, ancak iskeletli organizmalar bakımından oldukça zengin bir içeriğe sahip ve deniz tabanında topografik bir yapı oluşturan

karbonat yığılımları da yer almaktadır. Bu yığılımlar genel olarak resif tümsekleri olarak yorumlanmıştır.

**Prekambriyen ve Erken Paleozoyik:** Jeolojik geçmişte ilk karbonat yığılımları, Prekambriyen ve Paleozoyik başlarında stromatolitlerden oluşan yığılımlar halinde görülmektedir. Bu yığılımlar bitki yiyici çok hücreli (herbivorous metazoa) ortaya çıkmalarından önce gerçekleşmiştir. Stromatolit yığılımlarının morfolojileri daha sonraki dönemlerde gelişen iskeletsel resiflerin morfolojilerine oldukça benzer (Ahr, 1971; James ve Kobluk, 1978).

Stromatolitler, ender olmakla beraber Arkeen'de de (günümüzden 2700 m.yıl) gelişmişlerdir. Örneğin Aphebian (2600-1700 m.yıl) de yer alan bu stromatolitler, genel olarak platform-havza geçişinde de yer almışlardır. Kuzey Batı Kanada'daki Great Slave Gölü'nün Pethi grubunda saptanan stromatolitler (Hoffman, 1974), platform kenarında tümsek ve kanalları ile karakterize edilen dar bir kuşak boyunca yer almaktadır ve kalınlıkları 3 m. yi aşmayan ince, uzun yığılımlar olarak gelişmişlerdir. Stromatolitler arasındaki kanal dolguları çapraz katmanlı ve maga rıplı kaba kumtaşları ile, stromatolit parçaları ve oolitik tanetaşı kırıntılarında meydana gelen çakıltaşlarından oluşmaktadır. Bu kuşak, platform fasiyesi ile yamaç-havza fasiyesi arasında yer alır. Platform fasiyesi, laminar-sütunsal stromatolitler ve ooidli, oolitik, onkolitik kireçtaşları ile karakterize edilir. Yamaç-havza fasiyesi ise, katmanlı göçme breşleri ve kötü laminalanmalı küçük kalkerli sütunsal stromatolitleri de içeren kireç çamurtaşı ve ritmik şeyl ardalanmasından oluşur.

Yine Kanada'nın kuzeybatı yöresinde yer alan Kilohigok Havzasındaki Alt Proterozoyik yaşlı Goulburn Grubu çökel istifindeki stromatolit yığılımlarının da şelf kenarında geliştiği saptanmıştır (Cecil ve Campbell, 1978). Bu istifte, yüksek enerjili gelgit altı ortamında çökelmiş bulunan klasik karbonatlar, genel olarak 30-40 cm. lik röliyeflere sahip, ince uzun yarı küresel biçimli stromatolit tümseklerinden oluşan bir istif ile örtülmektedir. Bu tümsekler birleşerek yanal yayılımları 100 m. yi bulan kalın yaygılar oluşturmaktadır. Bu yaygılar birbirlerinden intraklast içeriği bakımından zengin karbonatlar, kalkerli silttaşları ve kumtaşları ile ayrılmaktadır. Bu yığılımın en üst bölümünde, birbirleri ile yanal olarak bağlantılı gelişen, yarıküresel ve dallanan stromatolitlerin oluşturduğu geniş yaygılar yer almaktadır. Bu yaygılar ve stromatolit sütunları, kırıntılı karbonat dolgulu, dar kanallar tarafından kesilmiştir.

Günümüzde benzer stromatolit yığılımlarına stromatolit biyohermleri olarak ancak Batı Avustralya'daki Şark körfezi'nin aşırı tuzlu (hypersaline) ortamlarında rastlanılmaktadır. Burada stromatolitler gelgit arası kuşakta, yükseklikleri bir metreye değin uzanan sütunsal-kupa biçimli formlar olarak burunları kuşatır (Hoffman, 1976). Göreli olarak yüksek enerji koşullarına açık ortamlarda sütunların boyutları ve biçimleri dalga etkinliğinin gücü ile orantılıdır. Örneğin bu stromatolitler düşük enerjili ortamlarda ince uzun formlar ile karakterize edilir. Gelgit gölcüklerinde ise dallı sütunsal yapılar yaygındır. Bu büyüme şekilleri aktif çökel hareketinin etkilerine göre gelişim göstermektedir. Örneğin alg yaygıları sadece stabilize olmuş zeminler üzerinde büyümekte ve sütunsal gelişimin çekirdeğini oluşturmaktadır. Dolayısıyla bu gelişme çevresindeki hareketli kumlar üzerinde yayılamaz ve yerel

olarak çok sınırlı bir alanda gerçekleşir. Üst üste gelişen alg yaygısı ve çökel katmanı ardalanmasından oluşan istif, erken kayaçlaşma nedeni ile gelgit ve dalga etkilerine dayanıklı bir kireçtaşı yapısı özelliğini kazanır. Çevredeki hareket halindeki kumlar sürekli olarak stromatolitlerin tabanını aşındırır. Stromatolit kubbeleri veya sütunları yaygın olarak gelgit altı (subtidal) veya gelgit arası (lower intertidal) ortamlarda gelişir. Çökel hareketinin etkin olduğu kuşağın yukarısında yer alan üst gelgit arası ortamda ise, stromatolitlerin yerini alg yaygılarından oluşan çökel istifleri almaktadır. Bu stromatolitler gelgit altı kuşağında derinliği 3-5 m. yi geçmeyen deniz sularında bulunabilirler ve kıyı ötesi yönünden yamalar halinde yüzlerce metre yayılabilirler (James, 1983).

Erken Paleozoyik'te ilk metazoalardan oluşan resifler, resif tümsekleri biçiminde geniş kratonik denizlerde ve açık kıta kenarlarında gelişmiştir. Kıtasal duraylılığın sözkonusu olduğu bu dönemde, geniş ve görel olarak, düz kratonik alanların giderek denizler ile kaplanması nedeni ile sedimentasyon da gelişmeye başlamıştır. Bu sığ, Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı epirik denizler ooid/iskelet kireci kumlarından oluşan sığlıklar ile karakterize edilen dar kıta kenarı fasiyesleri ile sarılmışlardır. İlk olarak ortaya çıkan yığılımlar, bu sığlıkların dulda kısımlarında gelişmiştir. Örneğin, resif tümseklerinin ilk örneklerine Erken Kambriyen'in başlarında Sibiry Platformu'nda rastlanılmaktadır. Bu gelişim tribolitlerin ilk ortaya çıkışlarından daha önceki bir zaman aralığında gerçekleşmiştir. Yarıçapları metre ölçeğinde olan bu küçükyapılar, başlıca kireç çamuru ve kalsitli alglerden (Epiphyton, Ranelcis ve Girvanella) oluşmaktadır. Görel olarak iki metazoalar ve archaeocyathalar, bu yapıların etrafında ve içerisinde gelişigüzel dağılmış olarak bulunan yardımcı elemanlardır (James ve Kobluk, 1978; James ve Dabrenne, 1986). Bu resif tümseklerinin çevresinde kısa zamanda su dibinde yaşayan, yerleşik (sessile) ve gezici (vagrant) kalkerli organizmalar yerleşmiştir. Bunun doğal sonucu olarak Erken Kambriyen sonunda, etkin iskeletsel, büyüme resif içi çökelim, biyoerozyon ve erken çimentolaşma gibi güncel resiflerin tüm özelliklerini gösteren küçük boyutlu, fakat karmaşık yapıları resif tümseği ekosistemleri gelişmiştir.

Erken Kambriyen sonlarında, üst üste gelişmiş çok sayıdaki küçük tümseklerin oluşturduğu, biyohermler ve biyostromlar da gelişmiştir. Bu yığılımlar çoğunlukla pelmatozoa (derisidikenliler) molozları ile brakiyopoda ve hyolithid (yumuşukçalar) iskeletlerinden oluşan karbonat kumları ile çevrilmişlerdir. Archaeocyathalar bu tümseklerin yapısında en göze çarpan iskeletli organizmalardır. Bunların iskeletlerinin arasındaki boşluklar kireç çamurundan oluşan bir matriks ile doldurulmuştur. Bu matriks içerisinde trilobit, hyolithid ve brakiyopoda iskeletleri ile spiküller de yer alır. Renalcis ve Epiphyton, archaeocyathalar ile büyüme boşluklarının duvarlarını (growt cavities) kabuk gibi sararak kaplarlar. Çoğu kez telse (fibrous) sinsedimanter çimento ile kısmen doldurulmuş bu boşluklarda, resif ortamına özgü olmayan fauna elemanları da bulunabilir. İskeletsel yapıda ve bu yapının oturduğu sert zemin üzerinde, olasılıkla kurtçukların neden olduğu yoğun biyoerozyon izleri görülür.

**Orta Kambriyen-Alt Ordovisiyen:** Erken Kambriyen sonunda resif tümseklerinin temel iskeletsel yapısını oluşturan archaeocyathalar ortadan kalkar. Bu olay Orta ve Geç

Kambriyen ile Alt Ordovisiyen'deki resif gelişmeler üzerine önemli bir rol oynamıştır. Orta ve Geç Kambriyen istiflerindeki karbonatlar genellikle invertebrata iskeletleri içeren alg yığılımları biçimindedir. Invertebratalar çeşitlilik bakımından Erken Kambriyen'deki kadar zengin değildiler (Toomey, 1970; Ahr, 1971; Toomey ve Nitecki, 1979).

Bu dönemde geniş sığ denizler, çoğunlukla stromatolitik biyohermler tarafından kaplanmıştır. Bunlardan bazıları çok iyi gelişmiş laminalı bir yapı sunarken, diğerleri organizmaların oyucu etkileri nedeniyle iyi fenestral bir yapı kazanmıştır. Laminalanma özelliğinden yoksun bu stromatolit benzeri yığılımlar "trombolitler" olarak adlandırılmıştır (James, 1983).

Stromatolitler ve "trombolit"ler özellikle Girvanella, Renalcis ve Epiphyton olmak üzere kalkerli algler ile mavi-yeşil alglerin birlikte içiçe büyümelerinin (intergrowth) bir sonucudur. Kıta kenarlarında yakın alanlarda gelişen algli yığılımların başlıca kalkerli algler ile telse sinsedimanter çimentodan oluştuğu, şelfte gelişenlerin ise egemen olarak mavi-yeşil alglerden meydana geldiği düşünülmektedir.

Geç Kambriyen ve Erken Ordovisiyen'de yerleşik iskeletli invertebraların daha sık olarak ortaya çıkması nedeni ile bu alglerin yığılımları giderek daha çeşitli iskeletli canlı yaşamı ile karakterize edilmeye başlamışlardır. Bunlar arasında ilginç olanları silisli (lithastid) süngerler, stromatoporoid benzeri bir metazoa olan Pulchirillamina ile ilkel bir mercan olan lichenaria (Chatetidae)dır. Böylece Alt Ordovisiyen'de kıta kenarı karbonatlarındaki biyohermler yeniden büyük ölçüde iskeletsel bir özellik kazanmaya başlamışlardır.

**Orta Paleozoyik:** Orta Ordovisiyen ile Geç Devoniyen arasını kapsayan bu zaman aralığı resifal karbonat yığılımlarının gelişimi bakımından oldukça ilginç bir dönemdir. Bu yığılımlar kapsamında, platform içlerinde gelişen küçük yama resiflerinden, kenarları resifler ile kuşatılmış platformlara, platform kenarı sed resifi komplekslerinden, havza ortası resif kulelerine (basin-center pinnacles) de uzanan resif tipleri yelpazesinin tüm örnekleri yer almaktadır (Shaver, 1971; Burchette, 1981; Klappa ve James 1980).

Orta Ordovisiyen'in başlangıcı, karbonat ortamlarında gerçekleşen köklü bir değişimle çakışmaktadır. Bu dönemde kıta kenarların pek çoğu, kıta çarpışmaları ve dağ oluşumları (orogenesis) nedeni ile ortadan kalkarken, kıtalarda kıta içi bükülmeler (intra-cratonic downwarps) gelişmeye başlamıştır. Biyohermler ve biyostromlar bazı resif kıta kenarlarında varlıklarını sürdürürken, bunların büyük bir bölümü yaygın olarak yeni oluşan kıta içi havzalarda gelişmeye başlamışlardır. Bu tip yığılımların en güzel örneklerine K. Amerika, Batı Avrupa, Kuzey Afrika ve Avustralya'da rastlanılmaktadır (Heckel, 1974; James, 1983).

Paleozoyik resifleri bu dönemde, özellikle Siluriyen-Devoniyen zaman aralığında, içerdikleri yapıları ve fauna topluluğunun çeşitliliği bakımından gelişmelerinin doruk noktasına ulaşmışlardır. Bunun başlıca nedeni çok farklı biçimlerde büyüyen stromatoporoid ve mercanlar gibi yerleşik iri organizmaların Orta Ordovisiyen'de ortaya çıkmasına bağlanmaktadır (Heckel, 1974; James, 1983). Bu yığılımlar metazoalar yanısıra süngerler, bryozoalar, kalkerli kırmızı ve yeşil algler, brakiyopodalar ve pelmetazoalar gibi çok çeşitli

bir fauna topluluğu ile karakterize edilmektedirler. bu fauna topluluğu Devoniyen sonuna kadar sayı ve çeşit bakımından artmaya devam etmiştir. ancak Devoniyen sonunda bazı önemli grupların ortadan kalkması ile resif ekosistemi tamamen bozulmuştur.

Değişik ve çeşitli organizma grupları nedeni ile Orta Paleozoyik yığılımları, tekli resif tümsekleri şeklinde veya daha kompleks resif gelişimine olanak sağlayan temel yapılar olarak bulunur. Bunlar düşey ve yanal olarak çok iyi gelişmiş ekolojik kuşaklar içermektedir. Ancak ABD'nin batısındaki Orta Ordovisiyen birimleri ile ABD doğusundaki, İskandinavya ve Kanada'daki Siluriyen birimlerinde Batı Avrupa'nın Devoniyen çökellerindeki karbonat yığılımları, tekdüzelik sunar. Karbonat çamuru tümsekleri olarak gelişmişlerdir. Erken çimentolaşmanın kanıtlarını içeren bol Stromactocis'li bu karbonat tümsekleri, az da olsa yapılarında iskeletli organizmalarda içermektedir. Ordovisiyen ve Siluriyen tümseklerindeki iskeletli organizmalar çoğunlukla dalı yapısı olan (ramose) kabuk gibi sarıcı bryozoalardan oluşur (Riding, 1981)

Ancak Devoniyen'de bryozoaların yerini mercanlar almıştır. Daha karmaşık bir yapı sunan yığılımlar ise stromatoporoid ve mercanlardan olur. Stromatoporoidler sayıca olduğu kadar irilik bakımından da farklı olup, çeşitli büyüme şekilleri gösterirler. Bunlar özellikle resifin üst bölümlerinde tabuleli mercanlar ile birlikte yer almaktadır. Bu mercanlar genellikle çalkantılı sulara gelişmişlerdir. Bunlar çeşitli büyüme şekilleri göstermekle beraber boyutları bakımından oldukça küçüktürler. Bunlardan tekli olarak bulunan rugosa mercanlar gevşek zeminli ortamlara uyum sağlayarak gelişmişlerdir. Koloniler halinde bulunan mercanlar ise çok çeşitli ve görkemli morfolojilere sahiptirler. Örneğin, Devoniyen'e özgü bir form olan Disphyllum gibi dendroid yapılı mercanların boyları 2 m. ye yakın büyüklüklere ulaşmıştır (Klovan, 1974.)

İskeletli invertebralar yanısıra, Erken Kambriyen resif tümseklerinde görülen algler Orta Paleozoyik'in çamur tümseklerinde de bulunmaktadır. Özellikle kabuk gibi sarıcı küçük bir alg olan Renalcis şelf kenarı resiflerinde, tanımlayıcı bir bileşen olarak yer alır. Kalkerli alglerden olan Solenopora ve parachaetetes ise bu resiflerde yaygın olarak yumrular halinde bulunur. Resif ve resif tümseklerinin kanat çökelleri egemen olarak pelmatozoa (crinoid, blastoid, cystoid) molozları ve brakiyopodlardan oluşmuştur. Krinoidli resif kanadı depoları Siluriyen yığılımlarında daha bol olarak bulunmaktadır (Heckel, 1974; James, 1983).

Orta Paleozoyik karbonat yığılımları paleotektonik ve paleocoğrafik konumları bakımından da ilginç özellikler sunmaktadır. Örneğin Kuzey Avrupa'daki Siluriyen yaşlı biyohermler ve biyostromlara, Kaledonya kıvrım kuşağına komşu alanlarda uzanan kratonik sedimanter istiflerde rastlanılmaktadır (Riding, 1981; Zeigler ve diğ., 1977). Bu resifler, su devimininin düşük ile orta düzeyde bulunduğu, ancak killi gereç girdisinin yüksek oranlarda gerçekleştiği sığ karbonat ortamlarında gelişmişlerdir. Genel olarak kalkerli şeyl, killi kireçtaşları ve biyoklastik tanetaşları ile karakterize edilen Llandovery ve Wenlock (Alt ve Orta Siluriyen) serilerinin çeşitli seviyelerinde görülmekle beraber, yoğun silisli kırıntılı çökel girdisi nedeni ile gelişimleri oldukça sınırlı bir düzeyde kalmıştır. Ortamsal koşullar özellikle

resiflerin birleşimleri ve geometrilerini etkilemiştir. Resifler genellikle çamurlu taban çökelleri üzerinde gelişmeye uyum sağlamaya beraber, yaşam ve gelişimleri için çoğunlukla tabanlarında krinoid mercaklerinin veya yaygılarının bulunduğu ortamları seçmişlerdir.

Benzer genellemeler Avrupa Devoniyen resifleri için de geçerlidir (Burchette, 1981). Bu resifler Siluro-Devoniyen yaşlı Kaledoniyen hareketlerinden fazlaca etkilenmeyen Hersiyen orojenezinin iç kuşağında yer alan bölgelerde gelişmiştir (Güneydoğu Alpler, Bohemya, Armorikan masifi, Kantabriyan ve Pirene Dağları, Güneybatı İngiltere ve Hertz Dağları). Bu kuşak, Alt Paleozoyik'ten Orta Devoniyen'e kadar kesiksiz olarak denizel çökelinin gerçekleştiği bir kuşaktır.

Kaledoniyen orojenezinin sınırlı etkisi ile hafif bir deformasyona ve yükselime uğramış bulunan Hersiyen "dış" kuşağında ise, resif gelişimleri Orta Devoniyen'e kadar geçmiştir. Bu "dış" kuşakta Alt ve Erken Orta Devoniyen yaşlı çökelleri fluvial veya kırıntılı sığ denizel çökel fasiyesleri ile karakterize edilmektedir. Avrupa Devoniyen resifleri morfolojik olarak 1. banklar, 2. biyostromal kompleksler, 3. sed resifleri kompleksleri, 4. tekli olarak bulunan resif kompleksleri (resif tümsekleri ve atoller), 5. çamur tümsekleri gibi durgun su karbonat yığılımlarından oluşmaktadır. Bu resifler sedimanter ve organik fasiyes birliklerinin tüm karakteristik özelliklerine sahiptir ve yanal olarak şelf ve havza şeyllere ve pelajik kireçtaşlarına geçiş yaparlar. Bunlar içerisinde türbiditik veya allodapik kireçtaşları halinde bulunan resifal moloz arakatıkları vardır.

Avrupa Devoniyen resiflerinin konumu ve gelişimini etkileyen başlıca paleotektonik ve paleocoğrafik koşullar şunlardır (Burchette, 1981):

1. Yerel kabuk bükülmeleri (crustal flexures)
2. Havza kenarı kırılma çizgisi boyunca (basin-margin hinge lines) oynamalar.
3. Çökelme ile eşzamanlı gerçekleşen faylanma (syndemanter faulting).
4. Çökelme ile eşzamanlı gerçekleşen volkanizma faaliyetleri.
5. Deniz tabanındaki küçük boyutlu topoğrafik yükseltilerin dağılım düzeni (gömülü resifler, kalkarenit bankları gibi).

6. Tektonik denetim dışında kalan deniz düzeyi oynamaları

Özellikle deniz düzeyi oynamaları resif büyümelerini denetlemiştir. Bu denetleme transgresif ve regresif olarak havza kenarı resif komplekslerinde görülmektedir. Tekli olarak bulunan resif komplekslerinde ise, deniz düzeyi oynamaları ekolojik ve sedimanter fasiyes kuşaklarının düşey yönde gelişmelerini denetlemiştir. Küçük ölçekli deniz oynamaları ise Orta ve Güney Alpler'deki Orta ve Üst Devoniyen yaşlı biyostromal ve sed resifi komplekslerinin resif gerisi fasiyeslerinde (şelf lagünü fasiyesi) birkaç metrelik çevrimsel (cyclic) istiflerin gelişmesine neden olmuştur.

Üst Devoniyen'in başlarında (Frasnian/Famennian) gerçekleşen yaygın bir deniz düzeyi yükselmesi nedeni ile Avrupa Devoniyen resiflerinin gelişimleri son bulmuş ve bölgede pelajik ortam koşulları yer almıştır.

**Geç Paleozoyik-Erken Mesozoyik:** Geç Devoniyen sonlarına doğru, yaygın Siluro-Devoniyen yığılımlarının gelişmesine olanak sağlayan kompleks resif eko-sisteminin



Frasniyen-Fameniyen trasgresyonundan etkilenmesinin sonucu olarak denizel invertebraların pekçoğu ortadan kalkarken, tabular mercanlar ve brakiyopodlar bütünü ile ortadan silinmiştir. Stromatoporoidler ise sadece birkaç cins indirgenmişlerdir. Bu arada rugosa mercanlar belirgin ölçüde değişim göstermişlerdir. Brakiyopodlar Geç Paleozoyik'te tekrar ortaya çıkmakla beraber, Orta Paleozoyik dönemindeki zengin çeşitliliklerine hiçbir zaman ulaşamamışlardır (Heckel, 1974).

Erken Karbonifer (Missipiye) zamanında mercanların yerini, çok az miktarda bulunan diğer resif yapıcı gruplar almıştır. Stromatoporoidlerin yerini ise pelmatozoalar ile bryozoalar almıştır. Karbonifer döneminde (Missipiye ve Pensilvaniye) çeşitli karbonifer yığılımlarını oluşturan yeni organizmalar ortaya çıkmıştır. Genellikle küçük boyutlu olan bu organizmalar evrimlerini Geç Triyas'a kadar sürdürmüşlerdir. Bu yeni organizmalar içerisinde en önemlileri phylloid kalkerli algler olan Archaeolithophyllum, Eugoniphyllum ve Trunovia ile Tubiphytes'lerdir. bunlardan, bir çeşit kalkerli algler olan Tubiphytes'ler Geç Jura dönemine kadar resiflerde çok küçük laminalı kabuk bağlayıcı organizmalar olarak görev yapmışlardır. Bu formlar Permiyen, Triyas ve bazı Jura yığılımlarının da temel bileşenini oluşturmuşlardır. Ortaya çıkan diğer önemli formlar ise Ophthalmidid-Calsitornellid, tubular foraminiferler ve küçük dendroid stromatoporoidler (Ör. Konia) ile kabuk gibi sarıcı mercanimsi alg olan Archaeolithoporella'dır (Rutten, 1956; Heckel ve Cocke, 1969; Davies, 1970; Klovan, 1974; Toomey ve Windland, 1973; Stanley, 1979; Flügel, 1981; Palmer ve Fursich, 1981).

Kalkerli süngerler Permiyen resif yamacının önemli bir parçası olmuşlardır. Süngerimsi hydrozoalar ve stromatoporoidler Triyas'ta önem kazanmışlardır. Günümüz denizlerinde iri ve masif, resif çatısı yapıcı organizmalar olan scleractinian mercanlar, ilk olarak ortaya çıkmışlardır. Bu mercanlar, kalkerli süngerler ve stromatoporoidler ile birlikte, resif tümsekleri olarak gelişen yığılımların genel yapısını tamamen değiştirerek, gerçek resiflerin oluşmasına olanak sağlamışlardır.

Geç Paleozoyik yığılımlarının pekçoğu kraton içi havzaların (intra-cratonic basin) kenarlarında yer almaktadır. Permiyen'de Pangea kıtasının parçalanması ile Tethys okyanusu giderek gelişmiş ve Mesozoik resif gelişimleri bu okyanusun kenarları boyunca veya bu okyanusa komşu havzaların içinde yer almışlardır.

**Alt Karbonifer:** Devoniyen'de resif ekosistemi bozulmakla beraber Alt Karbonifer'de (Missipiye) tekrar deniz tabanından itibaren 150 m. ye varan kalınlığa ulaşan resif büyümeleri görülmektedir. Bunlar 50 derecelik eğimlerle dalan yamaç depoları içermektedir. Genellikle şelf kenarlarına yakın yerlerde ve derin su koşullarında gelişmişlerdir. Bu kadar büyük yığılımlar oluşturmalarına rağmen yapılarında iri iskeletli biyota (canlı topluluğu) varlığı çok nadir görülür. Bunların büyük bir bölümü yüzde 50-80'i içlerinde dağınık olarak tipik krinoid ve bryozoa parçaları içeren pelloid kireç çamurtaşından oluşur. Bu yapıların tipik örnekleri Belçika'daki istiflerde görülmüştür.

Çamur tümseklerinin Avrupa örneklerinde kanat yapıları/katmanları görülmez. Kuzey Amerika örneklerinde ise kaba enkrinit ile ender lithoklastlardan oluşan kalın kanat katmanları gelişmiştir. Bazı örneklerde bu katmanlar tüm

yapının yarısından fazlasını oluşturmaktadır.

Alt Karbonifer'in sonunda tekli (soliter) mercanlar, biyohermlerin yapısında yerel olarak önemli yer tutmaya başlamışlardır (James, 1983).

**Üst Karbonifer:** Üst Karbonifer'in ortalarında yeni yeni ortaya çıkmaya başlayan kalkerli benthoslar, çamur tümseklerinde görülmeye başlamışlardır. Bu zaman aralığının yapılarında temel bileşim olarak phylloid algler görülür (Heckel ve Cocke, 1959). Bu yığılımlar Alt Karbonifer döneminin yapılarına göre daha küçüktür. Genel olarak 30 m. yüksekliğe ulaşır ve çekirdeği saran kanat katmanlarının eğimleri de 25 derece civarındadır. Phylloid algler deniz tabanından olasılıkla dik olarak büyümüşlerdir. Bazı örneklerde çamur tümseklerinin üzerinde kabuk gibi sarıcı bryozoalar ve foraminiferlerin geliştiği görülmüştür. Bu döneme ilişkin yığılımların çoğu küçük resif tümsekleridir. Bunların okyanusa bakan taraflarında kırmızı algler, fusulinidler, krinoidler yaygın olarak bulunur. Dulda taraflarında ise yeşil algler, rugosa mercanlar ve brakiyopodlar yer almaktadır.

Bu dönemde karbonat yığılımları egemen olarak phylloid alg tümsekleri ile karakterize edilmektedir. Ancak kısa zamanda bu tümseklerin yapısında Tubiphytes, Archaeolithoporella ve süngerler gibi dallı veya kabuk gibi sarılma özelliği gösteren nadir yapıları organizmalar da yer almaya başlamıştır. Bu yeni organizmalar ile de zenginleşen Permiyen biyohermlerinin en güzel örneklerinden birisi Batı Teksas ve Yeni Meksika'da yer alır. Guadalupe Dağları'nda yüzeylenmiş "Permiyen Resif Kompleksi" dir. Delaware Havzası'nın yükselmiş batı kenarlarını oluşturan bu yörede, petrol üretimi bakımından dünyanın en önemli yapılarından birisini de içeren yaygın bir karbonat platformu kompleksi yer almaktadır (Wilson, 1975). Bu kompleksin kenar fasiyesi, şelf kenarı boyunca görkemli bir çerçeve oluşturan masif birimi nedeni ile ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu kenar fasiyesi, ince taneli moloz, küçük boyutlu kabuk gibi sarıcı organizmalar içeren çamurlu karbonatlar ile karakterize edilmektedir. Masif birim ise resif yapıcı organizmalardan yoksun olup, platform kenarında gelişen sed adası karmaşığı ile süngerler ve Tubiphytes'lerce zengin karbonatlardan oluşmaktadır. Bu neden ile masif birim konumu bakımından şelf kenarında yer almakla beraber sed resifi olarak tanımlanmayıp, birleşik resif tümseklerinden oluşan bir yapı olarak yorumlanmıştır.

Kalkerli süngerlerin, Tunus, Sicilya ve Doğu Avrupa'daki Permiyen resif tümseklerinde de temel bileşenleri oluşturduğu görülmektedir. Doğu İngiltere'deki Üst Permiyen yaşlı Magnesia Kireçtaşında ise bryozoalar ve Archaeolithoporella benzeri organizmalar resif komplekslerinin egemen bileşenlerini oluşturmaktadır. Bu resif kompleksi karbonat şelfinin denize bakan tarafında kalınlığı 100 m. yi aşan çizgisel bir yığılım olarak gelişmiştir (Smith, 1981) Bu gelişim, merceksi geometriye sahip bir kokina yatağı üzerinde gerçekleşmiştir. Alt bölümlerinin büyük bir kısmı tipik olarak masif görümlü bryozoalı biyolititlerden oluşmaktadır. Bryozoalar yukarıya doğru yerinde büyüme özelliği göstermektedir. Resif büyümesinin orta evrelerinde, bryozoların yerini, agli çökeller ile organik veya organik olmayan kabuk gibi sarıcı lameller organizmaların giderek artan oranlarda almış olduğu görülmektedir. Resif büyümesinin son evrelerinde ise stromatolit ve diğer laminalı kayaçlardan

oluşan ve kalınlığı 30 m. ye varan bir biyostrom gelişimi görülmektedir. Bu gelişim, resif kompleksi gelişimi sırasında giderek sığlaşan bir ortamın varlığını yansıtmaktadır (Smith, 1981b).

Güney Alpler'deki merccek biçimli tümsekler de 300 m. yi aşan kalınlıklara ulaşmaktadır. Bu tümsekler Tubiphytes, Archaeolithoporella ve bryozoa ile sinsedimanter çimento içermektedir. Ancak bunlarda süngerler görülmez (Flüger, 1981).

**Triyas:** Triyas yaşlı resifler çoğunlukla Tethys denizinin kuzey ve güney kenarları ile Kuzey Amerika'nın batı kıyılarında gelişmişlerdir (Stanley, 1979). Alpler'de ise Karbonat platformlarının üzerinde ve kenarlarında yer alırlar ve Permian resiflerine benzerlikler gösterirler (Flügel, 1981).

Yerkürenin hiçbir yerinde Erken Triyas resiflerine rastlanılmamıştır. Triyas'a ilişkin ilk resifler Orta Trias'da görülür. Bunlar ender olarak mercanlar ve ekinodermiler içeren küçük, derin deniz yığılımlarıdır. Orta Triyas'ın sonlarında ise yaygın resif kompleksleri gelişmiştir. Kalkerli süngerler, Tubiphytes'ler, bazı stromatoporoidler ile koloni mercanların pekçoğu, resif komplekslerine görülen en önemli resif yapıcı organizmalardır. Triyas'taki resif yapıcı topluluğun, Permian biyotasından en önemli farkı, koloni mercanlarının bol olarak bulunmasıdır. Genel olarak Triyas resifleri değişik fauna grupları ile karakterize edilmekle beraber, bazı resiflerde sadece Tubiphytes'ler egemendir. Bu yığın karbonat platformları Geç Triyas'da (Noriyen-Resiyen), resif kompleksleri ve kısmen sığlıklarda meydana gelen kenar fasiyesleri (marginal facies) içerirler. Bu platformların pekçoğu Triyas sonunda bozularak karasal gereç ve küçük resifler içeren havzalara dönüşmüşlerdir. Üst Triyas resiflerinin temel bileşenleri mercanlar, stromatoporoidler, kalkerli süngerler ve kalkerli alglerdir. Özellikle mercanlar ve kalkerli süngerler resifin en önemli parçalarıdır. Bunlar su enerji seviyesine bağlı olarak resifin farklı kısımlarında yer alırlar. Örneğin mercanlar yüksek enerjili sığ ortamlarda, kalkerli süngerler ise resifin daha iyi korunmuş orta bölümlerinde bulunur. Bu resiflerdeki koloni mercanların günümüzdeki mercanlara benzer büyüme şekilleri vardır. Stromatoporoidler, resifin korunmuş kesimlerinde daha yoğun olarak bulunurlar. Resif sistemlerinde çökel üreten başlıca organizmalar brakiyopodlar, iki kapaklılar, gastropodlar, cephalopodlar, serpulid kurtçukları, crustacealar, ostracodlar, krinoidler, ophioridler ve holoturialardır. Bu yığılımlarda ilk kez olarak, iki kapaklılar ve alglerin neden olduğu yaygın biyoerozyon görülür. Oyucu organizmaların varlığı daha önceki resiflerde bilinmekteyse de, biyoerozyon resif gelişiminde bu döneme değin diyajenetik etken olarak herhangi bir rol oynamamıştır. Permian resiflerinde olduğu gibi Üst Triyas resif sistemlerinin büyüme boşluklarının pek çoğu sinsedimenter çimento olarak yorumlanan teli dokulu bir spar ile yaygın bir şekilde doldurulmuştur.

Geç Triyas resif sistemleri, Orta Paleozoyik resif sistemlerinde olduğu gibi, şelf tümsekleri, yama resifleri, platform kenarı ve derin su resif tümsekleri olmak üzere resif tiplerinin tüm örneklerini içermektedir. Bunlar dört evreli resif gelişimlerinin tüm karakteristik özelliklerini göstermektedir.

**Jura:** Resiflerin ilk ortaya çıkışlarına Fas Liyas'ında rastlanmakla beraber bunlar gerçek anlamda Orta Jura zamanında egemen olmaya başlamışlar ve Geç Jura'da ise

maksimum düzeye ulaşmışlardır (Heckel, 1974; James, 1983). Resifler Batı Avrupa sığ deniz ortamlarında yama resifleri olarak gelişmişlerdir (Palmer ve Fursich, 1981). Kanada'dan Ortadoğu'ya kadar uzanan Tethys denizinin kuzey kenarı boyunca ve Tethys içerisindeki yalıtılmış büyük platformlarda ise kenar fasiyesleri olarak gelişme göstermişlerdir. Tethys denizinde yükseklik 100 m. ye varan derin su resifleri de bulunmaktadır. Bunlar silisli süngerler, algler, tabular foraminiferler içeren kireç çamurundan oluşur. Burada en göze çarpan fauna bryozoa ile brakiyopodlardır. Geniş sığ platformlarında, mercan ve stromatoporoidlerden oluşan yama resifleri yer almaktadır. Şelf kenarlarında ise bu resifler yama resifleri kuşakları oluşturmaktadırlar. Bazı durumlarda bunlar, süngerli resif tümseklerinin üzerlerini şapka gibi örtmektedirler.

Kırmızı kalkerli bir alg olan Solenopora ve yeşil alglerden Dasycladacea gelişimlerinin en yüksek noktasına Geç Jura zamanında ulaşmışlardır. Ayrıca, Codiacean algler ve articulated Corallinacea ilk olarak bu yığılımlarla birlikte ortaya çıkmışlardır.

**Kretase:** Geç Jura resif yapıcı organizmalar topluluğu Kretase'nin başlarına değin devam etmiştir. Erken ve Orta Kretase'de şelf kenarı karbonat yokluğu yığılımları, başlıca mercan-alg ve stromatoporoid topluluğundan oluşmuşlardır (Enos, 1974; Scott, 1979). Aynı zamanda molluskların bir grubu olan rudistler hızlı bir şekilde evrim geçirerek Orta-Üst Kretase yığılımlarının en önemli biyotik bileşenleri konumuna gelmişlerdir (Coates, 1977; James, 1983; Laviona, 1984). Bu iki kapaklılar genellikle iri kapakları ile zemine tutunmuşlar ve çamurlu lagünlerde, platform kenarları ve yamaçlarına değin uzanan çeşitli ortamlara uyum sağlamışlardır. Rudistler bu farklı ortamlarda, archaeocyathaların, rugosa mercanların ve richtofenid brakiyopodların formlarına benzer şekiller kazanmışlardır. Orta Kretase döneminde (Aptien-Cenomaian) rudistler çeşitlenerek resif ve resif gerisi ortamları ile dalga çatlama kuşağında (surf zone) yer almaya başlamışlardır. Orta Kretase resifleri çoğu kez sınırlı su dolaşımına sahip geniş şelflerin kenarları ile iç şelf alanlarında gelişmişlerdir. Çok çeşitlilik sunan şelf kenarı resifleri, mercanların oluşturduğu bir çekirdek ile bu çekirdeği saran alg ve rudistlerden oluşmaktadır. Rudist topluluğu genellikle sığ ve yüksek enerjili resif düzlüğü kuşağında yer almıştır. Az çeşitlilik sunan iç şelf resifleri rudistlerin sadece bir iki cinsi ile karakterize edilmişlerdir.

Üst Kretase yığılımlarında rudistlerden özellikle radiolititler egemendir. Mercanlar ve kabuk gibi sarıcı organizmalar ise çok az bir yer tutmuşlardır. Şelflerde gelişen yığılımlar genel olarak biyostromal özellikler göstermektedirler. Şelf kenarlarına yakın yerlerde ise yama resifleri gelişmiştir. Mercanlar, olasılıkla ortamın tuzluluk, sıcaklık ve oksijen içeriğindeki belirgin değişimler nedeni ile çatıyapıcı organizmalar olarak etkinliklerini yitirmişlerdir.

**Senozoyik:** Kretase sonunda gerçekleşen katstrofik olaylar, bentik kalkerli organizma gruplarını önemli bir düzeyde etkilemekle beraber, tamamen ortadan kalkmalarına neden olmamıştır. Bunlardan yalnızca çift kapaklı mercanlar ise yaşamlarını sürdürmüşlerdir. Ancak bu mercanların 90 cins ile karakterize edilen çeşitliliği önemli düzeyde etkilenecek 30 cins inmiştir. Kalkerli süngerler ve stromatoporoidler de

yaşamlarına devam etmelerine rağmen resif yapıcı organizmalar olarak önemlerini yitirmişlerdir (James, 1983).

Senozoyik resifleri içerik olarak günümüz resiflerinin benzer özelliklerine sahiptir. Bu dönemde scleractinian mercanlar resiflerin yapısında egemen organizmalardır. Ancak Senozoyik resiflerinin gelişimleri üzerine olan bilgiler, iki ana neden dolayısı ile, yeterli düzeyde bilinmemektedir: 1. Tektonik olarak duraylı bölgelerdeki resiflerin hala gömülü olarak bulunması, 2. Tektonizmanın aktif olduğu alanlardaki resiflere ait fasiyes ilişkilerinin, faylanmalardan veya yüzeylenmelerin sınırlı olmasından ötürü, yeterince izlenmemiş olmasıdır (James, 1983).

Senozoyik resiflerin zaman ve mekandaki dağılımları, Tethys su yolunun, levha hareketleri sonucu giderek kapanmasından kaynaklanan su dolaşımı değişimleri ile doğrudan bağlantılıdır. Senozoyik resiflerdeki mercanların pekçoğu Kretase'den geçiş gösteren formlardır. Bazıları ise Paleosen'de ortaya çıkmaya başlamışlardır. Ordovisiyen zamanından beri resiflerde önemli bir yer tutan Solenopora (mercanımsı alg) Paleosen sonunda ortadan kalkmıştır. Eosen ile birlikte yeni hermatipik mercan cinslerin giderek küçülen Tethys denizinde yayıldığı görülmektedir (Barta-Calmus, 1977; Newell, 1972). Bu yayılım olasılıkla Kuzeybatı Hint Okyanusu'nun Ortadoğu üzerinden Akdeniz'e bağlayan sığ deniz yolu ile gerçekleşmiştir. Bu evrim Oligosen'e değin devam etmiştir. Oligosen'de Senozoyik resifleri, resif topluluklarının bollukları ve zenginlikleri bakımından gelişimlerinin doruk noktasına ulaşmasıdır (Wells, 1956; Frost, 1972; Stanley, 1977). Bu dönemde resif tiplerinin her çeşidine rastlanılmaktadır. Bu resiflerin çoğunda düşey ve yatay kuşaklar çok iyi gelişmiştir. Resif büyümelerinin başlangıç aşamaları fazla bir çeşitlilik göstermeyen, hafif ve gözenekli iskeletlere sahip hızla büyüyen mercan toplulukları ile karakterize edilmektedir. Bunlar çamurlu zeminler üzerinde koloniler oluşturmuşlardır. Örneğin dalı ve kabuk gibi sarıcı özellik gösteren Goniopora ile günümüz denizlerindeki Acropora palmata'ya benzer bir form olan Actinacis. Resif büyümesinin çeşitlenme döneminde ise türlerde büyük bir zenginlik görülmektedir. Özellikle Goniopora, Favia, montastraea, Diploria, Pavona, Colpophyllia ve Antiguastraea ağırlık olarak resif çatısını oluşturan formlardır. Ayrıca bu resiflerde hızla büyüyen dalı formlardan Acropora, Actinacis, Goniopora, Dictyaraea, Stylocoenia ile yumru formalar olan Alveopora ve Astreopora bol olarak bulunmaktadır. Mercanımsı algler, foraminiferler (kabuk gibi sarıcı formlar ve bryozoalar gibi resifi yurt edinmiş diğer formlar, bugünkü resiflerde bulunan formlara benzer özellikler göstermektedirler.

Resif dağılımlarındaki temel değişim Miyosen'de gerçekleşmiştir (Chevalier, 1977). Bu olay Akdeniz'in bugünküne benzer ayrı bir deniz konumuna gelmesi ile bağlantılıdır. Miyosen sonunda ise Akdeniz'de mercan resiflerinin kalmadığı görülmektedir. Messiniyen de Akdeniz'in aşırı tuzlu evaporitik bir ortama dönüşmesi mercan resiflerinin ortadan kalkmasına neden olmuştur (Esteban, 1979).

Pliyosen döneminde iklim kuşaklarının giderek belirginleşmesi ve Panama kıstağının yükselimi sonucunda resif gelişimleri İndo-pasifik ve Karayibler olmak üzere iki bölgede ile sınırlanmıştır (Newell, 1972; Chappell ve Polach,

1976; James, 1983).

## RESİFLERİN EKONOMİK JEOLJİSİ Resif ve Petrol

Resiflerin petrol ve bazı baz metalleri içermesi bakımından önemli bir ekonomik potansiyele sahip buldukları gerçeği uzun zamandan beri bilinmektedir. Örneğin Lloyd 1929 yılında yayınladığı çalışmasında resiflerin petrol bakımından önemine dikkat çekmiştir. Lloyd bu çalışmasında Teksas Eyaleti'nin (ABD) kuzeyinde yer alan Hendrick sahasında 1926 yılında bulunan petrolün Permiyen yaşlı mercan resiflerinden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Öte yandan Ellison (1926) Teksas'taki petrolün tuz domları çevresinde yer alan Oligosen yaşlı mercan resiflerinde bulunduğunu ileri sürmüştür. Bu çalışmalar, özellikle Lloyd'un yayını petrol jeologlarının dikkatini hazine kayalar olarak, mercan resiflerinin önemi üzerinde odaklanmasına neden olmuştur.

Resiflerden petrol üretimi Batı Teksas ve Yeni Meksika Eyaletleri'nde 1920-1930 yılları arasında bulunan petrol sahaları ile sınırlı değildir. Meksika'daki The Golden Lane sahası, Kanada ile Hollanda Yeni Gine'sindeki petrol sahalarındaki üretimde resiflerden kaynaklanmaktadır. 1927 yılında bulunan ve Ortadoğu'nun en zengin yataklarından birisi olan Kerkük petroleri de Tersiyer resif kompleksinden elde edilmektedir (Henson, 1950). Güneybatı İran'daki zengin petrol yatakları içeren Asmari kireçtaşının alt bölümü alg, foraminifer ve mercanlardan oluşan Oligo-Miyosen yaşlı resif kompleksleridir (Chevalier, 1977). Kanada'nın Alberta bölgesindeki Leduc sahasındaki petroler de resifal karbonatlardan elde edilmektedir. Üst Devonyen (Frasnian) yaşlı Leduc karbonatları 4,5 milyar varil petrol yaklaşık 6 trilyon metreküp doğalgaz içermektedir. Bu karbonatlar biyostromal, resifal, biyohermal ve iskeletsel bank yığılımlarından oluşmuştur (Walls, 1983).

Bu bulgular, petrol şirketlerinin özellikle 1950'li yıllarda araştırma politikalarını yoğun olarak güncel ve eski resiflerin çalışmasına yöneltmiştir. Bunun sonucu olarak resifler, özellikle başta Kanada Devon resifleri olmak üzere 1950'li yıllarda çok ayrıntılı olarak irdelenmiştir. Aynı yıllarda benzer petrol sahaları ABD, Ortadoğu ve Güneydoğu Asya'da da bulunmuştur.

1960'lı yıllarda fosil resiflerin çok zengin petrol yatakları içerdiği savı giderek egemen olmaya başlamıştır. Örneğin Occidental şirketinin Libya'da 1968 yılında bulduğu İntizar Sahasındaki Dı-103 no'lu kuyudan 78867 varillik temiz petrol elde etmesi bu savı doğrular bir bulgu olmuştur (World Oil, Ocak Sayısı, 1968). Bu sahada petrol yaklaşık 245 m. derinlikte bulunan Paleosen yaşlı resifal kireçtaşından elde edilmektedir. Bu resifal kireçtaşları, bugüne kadar bulunan petrol yatakları içerisinde en zengin olanıdır.

1979'lu yıllarda Sackatckewan (Kanada) yöresinde, ABD'nin kuzeyinde yer alan bölgelerde ve Meksika Körfezi'ndeki The New Golden Lane sahasında petrol potansiyeli bakımından olumlu neticeler alınması düşünülerek eski resiflerin araştırılmasına ilişkin çalışmalara ağırlık verilmiştir. Yer altındaki mercan resiflerinin bulunması yapısal kapanların saptanmasına göre çok daha zordur. Örneğin, yeni bulunan petrolerin çoğu antiklinal yapıda veya sismik yapı olarak düşünülen, ancak sondaj verilerine göre gömülü bir

resif/resif kompleksi olduğu anlaşılan yataklardan elde edilmektedir. Bu neden ile eski resiflerin saptanmasına ilişkin/yönelik çalışmalarda, biyofasiyes ve litofasiyes ilişkilerinin açıklanmasına/ortaya konmasına önem verilmiştir.

Petrol içeren resifler konusunda varolan bilgi birikimi iki önemli genel bulguyu ortaya koymaktadır:

1. Petrol içeren resifler, karakteristik olarak subsidansa ve çok az bir tittleşmeye uğramış duraylı kıta şelflerinde gelişmişlerdir. Bunlar, oluşumlarından günümüze kadar önemli bir tektonik deformasyona uğramamışlardır. Kuzey Amerika'nın kuzeyindeki Siluriyen resifleri, Kanada'nın batısındaki Devoniyen resifleri, Meksika'daki Kretase resifleri ile Libya'nın Paleosen resifleri ilk konumlarını herhangi bir deformasyona uğramadan korumuş örneklerdir. Ancak ince taneli örtü kayaları resifin morfolojisine uyumlu olarak geliştiği için resiflerde aldatici kıvrımlı bir yapı görünümü gelişmektedir.

Eski mercan resifleri içerisinde kıvrımlanma ve faylanma ile tektonik deformasyona uğramış olanlar da bulunmaktadır. Queensland'ın (Avustralya) kuzeydoğusunda yer alan Siluriyen resifleri ile Belçika ve Kanada'nın batısında yer alan Devoniyen resifleri yoğun deformasyona uğramış örneklerdir. Deformasyon, petrolün resiften kaçmasına neden olmaktadır. Ancak Ortadoğu'nun en zengin yataklarından birini oluşturan Kerkük (Irak) petroleri, kıvrılarak antiklinaller oluşturmuş resif kuşağından alınmaktadır. Bu resiflerden bazıları mercan resifleri özelliğinde olmakla beraber çoğu rudistli ve foraminiferli karbonat banklarıdır.

2. Bu resiflerin büyümeleri sedimander havza gelişimi sırasında denizin karaya doğru ilerlediği transgresif aşamasında gerçekleşmiştir. Bu aşamadaki çökel girdisi havzanın sübidansı ile bozulan dengeyi karşılayacak düzeyde gerçekleşmediği için denizel ortamın derinliği zamana bağlı olarak artmaya başlamıştır. Resiflerin düşey boyutları, sübidansın yaklaşık olarak 200 m. ile 350 m. arasında gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Transgresyona bağlı olarak denizin karaya doğru ilerlemesi, kıvrıntılı gereç girdisinde bir artmaya ve dolayısıyla çökel fasiyeslerin zamanla karaya doğru göçüne neden olacaktır. Bu durumda organik resifleri oluşturan organizmalar, sübidans hızından daha hızlı bir şekilde büyüyerek petrol potansiyeli bakımından önemli resif yapıları oluşturmaktadır. Ancak regresif bir ortamda gelişmiş bulunan Kerkük resifleri bu genellemenin dışında kalmaktadır (Henson, 1950).

Ekonomik önemi olan resiflere, jeolojik geçmişin farklı zamanlarında ve mekanlarında rastlanılmaktadır. Bu resifler ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Çalışmalar genelde resif olarak tanımlanan bu petrollü karbonat yığılımlarından pekçoğunun gerçekte, çatı oluşturucu mercanlar içermediğini ortaya koymuştur. Başka bir deyişle bu yığılımlar biyolojik, paleontolojik ve ekolojik anlamda gerçek resifler olmayıp organizma yığılımlarından oluşan resif kompleksleridir. bu tür resif kompleksleri, petrol araştırmalarında çok önemli bir yer tutmaktadır.

Resifleri petrol potansiyeli bakımından değerlendirirken çevresindeki çökel birimler ile ele almak ve bu birimlerin gözeneklilik geçirgenlik katsayıları ile yayılımlarını da göz önünde bulundurmak gerekir.

Resif yapısı eğer deniz tabanındaki belirli bir engebe üzerinde gelişmiş ise resif çevresindeki çökellerin sıkışması taneler arası gözenek suyunun kaçmasına neden olacaktır. Geçirimsiz çökel katmanların görece olarak yaygın bulunması, petrolün düşey göçünü engelleyen örtü tabakaları işlevi de görecektir. Dolayısıyla petrol birikimi, resif kompleksinin gözenekli ve geçirgen kuşaklarında gerçekleşecektir. Bu neden ile resifal ortamlardaki evaporit çökelleri ile şeyller örtü kayaçları oluşturmaları bakımından ayrı bir önem kazanmışlardır. Örneğin Batı Teksas ve Yeni Meksika'daki Permiyen havzasında evaporitler, Batı Kanada'daki Devon resiflerinde ise evaporitler ile şeyller, petrolün resifler içerisinde örtü kayaçlar olarak önemli bir rol oynamışlardır. Ancak aynı yöredeki tüm resiflerin, farklı boyutlarda gözenek ve geçirgenliğe sahip olmaları nedeni ile aynı ölçüde petrol içermeleri olası değildir. Ayrıca ekolojik olarak benzer resiflerin bulunduğu yörelerde bile resiflerden bazıları petrol içerirken diğerleri doğal gaz ve su içerebilirler.

Resiflerde bulunan petrolü içeren organik gerecin, resifi oluşturan organik gereç ile herhangi bir bağlantısı yoktur. Resif ortamı yüksek su enerjisi ile karakterize edilen oksitleyici bir ortamdır. Bu durum organik gerecin çökeller içerisinde korunarak petrole dönüşmesine olanak sağlayacak elverişli bir koşul yaratmamaktadır. Ancak resifler arasındaki su kütlelerinin resif büyümesine bağlı olarak giderek derinleşmesi, deniz tabanında indirgeyici koşulların gelişmesine olanak sağlamaktadır. Bu aşamada çökeller içerisinde korunmuş olarak bulunan organik gereç, görülmeye bağlı olarak gerçekleşen uygun sıcaklık ve basınç koşulları nedeni ile petrole dönüşecektir.

#### **Mercan Resiflerindeki Metalik Madenler**

Mercan resiflerinde petrol yanısıra önemli ölçüde baz metaller de bulunmaktadır. Mercan resiflerinde, cevher yataklarının yerleşimi, petrol yerleşiminden pek farklı bir düzeyde değildir. Nikel, asfaltit, vanadyum, sülfür ve bunlarla ilişkili bulunan petrolün yoğunluğu arasında bir bağlantı olduğu ortaya konulmuştur (Hodgson ve Barker, 1959). Baz metaller de aynı petrolün göçünde olduğu gibi, çökellerin sıkışması sonucu gözenek suyunun kaybolmasına bağlı olarak göç ederler. Bu gözenek sularının kimyası, büyük ölçüde içinde oldukları çökellerin doğasına bağlıdır. Sıkışma sonucunda izledikleri göç yolları da, çökelleme sisteminde varolan diğer gözeneklilik ve geçirgenlik yolları ile akışkanın sahip olduğu akma gradyanı tarafından denetlenir.

Yeni çökelmiş herhangi bir çamur veya kil çökeli yüzeyde % 80 oranında bir gözenekliliğe sahiptir. Gömülmeye bağlı olarak artan çökel yükü nedeni ile sıkışma süreçleri başlar ve çökel birimin hacimsel yoğunluğu artarken, gözeneklilik oranı ve dolayısı ile gözenek suyunda önemli ölçüde bir azalma gerçekleşir (Chapman, 1972). Örnekleme gerekirse 1 m<sup>3</sup>.lük bir kil deposundaki gözeneklilik oranının % 40'dan % 20'ye inmesi, ancak 300 ile 2500 m. arasındaki derinliklerde gerçekleşebilir. Bu olay sonucunda yaklaşık 250x10<sup>6</sup> metre küplük bir gözenek suyunun çökel sistemden göçü söz konusudur (Chapman, 1977).

Bu kadar büyük miktarlarda yer değiştiren akışkanlar içerisindeki baz metaller, fiziko-kimyasal süreçlere bağlı olarak gelişen önemli ekonomik potansiyele sahip yataklara dönüşür. Mercan resifleri, göçeden akışkanların

fiziko-kimyasal ortamını tamamen değiştiren koşullara sahip ortamlardır.

Maden içeren eski mercan resiflerine ilişkin en güzel örneklerden birisi Kanada'nın Kuzeybatısında yer alan Great Slave gölünün güney kıyısındaki sed resifi kompleksidir. Ekonomik öneme sahip kurşun, çinko yatağı bu sed resifinin kuzey kenarında yer almaktadır. Bu resif daha güneydeki petrol içeren resifler ile de ilişkilidir. Ancak maden yatağı, yüzeye yakın bulunmakta, petrol ise yaklaşık 2300-2400 m. derinde yer almaktadır. Bu sed resifi, kuzey ve batıda yer alan şeyl egemen birimleri, güney ve doğuda yer alan evaporit çökellerinden ayırtetmektedir. Ayrıca komşu havzalardaki çökellerin sıkışmasına bağlı olarak kaçan gözenek akışkanlarının göçü içinde gözeneklilik ve geçirgenlik bakımından elverişli bir ortam oluşturmuştur.

Maden yatakları bu resif kompleksinin resif gerisi ve organik resif fasiyeslerinde bulunmaktadır. Ancak yatakların uzanımı, katmanlanma veya fasiyes birimlerinin belirlediği geometriler ile uyumlu değildir. Yataklar ayak tabanı biçiminde geometrilerle sahiptir ve olasılıkla tektonizmadan ziyade erimelerden kaynaklanmış breşik kuşaklarda yer alır.

İsviçre'den Avusturya'ya kadar uzanan Doğu Alpler'inde de kurşun-çinko maden yatakları bulunmaktadır. Bu yataklar Üst-Orta Triyas yaşlı resifler içerisinde yer almaktadır. Pine point maden yataklarında olduğu gibi, Doğu Alpler'deki maden yatakları da, resif çekirdeği ve resif gerisi fasiyesleri içermektedir. Ancak, cevher kütleleri belirgin yataklar biçiminde gelişmiştir.

## SONUÇLAR

Resifler iri ve güçlü iskeletli mercanlar ve mercanımsı alglerin oluşturduğu masif, dalgaya dayanıklı, deniz tabanında topoğrafik bir engebe oluşturan organik kökenli bir karbonat yığılıdır. Kalkerli algler, süngerler, mollusklar ve bryozoalar ve foraminiferler resif gelişiminde bağlayıcı ve çökel üretici organizmalar olarak yardımcı rol oynamışlardır. Resifler çok geniş bir coğrafik yayılım göstermekle beraber, karakteristik olarak tropikal ve subtropikal kuşağın tektonik olarak duraylı, sığ karbonat platformlarında veya şelflerinde gelişim göstermişleridir. Gelişim, özellikle platform ve şelflerin serbest su dolaşımının gerçekleştiği besleyiciler bakımından zengin, rüzgara karşı bakan/açık yüksek enerjili açık deniz taraflarında gerçekleşmektedir.

Resif gelişimi, resif oluşturucu organizmaların biyolojik doğası, deniz düzeyi oynamaları, deniz tabanının topoğrafyası ve sübsidansı ile dalga enerjisi, biyerozyon ve akıntılar gibi resif yıkıcı süreçler tarafından denetlenir.

Jeolojik geçmişte en eski resiflere Prekambriyen'de gelişmiş stromatolit biyohermleri olarak rastlanmaktadır. Paleozoyik, Alt-Orta Mesozoyik dönemlerinde ise archaeocyathidler, kalkerli algler, süngerler, stromatoporoidler, tubiphytler ve mercanlardan oluşan biyohermler, biyostromlar çamur veya resif tümsekleri şeklinde gelişmiştir. Geç Mesozoyik'te rudistli resifler egemen olmuştur. Tersiyer'de Orta Triyas'ta ortaya çıkan scleractinian mercanların giderek gelişmelerine bağlı olarak günümüz denizlerindeki resiflere benzer mercan resifleri yer almıştır.

## KATKI BELİRLEME

Konuya ilişkin literatür sağlamasındaki katkıları nedeni ile Doç. Dr. Baki VAROL'a (A.Ü.); "Resifler ve Avrupa Fosil Resif Modelleri" konulu yayınlanmamış Doktora Semineri notlarını yararlanmamıza açan Eşref ATABEY'e (M.T.A.); çalışmalarımızın çeşitli aşamalarında ilgi ve desteklerini esirgemeyen Dr.Tevfik ERKAL ve Saffet DOYURAN'a (M.T.A.) teşekkür ederiz.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- ADEY, W.H.1978, Coral Reef Morphogenesis; A Multidimensional Model. Science, v. 202, no.4370, p.831-837.
- AHR, W.M.,1971, Paleoenvironment, algal structures and fossil algae in the Upper Cambrien of central Texas; Jour. Sed. Petrology, v.41, p.25-216.
- ALTINLI, İ.E.,1975, Kireçtaşları ve Sınıflamalar. Tatbiki Jeoloji Kürsüsü Ders Notları, İ.Ü. Fen Fak. Yayınları.
- ATABEY,E., 1990, Karbonat platformlarının sınıflaması, fasiyes modelleri ve evrimi/Toros Karbonat Platformu.A.Ü. Fen. Bil. Enstitüsü, Doktora Semineri-I, 103 s.
- ATABEY, E., 1990, Resifler ve Avrupa Fosil Resif Modelleri'nden örnekler. A.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, Doktora Semineri-II, 116s.
- BARTA-CALMUS,S.,1977, Aperçu de l'evolution des Madreporaires dans la province mediterranneenne occidentale au Mummulitiqu; Second Symposium international sur les coraux et recifs coralliens fossiles, Memoire du B.R.G.M.,N89,S.353-358.
- BATHURST,R.G.C.,1975, Carbonate sediments and their diagenesis. Amsterdam, Elsevier Sci. Pub., 658s.
- BRAITHWAITE-C.J.R., 1973, Reefs.Just a Problem of Semantics?. Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.,v.57,s.1100-1116.
- BURCHETTE,T.P.,1981, European Devonian Reefs; a review of current concepts and models,D.F.Toomey(Ed), European fossil reef models. SEPM Spec Pub. no.30,s.85-143.
- CECILE,M.P., ve CAMPBELL, F.H.A. 1978, Regressive stromatolite reefs and associated facies, middle Goulburn Group(Lower Proterozoic) in Basin,N.W.T.; an example of environmental control of stromatolite form.Bull.Canadian Petroleum Geols.,v.26,s.237-267.
- CHAPMAN R.E.,1977, Economic Geology Coral Reefs.v.4,Geol.2,s.107-128, Academic Press New York.
- CHAPPELL,J.ve POLACH, H.A. 1976, Holocene sea-level change and coral-reef growth at Huon Peninsula,,Papua New Guinea.Geol.Soc. America Bull.,v.87,s.235-239.
- CHAVALIER,J.P.,1977, Aperçu sur la faune corallienne recifale du Naogene Second Symposium international sur les coraux et recifs coralliens fossiles, Memires du B.R.G.M.,N.89, s.359-366.
- CLOUDE,P.E.,1952,Facies relationships of organic reefs.Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.,v.36, no.11,s.2125-2149.
- COATES,A.G.,1977,Jamaican Cretaceous coral assemblages

- and their relationships to rudist frameworks; Second Symposium international sur les coraux et récifs coralliens fossiles. *Memoire du B.R.G.M.*, N.89, s.336-341.
- CUFFEY, R.J., 1972, The roles of bryozoans in modern coral reefs. *Geol. Rundsch.* 61, 542-550.
- CUMMINGS, E.R., 1932, Reefs or Bioherms?. *Geol. Soc. America Bull.*, v.43, s.331-352.
- CUMMINGS, E.R. ve SHROCK, R.R. 1928, Niagan reefs of Indiana and adjacent states and their stratigraphic relations. *Geol. Soc. America Bull.*, v.39, n.2, s.579-620.
- DALEY, B., 1972, Macro invertebrate assemblages from the Bembridge Marls (Oligocene) of the Isle of Wight, England, and Palaeoecology, v.11, s.11-32.
- DARWIN, C.R., 1842, The structure and Distribution of Coral Reefs. London, Smith, Elder and Co., 214s.
- DAVIES, G.R., 1970, Carbonate bank sedimentation, eastern Shark Bay, Western Australia. *Mem., Am. Assoc. Pet. Geol.*, 13, s.85-168.
- DUNCAN, P.M., 1863, On the fossil Corals of the West Indian Islands I. Quart. *J. Geol. Soc. America Mem.* 67, v.2, s.783-800.
- DUNHAM, R.J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Am. Assoc. Petroleum Geologists, Mem.* 1, s.108-121.
- DUNHAM, R.J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Am. Assoc. Petroleum Geologists, Mem.* 1, s.108-121.
- DUNHAM, R.J., 1970, Stratigraphic reefs versus ecologic reefs. *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, v.54, s.1931-1932.
- ELLISOR, A. CA, 1926, AAPG, *Bull.*, 10, s.976; Chapman, E.R. 1977, *Econ. Geol. and Fossil Reefs* adlı yapıttan alınmıştır.
- EMBRY, K.O., TRACY, J.I., ve LADD, H.S., 1954, Geology of Bikini and nearby atolls. *1. Geol. Surv. Prof. pap.*, 260 A.1-265.
- ENOS, P., 1974, Reefs, platform and basins of Middle Cretaceous in northeast Mexico. *AAPG Bull.*, v.58, s.800-809.
- ENOS, P., ve PERKINS, R. 1979, Evolution of Florida Bay from Island stratigraphy. *Geol. Soc. America Bull.*, v.90, s.59-83.
- ESTEBAN, M., 1979, Significance of the Upper Miocene coral reefs of the western Mediterranean. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* v.29, s.169-189.
- FAIRBRIDGE, R.W., 1961, Eustatic Change in Sea Level. *Physics Chem. Earth*, v.4, s.99-185.
- FLÜGEL, E., 1981, Paleoecology and facies of Upper Triassic reefs in the northern calcareous Alps, D.F. Toomey (Ed.), *European fossil reef models. SEPM spec. Pub.* N.30, s.291-361.
- FOLK, R.L., 1962, Spectral subdivision of limestone types. W.E. Ham (Ed.), *Classification of carbonate rocks. AAPG Mem.* 1, s.62-85
- FRIEDMAN, G.M., 1978, Recognition of Post-Paleozoic Reefs. An Experience in Frustration. Tenth International Congress on Sedimentology, Jerusalem, Proc., v.1, 220s.
- FROST, S.H., 1977, Ecologic controls of Caribbean and Mediterranean Oligocene reef coral communities, D.L. Taylor (Ed.), Miami, Fla., *Proc. 3rd Inter. Coral Reef Symp.*, s. 367-375.
- GARRET, P., ve Diğ., 1971, Physiography, ecology and sediments of two Bermuda patch reefs. *Jour. Geol.*, v. 79, s. 647-668.
- GINSBURG, R.N., ve JAMES, N.P., 1974, Spectrum of Holocene reef-building communities in the western Atlantic, A.M. Zeigler et al (Ed.), *Principles of benthic community analysis* (notes for a short course).
- GINSBURG, R.N., ve SCHROEDER, J.H. 1973, Growth and Submarine fossilization of algal cup reefs, Bermuda: *Sedimentology*, v. 20, p. 575-614.
- GOREAU, T.F., 1959, The ecology of Jamaican coral reefs. I. Species, composition and zonation. *Ecology*, v. 40, s. 67-90.
- GOREAU, T.F., ve GOREAU, N.I., 1973, The ecology of Jamaican coral reefs. II. Geomorphology, zonation and sedimentary phases. *Bull. Marine Sci.*, v. 23, s. 399-464.
- GOREAU, T.F., ve HARTMAN, W.D., 1963, Boring Sponges as Controlling Factors in the Formation and Maintenance of Coral Reefs: in *Mechanisms of Hard Tissue Destruction*. Washington, D.C., *Am. Assoc. Advancement Science Pub.*, 75, s. 25-54.
- GVIRTZMAN, G., BURCHBINDER, B., SNEH, A., NIR, Y., FRIEDMAN, G.B. 1977, Morphology of the Red Sea fringing reefs. A result of the erosional pattern of the last-glacial lowstand sea level and the following Holocene recolonization. *Sec. Symp. inter. sur les coraux et réefs coralliens fossiles*, N. 89, s. 480-491.
- HECKEL, P.H., 1974, Carbonate Buildups in the Geologic Record. A review, Laporte, L.F. (Ed.), *Reefs in Time and Space*. Soc. Econ. Paleontologists Mineralogists Spec. Pub., N. 18, s. 90-154.
- HECKEL, P.H., ve COCKE, J.M., 1969 Phylloid algal mound complexes in outcopping Upper Pennsylvanian rocks of mid-continent. *AAPG Bull.*, v. 53, s. 1084-1085.
- HENSON, F.R.S., 1950, Cretaceous and Tertiary Reef Formations and Associated Sediments in Middle East. *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.* v. 34, s. 215-238.
- HILL, D., 1974, An introduction to the Great Barrier Reef. *Proc. Int. Symp. Coral Reefs 2nd, 1973 Vol. 2*, pp. 723-731.
- HODGSON, G.W., ve BAKER, B.L., 1959, AAPG, *Bull.*, 10, s. 976; Chapman, E.R., 1977, *Econ. Geol. and Fossil Reefs* adlı yapıttan alınmıştır.
- HOFFMAN, P., 1974, Shallow and deepwater stromatolites in lower Proterozoic platform-to-basin facies change, Great Slave Lake, Canada. *AAPG, Bull.*, v. 58, s. 856-867.
- HOFFMAN, P., 1976, Stromatolite morphogenesis in Shark

- Bay, Western Australia M.R. Walter (Ed.), *Stromatolites*. Amsterdam, Elsevier Sci. pub., s. 261-273.
- IAMS, W.J., 1970, Boilers on Bermuda's South Shore, R.N. Ginsburg ve S.M. Stanley, (Ed.), *Reports of research, 1969, seminar on organism-sediment interrelationships*. Bda. Bio. Stn. Spec. Pub. N. 6, s. 91-99.
- JAMES, N.P., 1979, Reefs, R.G. Walker (Ed.), *Facies Models*. Geosci. Canada Repr. Ser. 1, p. 121-133.
- JAMES, N.P., 1983, Reef Environment. P.A. Scholle, D.G. Bebout, C.H. Moore (Ed.), *Carbonate Depositional Environments*, AAPG, Tulsa, Oklahoma, USA, Mem. 33, s. 347-440.
- JAMES, N.P., ve DEBRENNE, F., 1980, Lower Cambrian bioherms, pioneer reefs of the Phanerozoic. *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 25, s. 655-685.
- JONES, A.O. ve ENDEAN, R. 1977, *Biology and geology of coral reefs*. Vol. 4, New York, Academic Press.
- KAZANCI C.F. ve VAROL B., 1990, Development of a mass-flow dominated fan-delta complex and associated carbonate reefs within a transgressive Paleocene succession, Central Anatolia, Turkey. *Sed. Geol.* v. 67, s. 261-278.
- KLAPPA, C.F. ve N.P. JAMES, 1980 Small lithistid sponge bioherms, Early Middle Ordovician Table Head Group Western Newfoundland. *Bull. Canadian Petroleum Geology*, v. 28, p. 425-451.
- KLOVAN, J.E., 1974, Development of western Canadian Devonian reefs and comparison with Holocene analogues. *AAPG Bull.* v. 58, s. 787-799.
- LEWIS, M.S. ve Diğ., 1968, The morphology of the fringing coral reefs along the east coast of Mahe, Seychelles. *Jour. Geol.* v., 76, s. 140-153.
- LINK, T.A., 1950, Theory of Transgressive and Regressive Reef (Bioherm) Development and Origin of Oil. *AAPG, Bull.*, v. 34, 263-294.
- LONGMAN, M.W., 1981, A Process Approach to Recognizing Facies of Reef Complex. *European Reef Models*, D.F. Toomey (Ed.) *SEPM, Spec. Publ.* v. 30, s. 9-40.
- LOWENSTAM, H.A., 1950, Niagaran reefs in the Great Lake area., *Journ. Geol.* v. 58, s. 430-487.
- MACNEIL, F.S?, 1954a, Organic reefs and banks and associated detrital sediment. *Am. Jour. Sci.* N. 7, s. 385-401.
- NACNEIL, F.S. 1954b, The shape of atolls-an inheritance from subaerial erosion forms. *Am. Jour. Sci.*, s. 252, s. 402-427.
- MACINTYRE, I.G., BURKE, R.B., AND STUCKENRATH, R., 1977, Thickset Recorded Holocene Reef Section. Isla Perez Core Hole, Alacran Reef, Mexico. *Geol.* v. 5, s. 749-754.
- MAIKLEM, W.R., 1970, Capricorn Reef complex, Great Barrier Reef, Australia. *Jour. Sed. Petrology*, v. 38, s. 785-798.
- MAXWELL, W.G.H., 1968. *Atlas of the Great Barrier Reef* Amsterdam, Elsevier, 258 s.
- MILLIMAN, J.D., 1974, "Marine Carbonates", Springer-Verlag, Berlin and New-York.
- MILLIMAN, J.D., ve EMERY, K.O., 1968. Sea Level During the past 35.000 Years. *Sci.* 162, s. 1121-1123.
- MOORE, C.H., ve SHEED, W.W., 1977, Effective Rates of Sponge Bioerosion as a Function of Carbonate Production. *Third International Coral Reef Symposium, Proct.*, v. 2, s. 499-505.
- NELSON, H.F., BROWN, C. W. ve BRINEMAN, J.H. 1962, Skeletal Limestone classifications, in *Classification of carbonate rocks*. AAPG, Mem. I, s. 224-252.
- NEUMANN, A.C.A., KOFOED, J.W., ve KELLER, G.H., 1977, Lithoherms in the Straits of Florida. *Geol.*, 5, s. 4-10.
- NEWELL, N.D., 1972, The Evolution of Reefs. *Scientific American* 226, 54-65.
- NEWELL, N.D., 1971, An outline history of tropical organic reefs. *Am. Mus. Novitates*, v. 2465, s. 1-37.
- NEWELL, N.D., FISHER, A.G. WHITEMAN, A.J. HICKOK, J.E., ve J.S. BRADLEY, 1953, The Permian reef complex of the Guadalupe Mountains regions 236 s.
- ORME G.R., 1977, Aspects of Sedimentation in the Coral Reef Environment. *Biol. and Geol. of Coral Reefs O.A. Jones ve R. Endean (Ed.)*, v. 4, geol 2, s. 129-182.
- ORME, G.R., FLOOD, P.G. EWART, A., ve SARGEANT, G.E.G., 1978, Sedimentation Trends in the Lee of Outer (Ribbon) Reefs. Northern Region of the Great Barrier Reef Province. *Phil. Trans. Roy. Soc London* v. 291, s. 85-99.
- PALMER, T.J., ve FURSICH, F.T., 1981, Ecology of sponge reefs from the Upper Bathonian of Normandy, v. 24, s. 1-25.
- PURDY, E.G., 1974 Reef configurations. Cause and Effect. L.P. Laporte (Ed.) *Reefs in Time and Space*. Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Pub. n. 18, s. 9-76.
- RIDIGN, R. 1981, Composition, Structure and Environmental Setting of Silurian Bioherms and Biostromes in Northern Europe, D.F. Toomey (Ed.), *SEPM, Spec. Publ.* 30, s. 41-83.
- RUTTEN, M.D., 1956, The Jurassic reefs of the Yonne. *Amer. Jour. Sci.*, v. 254, s. 363-371.
- SCOTT, R.W., 1979, Depositional model of Early Cretaceous coral-algal-rudist reefs, Arizona. *AAPG, Bull.*, v. 63, s. 1108-1128.
- SHAVER, R.H., ve Diğ., 1978. The search of a Silurian reef model. *Great Lakes Area. Spec. Rept. N. 15*, Ind. Geol. Survey, 36 s.
- SOUIRES D.F., 1962, Corals at the mouth of the Rewa River, Viti Levu, Fiji. *Nature (London)* 195, s. 361-362.
- SMITH, D.B., 1981, Bryozoan-algal patch reefs in the Upper Permian Magnesian Limestones of Yorkshire, North-east England. D.F. Toomey (Ed.), *European fossil reef models*. *SEPM Spec. Pub. N. 30*, s. 187-203.
- STANLEY, G.D., 1979, Paleocology, structure and distribution of Triassic coral buildups in western North America. Article 65, *Univ. Kansas Paleont. Contrib.*, 58 s.
- STANLEY, G.D., 1980, Triassic carbonate buildups of Western North America. Comparison with the Alpine Triassic of Europa. *Riv. Ital. Paleont.* v. 85., n. 3-4, s. 377-894.
- STANTON, R.J., 1967, Factors Controlling Shape and Internal

- Facies Distribution of Organic Carbonate Buildups. AAPG Bull. 51. s. 2462-2467.
- STEERS, J.A. ve D.R. STODDART. , 1977, The origin of fringing reefs, barrier reefs, and atolls. Biol. and geol. of coral reefs. o.A. Jones ve R. Endean (Ed.) v. 4, geol. 2, s 21-58.
- STODDART, D.R., 1969 a, Ecology and Morphology of Recent Coral Reefs. Biol. Rev., v. 44, s. 433-498.
- STODDART, D.R., 1978, The Great Barrir Reef and the Great Barrier Reef Expedition 1973. Phil. Tra9s Ro. Soc. London a, v. 291 s. 5-22.
- STODDART, D.R., ve STEERS, J.A., 1977, The nature and Origin of Coral Reef Islands. Biol. and geol. of coral reefs. O.A. Jones ve Endean R.(Ed.) v. 4, geol. 2, s. 60-102.
- TEICHERT, C., 1958, Cold and deep water coral banks, AAPG banks AAPG Bull. v. 42, n. 5, s. 1064-1082.
- TOOMEY, D.F., 1970, An unhurried look at a Lower Ordovician mound horizon, southern Franklin Mount., west Texas. Jour. Sed. Pet. v. 40, s. 1318-1135.
- TOOMEY, D.F., 1981, Eouaporean foosil reef models. SEPM Spec. Pub. n. 30, 545 s.
- TOOMEY, D.F. ve NITECKI, M.H., 1979, Organic buildups in the Lower ordovicion of Texas and Oklahoma, Fel-diana, ser. 2, 181 s.
- TOOMEY, D.F. ve WINLAND, H.D., 1973, Rock and biotic fa-cies associatad with a Middle Pennsylvanian algal buildup, AAPG Bull., v. 57. s. 1053-1074.
- TURMEL, R., ve SWANSON, R., 1976, The development of Rodriguez Bank, a Holocene mudbank in the Florida Reef Tract. JSP, v. 46, s. 497-519.
- VAUGHAN, T., 1900, The Eocene and Lower oligocene coral faunas of the U.S. with decriptions of a few Creta-ceous sp. U.S. Geol. Surv. Monogr., 39, s. 1-263.
- VAUGHAN, T. 1911, Physical conditions under which Paleo-zoic coral reefs were with an account of the Ameri-can Tertiary, Pleistocene and Recent coral reefs. U.S. Nat. Mus. Bull., 103, s.1-524.
- VAUGHAN, T. 1919, Fossil corals from central America, Cuba and PortoRico with an account of the American Ter-tiary, Pleistocene and Recent coral reefs. US Nat. Mus. Bull. 103, s. 1-524.
- WELLS, J.W., 1956, Scleractinia. Tretaise invertebr. Paleont., part F, Coelenterata, Geol. Soc. Am. and Univ. Kan-sas press, F. 328-444, Lawrence, Kansas.
- WILSON, W.B., 1950, Reef definition. AAPG bull. v. 34, n. 2, 181 s.
- WILSON, J.L., 1974, Characteristics of Carbonate Platform Margins. AAPG Bull., v. 58, s. 810-824.
- WILSON, J.L. 1975, Carbonate Facies in Geologic history, New York, Springer-Verlag, 471 s.
- YONGE, C.M., 1968. Living corals. Proc. Roy. Soc., v. 169, s. 329-344, London.



## İGNİMBRİT : OLUŞUMU VE ÖZELLİKLERİ

Ignimbrite: Occurrence and properties

Ali İhsan GEVREK  
Nizamettin KAZANCI

MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi, Ankara  
Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

**ÖZ :** Piroklastik kayalar grubunun bir çeşidi olan ignimbrit halen tartışmalı bir jeoloji problemidir. Yaygın bulunuşu, pümis, volkanik cam ve litik parçaları içermesi dolayısıyla ilgi çekmektedir. Güncel volkanlarda izlenemeyişi bu ilgiyi artırmaktadır. Bol pümis içeren sıcak yerleşimli ve laminar akan piroklastik akma ürünleridir. Bazen kaynaklaşma gösterebilir. Eş anlamlı kullanılan bazı terimler tuff akması, pümis akması, kaynaklanmış tuff, kaynaklı çamur akması ve sıcak kül akmasıdır.

**ABSTRACT :** Ignimbrite is a type of pyroclastic rocks and its occurrence is still debated. Ignimbrite is an interesting pyroclastic rock for geologist and volcanologist because it covers large areas and composed of volcanic glass, pumice, and lithic clasts. It has been not observed in active volcanoes, therefore it is found more interesting. Ignimbrites are containing abundant pumices, laminar flows, the pyroclastic flow units products and are emplaced at high temperatures. They are occasionally welded. Synonyms are tuff flow, pumice flow, welded tuff, welded mud flow, and hot ash flow.

### GİRİŞ

Türkiye'de volkaniklastik ve bilhassa piroklastik kayalar yaygındır. Ancak bunlar çoğunlukla petrografi ve jeokimya açısından ele alınmışlardır. Yerleşme mekanizmaları (Aşınma, depolanma ve püskürme) gözetilerek yapılan çalışmalarımız sınırlı sayıdadır ve ekserisi son yıllara rastlar. Bu yüzden olsa gerek, çok yoğun yabancı literatüre rağmen temel kavramlar bile yerleşmemiş ve akademik seviyede kalmıştır. Eski bir kavram olmasına rağmen günümüzde de tartışılmaya devam eden ignimbritlerin oluşumu bu makalede ele alınmış ve son yıllarda yapılan araştırmaların sonuçları aktarılmaya çalışılmıştır.

### İGNİMBRİT TARTIŞMALARI VE TARİHÇESİ

İgnimbrit, son elli yıllık tartışmalara rağmen, oluşumu ve tanıma kriterleri üzerinde fikir birliğine varılamamış önemli jeoloji problemlerinden biri olup yer bilimcilerin yoğun ilgisini çekmiştir. Güncel volkanlardan ignimbrit çıkmamasına karşılık yaşlı örneklerin çok yaygın oluşu ilgiyi artırmaktadır.

Terim olarak ilk kez Marshall (1935) tarafından geniş yayımlı bazı yerlerde kaynaklanmış asidik bileşimli Taupo Tüflerini (Yeni Zelanda'da) tanımlamak için kullanılmıştır. "Kızgın halde akan" anlamına gelir. Gilbert (1938), bolca pümis, volkanik cam ve az litik parçalar içeren tüflerde kaynaklaşmanın en önemli özellik olduğuna değinerek ignimbrit yerine "kaynaklanmış tuff" (welded tuff) teriminin kullanılmasını önermiştir. Böylece 1960'lara kadar ikisi eş anlamlı olarak algılanmış ve hatta ignimbrit için tüflerin kaynaklaşma göstermesi önemli bir gereklilik sayılmıştır. Kaynaklaşmayı camsı meteryal oluşturur. Kaynaklaşmaya neden olan yassılaştırılmış ve uzamış camsı materyale; fiamme, oluşan dokuya ise öteksitik (eutaxitic) doku denir. Oshimo (1950, 1951 Japonya) ve Capelinhas (1957 U.S.A.) volkanlarının püskürme şekilleri, çıkardıkları malzeme ve malzeme yayımlarının film kameraları ile gözlenişi (Foster ve Mason, 1955; Moore, 1967), piroklastik kayaların anlaşılmasında büyük

değişiklikler yaratmıştır.

Bu değişiklik öncelikle kayaların adlandırılma ve sınıflandırılmasında olmuş ve depolanma mekanizmalarının, petrografik yapıdan daha önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Fisher (1960, 1961)'in volkaniklastikleri sedimentoloji metodlarıyla ele alması ve volkan gözlemleri, diğerleriyle birlikte ignimbritin tanımında değişikliklere yol açmıştır. Özellikle ignimbrit yerine önerilen terimlerin çokluğu dikkate çeker. Tuff akması (tuff flow), yoğun tuff akması (incandescent tuff flow) sıcak kül akması (hot ash flow), kaynaklı tuff (welded tuff), kaynaklı çamur akması (welded mud flow), pümis akması (pumice flow), piperno gibi terimler bunlardan bazılarıdır. Fisher (1966) ise tüm piroklastik tortullara, ignimbrit adının verilmesi gerektiği üzerinde durmuştur.

Bu terim ve tanım bolluğunun bilimsel iletişimi güçleştirmesi üzerine R.S.J. Sparks ve çalışma grubu ignimbritin yeni bir tanımını yapmışlar ve volkanoloji terimleri komisyonunun kurulmasını önermişlerdir (Sparks ve diğ., 1973; Sparks, 1976). Bu yeni terime göre ignimbrit litolojik veya petrografik bir terim olmayıp, bolca pümis, volkanik cam ve az miktar litik parça içeren, yüksek sıcaklıklı "piroklastik akma birimi"dir. Avrupa literatüründe ignimbrit terimi, yaklaşık bu anlamıyla kullanılırken, Amerikan literatüründe bu terim pek benimsenmemiş olup yerine pümis akması (pumice flow), ya da pümisli kül akması (pumiceous ash flow) terimleri tercih edilmektedir.

### İGNİMBRİT VE PİROKLASTİK TORTULLAR

İgnimbrit piroklastik kayalar grubunda sayılmakla birlikte, piroklastik malzeme çıkaran güncel volkanların ürünleri arasında tipik ignimbrit gözlenemeyişi tartışmalara yeni boyutlar getirmiştir. Öbür yandan bu tortulların zaman ve mekan içinde dağılımlarının düzensizliği ile güncel püskürmelerde bulunmayışı zıtlık ifade eder.

Halen benimsenen kısaltılmış tarife göre ignimbrit, pümisce zengin, sıcak olarak yerleşmiş, piroklastik akma tor-

tulları olup (Fisher ve Schmincke, 1984; Cas ve Wright, 1988) piroklastiklerin özel bir bölümünü temsil ederler.

Piroklastik malzeme, yüksek gaz basıncına sahip, çoğunlukla sığ, kıtasal volkanizma ürünleridir. Tanelenme mağma odasında meydana gelir. Juvenil taneler (pumis, curuf, aknelit, volkan camı, scoria, peleşaşı, bomba, volkan külü, kristaller ve litik taneler) bloktan küle kadar değişik boyutlarda bulunabilir.

Tek bir defalık püskürme ile çıkan ve yerleşen piroklastiklerin tümüne "patlama birimi" adı verilir. Bir patlama birimi taşınma ve yerleşme şekillerine göre piroklastik türbülansitler, akma ve döküntü tortulları olarak başlıca üç bölüm ve üç seviye şeklindedir (Şekil 1). Her bir seviyenin topografya üzerine oturuları önemli bir ayrıdır (Şekil 2).

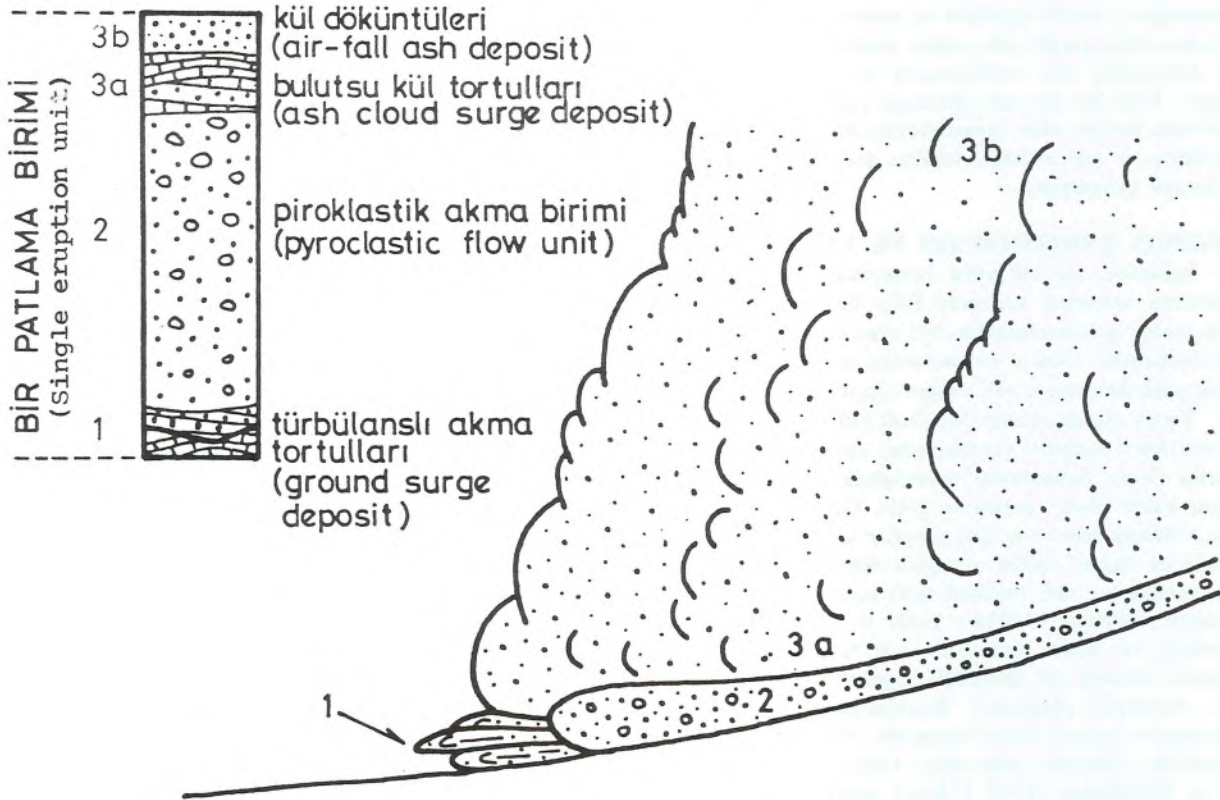
Birimin en altında piroklastik türbülansitler (Pyroclastic surge) yer alır ve türbülans (anaforlu) taşınmaları sebebiyle ripil, antidün (ters ripil) küçük ölçekli çapraz tabaka, oyğudolgu gibi değişik tortul yapıları içerirler (Crowe ve Fisher, 1973; Fisher ve Waters 1970). İnce taneli ve nispeten iyi boylanmışlardır. Tortul taneleri taşıyıcı ortam gaz olduğundan çabuk soğurlar ve nadiren kaynaklaşma gösterirler. Üzerine yerleştikleri topografyayı düzlerler (Şekil 2). Türbülansitleri örten piroklastik akma tortulları, patlama sütununun çökmesi sonucu kütle akması şeklinde yerleşirler (Şekil 1). Masif, ters dereceli, kötü boylanmış iç yapıları ile dikkat çekerler (Şekil 3). Literatürde bilinen tüm ignimbrit örnekleri bu piroklastik akma biriminin karşıtıdır. Ancak her piroklastik akma biri-

mi ignimbrit değildir. İgnimbrit özelliği taşıyan piroklastik akma birimleri, diğerlerinden çok daha geniş yayımlı olup (Wilson ve Walker 1982; Walker, 1983) kaynaklaşma gösterebilirler. Kaynaklaşmış seviyeler genellikle akma biriminin orta kesiminde görülüp gaz boşalma yapıları içerebilir. Bunlar istifin üst düzeylerinde, düşey duruşlu 1-10 cm çaplı, boru şeklinde yapılarıdır.

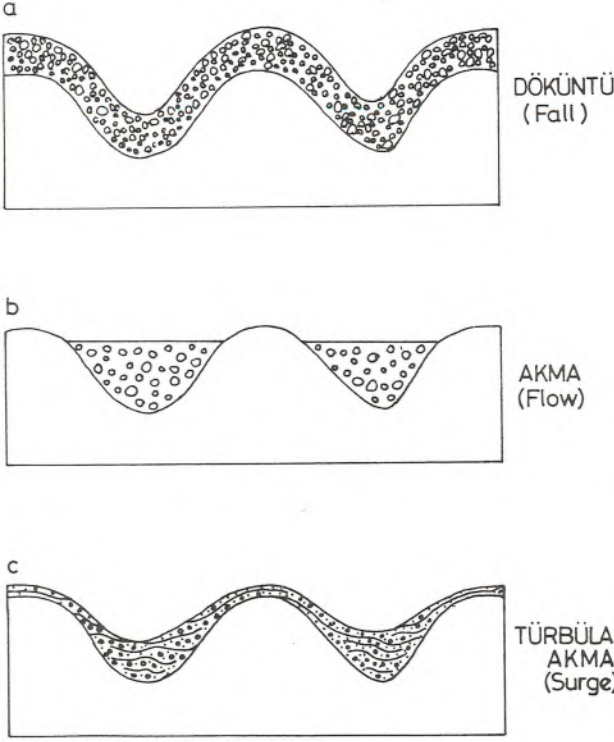
Patlama biriminin en üstünde piroklastik döküntü tortulları yer alır (Şekil 1) ve üzerine döküldükleri topografyaya uyumlu örtü teşkil ederler (Şekil 2). Patlama birimi kendi içinde iki seviyeye ayrılır. Alttan, piroklastik akma tortullarına yakın, toz bulutu şeklinde taşınan tortullar (ash-cloud deposits/co-ignimbrite) vardır ve nispeten kaba tanelidirler. Üzerine ise uzun süre havada kalmış, ince taneli, iyi boylanmış kül döküntüleri gelir. Döküntü tortullarının alt kesimleri kaynaklaşma gösterebilir (Cas ve Wright, 1988).

Patlama biriminin kaynağa yakın veya uzak herhangi bir yerinde piroklastik akma tortulları değerlerine göre daha fazla kalınlığa sahiptir. Kalınlık yalnızca püsküren malzeme miktarına değil, yayılma hızına da bağlıdır. Akma hızı yüksek olan tortullar geniş alanlara yayıldığından daha az kalınlık oluştururlar. Bu ilişkiyi dikkate alan Walker (1983), kalınlık/yanal yayılım oranına göre düşük hızlı ve yüksek hızlı yerleşim biçimleri ayrılabilirliğini göstermiştir. İgnimbritler, genellikle yüksek akış hızına sahip piroklastik akmalar ile yerleşirler.

Kaynak alandan uzak, dolayısıyla kalınlığı az (10-100 cm) ve bazı pumislerce zengin piroklastik tortullar, hızlı akışlı



Şekil 1: Bir piroklastik akmanın ideal tortullarını ve yapısını gösteren şematik diyagram (Cas ve Wright, 1988'den alınmıştır).  
Figure 1: Schematic diagram showing the structure and idealised deposits of one pyroclastic flow (from Cas and Wright, 1988).



Şekil 2: Aynı topografyada piroklastik tortulların üç ana tipinin geometrik ilişkisi (Wright ve diğ., 1980'den alınmıştır).

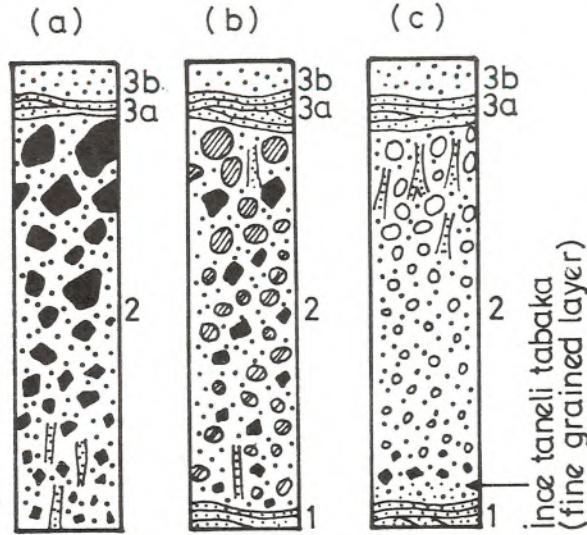
Figure 2: Geometric relations of the three main types of pyroclastic deposit same topography (form Wright et. al., 1980).

İgnimbrit yaygıları (vener deposits) tanımlanmıştır (Walker ve diğ., 1980, 1981). Ancak bunların bir çok özelliklerinin döküntü ve türbülanslı akma ile benzerliği sebebiyle ignimbrit sayılıp sayılmayacakları tartışılmaktadır (Walker, diğ., 1980). Aynı şekilde ignimbritler bazı bölgelerde pumisli lahar tortullarıyla karışmakta ve ayrılması güçleşmektedir (Walker, 1983).

#### İGNİMBRİTLER İÇİN AYIRICI ÖZELLİKLER

İgnimbritler için kesin ayırıcı kriterler getirilememiş olmakla birlikte, üzerinde az ve çok fikir birliği doğmuş özellikler de yok değildir. Bu özellikleri şöyle sıralayabiliriz:

1- Sıcak yerleşim piroklastik akma birimleridir. Yanal yayılımında yer yer kaynaklaşma gözlenebilir. Kaynaklaşmayı camsı materyal oluşturur. Kaynaklaşmaya neden olan yassılaştırmış ve uzamış camsı materyale; fiamme (Şekil 4),



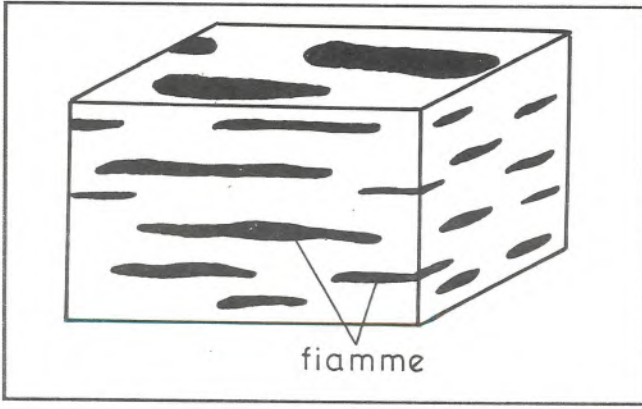
- Yoğun andezit parçaları (dense andesite clasts)
- ⊙ Boşluklu bazalt-andezit parçaları (vesiculated basaltic-andesite clasts)
- Pumis parçaları (pumice clasts)
- ⌋ Gaz kurtulma kanalları (gas segregation pipe)

Şekil 3: Şekil 1'de verilen oluşum mekanizmasına göre çökelmiş piroklastik akma tortullarının ve beraberinde oluşan tabakaların üç ana tipinin ideal kesitleri (Cas ve Wright, 1988'den alınmıştır).

a) Blok kül akma tortulları b) Curuf akma tortulları c) Pumis akma tortulları veya ignimbrit.

Figure 3: Idealised sections of the three main types of pyroclastic flow deposit and associated layers deposited by the mechanisms suggested in Figure 1. (From Cas and Wright, 1988).

(a) Block and ash-flow deposit (b) Scoria-Flow deposit (c) Pumice-Flow deposit or ignimbrite.



Şekil 4: İgnimbrit yerleşiminden sonra oluşan fiammeler (Cas ve Wright, 1988'den alınmıştır).

Figure 4: Fiamme occurrence after ignimbrite emplacement (from Cas and Wright, 1988).

oluşan dokuya ise ötekstik (eutaxitic) doku denir. Kaynaklaşmayı camı materyalin sıcaklığı, bileşimi, uçucu gaz miktarı, depolanma kalınlığı, litik kırıntı içeriği ve soğuma süresi etkiler. Kaynaklaşmada yanal yayılımı daha az olan ignimbrit örneklerine daha sık rastlanmıştır (Wolf ve Wright, 1981).

2- Pumisçe zengin olup ince kumdan bloka kadar her boyda pumis taneleri bulundurulur. Bu nedenle pumis akması da denilir (Sparks ve diğ., 1973).

3. İgnimbritler sakin (laminar) akışın ürünü olan tüm tortul özellikleri gösterirler.

4. Piroklastik türbilanstitler (pyroclastic surge) ve döküntü tortulları, pumisçe zengin olsalar da ignimbrit sayılmazlar. Tüm bir patlama biriminde ignimbritleri türbilanstitlerden ayırmada ikisi arasındaki ince taneli seviye önemli bir veridir (Şekil 3c). Ayrıca, ignimbritlerde tekçe pumis tanelerinde soğuma çatlakları bulunur ve bu taneler ekseri pembemsi renklerde (Walker, 1983).

5. Asidik mağma ürünleridir. İgnimbritler çok az andezitik kayaç parçası ihtiva ederler. Eğer varsa yoğunluk farkı sebebiyle istifin en altında birikmişlerdir (Şekil 3c).

Piroklastik akma tortullarının gösterebileceği bazı özellikler ignimbritlerde de bulunabilir. Örneğin, patlama biriminin yoğun bitki örtüsü bulunan yere ilerlemesi ile bilhassa hızlı akışlarda, kömürleme ortaya çıkabilir. Kalın ignimbrit istifleri geniş kalderalardan yayılabilir.

## SONUÇ

İgnimbrit güncelliğini koruyan bir kavram olup belirlenmesinde kesin kurallar henüz yoktur. Bugün için incelenen birimi ignimbrit olarak adlandırmak yerine, onun diğer piroklastik akma birimlerinden farklı olduğunu belirtmek ve bu farkları ortaya koymak yeterlidir. Ülkemizde pumisçe zengin piroklastik tortullar oldukça geniş yer kaplar. Bunların ayrıntılı incelenmesinin hem ignimbrit kavramına hem de volkanoloji çalışmalarına yeni boyutlar kazandıracağı kanısındayız.

## KATKI BELİRLEME

Yazarlar, çalışmalarını sırasında değerli katkıları için Dr. Tuncay ERCAN'a (MTA) ve İlker ŞENGÜLER'e (MTA) teşekkür ederler.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Cas, R.A.F. and Wright, J.W. 1988. Volcanic Successions, Modern and Ancient. Unwin, Hyman Ltd. 528 s. London.
- Gilbert, C.M., 1938. Welded tuff in eastern California Geol. Soc. Am. Bull. 49. 1829-1862.
- Crowe, B.M. and Fisher, R. V. 1973. Sedimentary structures in base-surge deposits with special reference to cross-bedding, Ubehebe Craters, Death Valley, California. Geol. Soc. Amer. Bull. 84, 663-682.
- Fisher, R.V., 1960. Classification of volcanic breccia. Geol. Soc. Amer., 71,973-982.
- Fisher, R.V., 1961. Proposed classification of volcanoclastic sediments and rocks Geol. Soc. Amer., 72, 1409-1414.
- Fisher, R.V., 1966. Mechanism of deposition from pyroclastic flows. Amer. Jour. Sci., 264, 350-363.
- Fisher, R.V. and Waters, A.C., 1970. Base surge bed forms in maar volcanoes. Am. Jour. Sci., 268, 157-180.
- Fisher, R.V., Smith, A.L., Wright, J.V., and Roobol, M.J., 1980. Ignimbrite veneer deposits are pyroclastic surge deposits? Nature, 286-912.
- Fisher, R.V., and Schmincke, H.U., 1984 Pyroclastic Rocks. Springer-Verlag, 472 s. New York.
- Foster, H.L. and Mason, A.C., 1955. 1950 and 1951 eruptions of Mihora Yama O shima Volcano, Japon. Geol. Soc. Amer. Bull. 66, 731-762.
- Marshall, P., 1935 Acid rocks of Taupo-Rotorua volcanic district. Trans. R. Soc. N.Z., 64. 323-375.
- Moore, J.C., 1967. Base surge in recent volcanic eruptions. Bull. Volcanol. 30. 337-367.
- Sparks, R.J.S., Self, S., and Walker, C.P.L., 1973. Products of ignimbrite eruptions, Geology. 1. 115-118.
- Sparks, R.J.S., 1976. Grain size variations in ignimbrites for the transport of pyroclastic flows. Sedimentology 23, 147-188.
- Walker, G.P.L., Heming, R.F. and Wilson C.J.N., 1980. Low aspect ratio ignimbrites Nature 283, 286-287.
- Walker, G.P.L., Wilson, C.J.N., and Froggatt P.C., 1981 An ignimbrite veneer deposit the trail, marker of pyroclastic flow. J. Volcanol. Geotherm. Res., 9, 409-421.
- Walker, G.P.L., 1983 Ignimbrite types and ignimbrite problems. J. Volcanol. Geotherm. Res. 17, 65-88.
- Wilson, C.J.N., and Walker, C.P.L., 1982. Ignimbrite depositional facies; the anatomy of a pyroclastic flow. J. Geol. Soc. London. 139. 581-591.
- Wolff, J.A., and Wright, J.V., 1981 Rheomorphism of welded tuffs. J. Volcanol. Geotherm. Res., 10, 13-34.
- Wright, J.V., Smith, A.L. and Self, S., 1980. A working terminology of pyroclastic depositists. J. Volcanol. Geotherm. Res. 8, 315-336.

## GEREDE - ANKARA VE ANKARA ÇEVRE OTOYOLUNA GENEL VE JEOTEKNİK AÇIDAN BAKIŞ

General And Geotechnical Aspects Of The  
Gerede - Ankara And Ankara Peripheral Motorway

İlyas YILMAZER      Spektra Jeotek A.Ş., Ankara

**ÖZ :** Gerede - Ankara ve Çevre Otoyolu (GAAPM), toplam uzunluğu 3600 km olarak planlanan Türkiye Otoyolunun (TM), yaklaşık 270 km lik bölümünü oluşturur. TM, Transit Avrupa Otoyolunu (TEM), komşu ülkeler olan İran, Irak ve Suriye'ye bağlayacaktır. GAAPM çok sayıda viyadük, köprü, üstgeçit, altgeçit, yüksek dolgu ve yarma ve büyük ölçükle menfez yapılarını içermektedir. Gerede - Ankara bölümünde her yönde olmak üzere dört adet 3,75 m lik şeritler varken Çevre Otoyolunda beş adet 3,75m lik şeritler projelendirilmiştir.

Proje parametrelerinin belirlenebilmesi için ayrıntılı yerüstü ve yeraltı jeoteknik araştırmaları ve eksiksiz bir deneyler programı tamamlanmıştır. Bu anlamda 25000'lik bölge, 5000'lik çevre ve 1000'lik alansal mühendislik jeolojisi haritaları hazırlanmıştır. Çok sayıda araştırma kuyuları, çukurları ve hendekleri açılmıştır. Çok sayıda arazi ve laboratuvar deneyleri sonuçlandırılmıştır. Tamamlayıcı araştırma olarak jeofiziki çalışmalarında yer verilmiştir.

Güzergah boyunca haritalanabilen litolojilerden bazılarını yaşlıdan gence vermek gerekirse : metadetritik, permo-Trias kireçtaşları, metavolkanik, tektonotortul oluşuklar, ofiyolit, çoğunlukla püskürük olmak üzere mağmatik kayalar, denizel ve gölsel tortullar, alüvyon, kolüvyon, ve yamaç molozları şeklinde sıralanabilir. Bu litolojilerin mühendislik özellikleri konu içerisinde kısaca verilmiştir.

Otoyolda normal faylar ters ve bindirme faylarından daha sık bulunmaktadır. Yolu özellikle dar açılı kesen büyük fayların projeye olumsuz etkisi çok büyük boyutlardadır. Diğer yapısal özelliklerle, örneğin kıvrım, uyumsuzluk, tabaka ve eklemlerle yol boyunca sık sık karşılaşmaktadır. Bütün bu özelliklerin ayrıntılı olarak ortaya konması doğal uygun proje parametrelerinin seçimini sağlamaktadır.

GAAPM azımsanamayacak sayıda nehir, içmesuyu baraj göleti ve bataklıkların üzerinden geçmektedir. Uygun proje ortaya çıkarabilmek için, bu tür yerlerin boyutları ve temel kaya yüzey şekillerinin kesin belirlenmesi gerekmektedir. Sığ akiferler, yumuşak ıslak zeminler, sığ basınçlı ve sızıntı akiferleri, kaynak ve sızıntılar bu güzergahta çok sık rastlanan hidrojeolojik özelliklerden bazılarıdır. Bu tür hidrojeolojik özelliklerin yolun duraylılığını doğrudan etkilediği bilindiğine göre hidrojeolojik araştırmanın önemi yadsınamayacaktır.

**ABSTRACT :** The Gerede - Ankara and Ankara Peripheral Motorway (GAAPM) is about 270 Km long portion of the Turkish Motorway (TM). The TM is presently being constructed and having a planned total length of 3600 Km. It connects the Trans European Motorway (TEM) to the neighboring countries Iran, Iraq, and Syria. The GAAPM has numerous structures such as major viaducts and bridges, overpasses and underpasses, high cuts and embankments, and large culverts. The Gerede - Ankara section has four 3.75 meter lanes in each direction whereas Peripheral Motorway is designed as five 3.75 meter lanes in each direction. Both have a ten meter wide median between carriageways.

In order to define the design parameters a detailed surface and subsurface geotechnical investigations and a complete testing program are performed. In this respect a 25000 scale regional, 5000 scale vicinity, and 1000 scale site engineering geological mapping are carried out. Numerous boreholes, test pits, and trenches are opened. Both in situ and laboratory tests are executed. Geophysical surveys are also used as supplementary investigation work.

Some of the main lithologies, encountered along the alignment are metadetritics, Permo-Triassic limestones, metavolcanics, tectonosedimentary deposits, ophiolites, mainly extrusive igneous rocks, marine sedimentary rocks, lake deposits, alluvium, colluvium, and talus. Their engineering characteristics are briefly given in the text.

Gravity faults are more common than reverse and thrust faults along the GAAPM. The motorway design is highly dependable on large faults especially the ones oblique to the motorway. The other structural features, such as foldings, unconformities, beddings, and joints are widespread along the alignment and their detailed identification obviously provides valuable information to select appropriate design parameters.

The GAAPM crosses several perennial streams, dam reservoirs, and swamps. Their extents and bedrock configurations are identified to be able to execute a proper design. Shallow groundwater plains, soft marshy grounds, seeps, springs, and shallow artesian and leaky aquifers are some of the common hydrogeological features along the alignment. It is well-known that they do have great influence on ground stability. Hence hydrogeological investigation has formed one of the main part of the geotechnical studies along the route.

## GİRİŞ

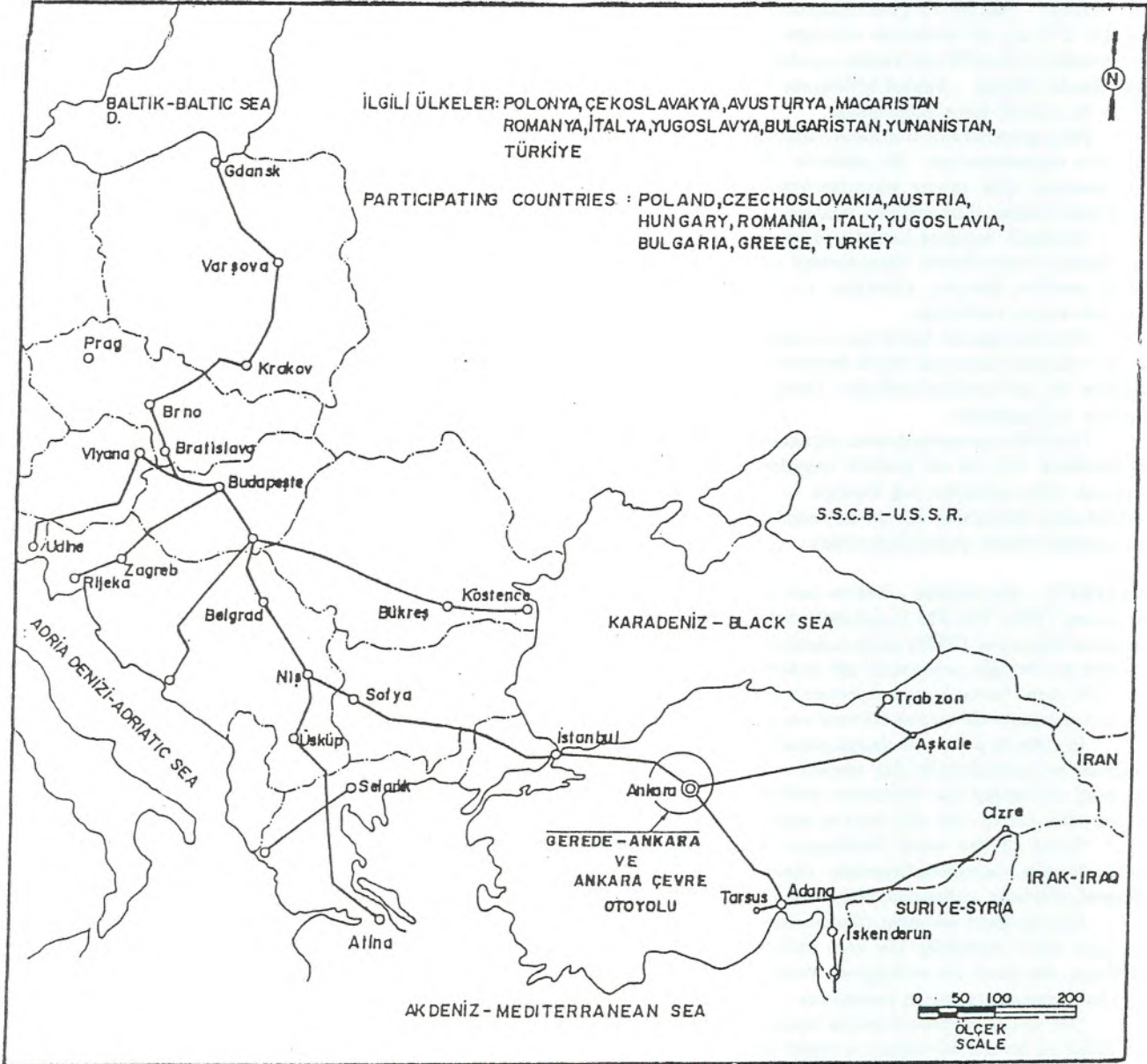
Yazıda birincil erek, genelde Türkiye'yi yakından ilgilendiren ve Kuzey Avrupa'dan başlayıp Türkiye üzerinden İran, Irak ve Suriye'ye geçen Transit Avrupa Otoyolu (TEM) hakkında, ve özel olarak ise Gerede - Ankara ve Ankara Çevre Otoyolu (GAAPM) hakkında ön bilgi niteliğinde yayımsal iletişimde bulunmaktadır. Otoyolda çalışan mühendislere yardımcı olacağı düşünülerek yolun fiziksel ve mühendislik özellikleri bu yazıdan sonrakilerde verilmeye çalışılacaktır.

Yaklaşık 10.000 km.uzunluğunda olan TEM in, 1/3 ünden fazlasını Türkiye Otoyolu (TM) oluşturmaktadır (şek. 1). TM nin 1994 te tamamlanması öngörülen yedi bölümünde çalışmalar sürmektedir. Bu bölümler yaklaşık uzunluklarıyla (km) aşağıda verilmiştir.

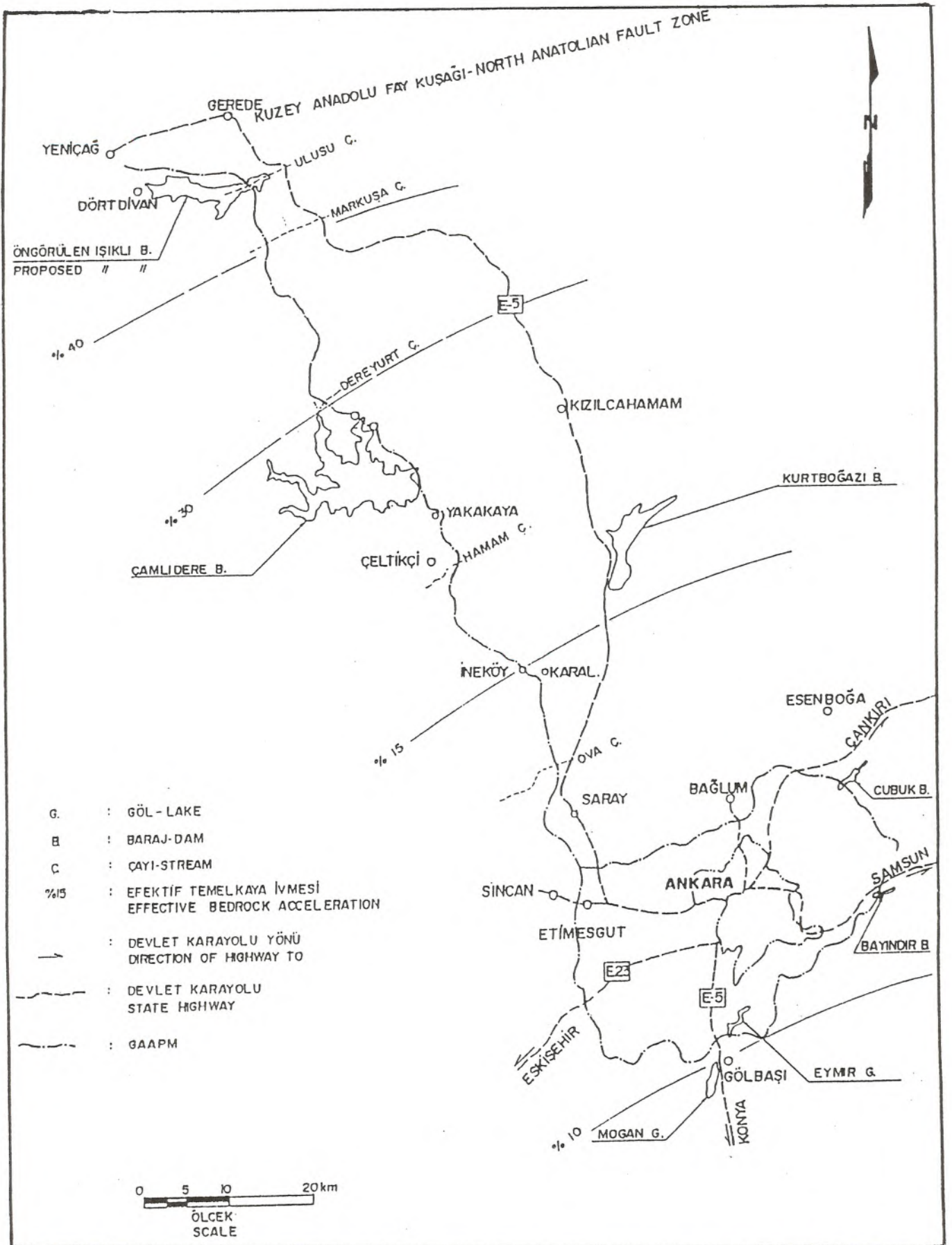
1. Edirne - Kınalı Otoyolu..... (152)
2. Kınalı - Sakarya Otoyolu..... (217)
3. Kazancı - Gümüşova Otoyolu..... ( 37)
4. Gümüşova - Gerede Otoyolu..... (121)
5. Gerede - Ankara ve Ankara Çevre Otoyolu..... (270)
6. Aydın - İzmir ve İzmir Çevre Otoyolu.....(142)
7. Tarsus - Gaziantep Otoyolu.....(142)

TM'nin, Ankara'dan Aşkale'ye (Erzurum) oradan Karadeniz kıyısında Trabzon'a ve İran sınırında Gürbulak'a uzanan doğu kolu ile Ankara'dan Pozantı üzerinden Tarsus'a uzanan güney kolu, yapılmakta olan Tarsus - Pozantı arası dışında, şimdilik ulaşım planı aşamamasıdır.

Gerede - Ankara ve Ankara Çevre Otoyolu (GAAPM)



Şekil I. Transit Avrupa Otoyolunu gösterir harita  
Figure I. Location map of the Trans-European motor way



Şekil 2. Gerde-Ankara Çevre Otoyolu (GAAPM)  
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ - MAYIS 1991

Figure 2. Gerde-Ankara and Ankara Peripheral Motorway (GAAPM)

yaklaşık 270 km'lik uzunluğuyla, 3600 km olarak ulaşım planı yapılan TM'in önemli bölümlerinden biridir. Yaklaşık 110 km uzunluğundaki Gerede - Ankara bölümü (GAM) yüksek su tablalı ve genellikle Pliyo-Kuvaterner çökelli Gerede - Dörtdivan ovasında (rakım = 1150 m) başlar. Öngörülen Işıklar Barajının beslenme havzasında yaklaşık 10 km ilerledikten sonra Miyosen yaşlı ve genellikle bazaltik bileşenli volkanikleri 1650 m'lik rakım da keserek Çamlıdere Barajının beslenme havzasına girer. Bu havzayı 25 km boyunca geçtikten sonra Çeltikçi kasabasının ovasına iner. Daha sonra Abdüsselam dağlarını aşır. Kazan'ın 15 km güneyinde Ovaçayı üzerinden geçer. Ovaçayı üzerinde 8 km, ilerledikten sonra iki kola ayrılarak Ankara Ovaçayı boyunca 8 km ilerledikten sonra iki kola ayrılarak Ankara Çevre Otoyolunu oluşturur (Şek. 2). Gerede - Ankara bölümünde inşaat çalışmaları hemen her kesimde sürmektedir. 30 km'lik uzunluğundaki bir bölümünde ise yol yapım çalışmaları son aşamaya gelmiş olup tamamı 1994'te biteceği sanılmaktadır.

Şimdilik toplam 13 adet kavşağıyla 160 km uzunluğa erişen Ankara Çevre Otoyolu (APM), Sincan ile Ankara arasında yer alan Eryaman'dan geçer. İzmir yolunu (E23) 25 inci km de keserek Ahlatlı bel dağımlı İncek ve Tulumtaş köyleri arasında aşar. Tarihi Çatal Çeşme Ovasında trampet tipi kavşakla Güney Otoyoluna dönüşür. Gölbasi kasabasının Ankara tarafından girişinde bir kavşakla E5 Karayoluna bağlanır. Buradan Eymir Gölü girişi üzerinden doğuya devam ederek Bayındır barajı üzerinden Samsun yoluna kavuşura. Daha sonra Çubuk Barajı üzerinden geçip Çankırı yolunda kavşak yapar. Ankara'nın kuzeyinde Bağlum yolunu keserek Susuz köyünün kuzeyinde E5 Karayolunu geçip Mürted Ovasında GAM bölümüne tekrar bağlanır. APM de araştırmaların % 70'i tamamlanmış olup yapımına 1990'nın ikinci yarısında geçileceği sanılmaktadır. GAAPM ile ilgili bilgiler çok genel anlamda aşağıda verilmeye çalışılmıştır. Gerede - Ankara ve Ankara Çevre Otoyolunun (GAAPM) geçtiği jeolojik birimlerin ayrıntılı litolojik ve mühendislik özellikleri daha sonraki yazılarda verilerek, bölgenin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olunacaktır.

## GAAPM PROJESİ

GAAPM projesi 1986 yılında 4 senede bitirilmek üzere, Bechtel (Amerikan) ve Enka Ortaklığı (EB) ile T.C. Bayındırlık İmar ve İskan Bakanlığına bağlı Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) arasında anlaşma yapılmıştır. 1987 yılında proje çalışmalarına başlanmıştır. İlk olarak Topoğrafik harita, hava fotoğrafları ve arazi gezileriyle güzergah tesbitine gidilmiştir. Yol tecrübeli inşaat mühendisi ekibi tarafından koridor ve güzergah belirleme çalışmaları kısa sürede tamamlanmıştır. Belirlenen koridorun 1/25000'lik bölgesel jeoloji haritası 1988 yılında SIAL tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada belirgin jeolojik birimler, yapısal özellikler, güncel potansiyel kayma alanları ve yol malzeme sahaları haritalanıp ayrıntılı açıklamaları yapılmıştır. Güzergah jeolojik tehlikelerin dışındaki nedenlerle değişikliğe uğrayarak Şekil 2'de gösterilen konumu almıştır. Gerede - Ankara bölümünde hemen her kesiminde çalışmalar sürdüğünden önemli bir değişikliğin yapılabileceği sanılmamaktadır. Çevre Otoyolunda ise yapım çalışmaları şimdilik başlamadığından ve ayrıntılı proje sonuçlanmadığından bazı değişiklikler olabilir. Bu projede uyulan bazı proje ölçütleri aşağıda verilmiştir. (Tab. 1).

Tablo 1. GAAPM Projesinde uygulanan bazı ölçütler.  
Table 1. Some of the GAAPM Project design criteria.

Hız.	Düz alanlarda	120 km/saat
	Dağlık alanlarda	110/km/saat
Yol genişliği	Gerede - Ankara Otoyolunda	42.5 m
	Ankara Çevre Otoyolunda	50.0 m
Refüj genişliği	Her kesimde olmak üzere	10.0 m
Eğim	En fazla	% 6.0
	En düşük	% 0.3
Enine eğim (Dever)	En fazla	% 7.0
	En düşük	% 2.0
En düşük yarıçap	Düz alanlarda	650 m
	Dağlık alanlarda	550 m
Dolgu yüksekliği	En fazla	50 m

Projede yüksekliği 110 m'yi aşan yarmaların varlığı ve tek bir dolguda bile 3.0 milyon metre küplük malzemenin kullanıldığı gözönünde tutulduğunda jeoteknik araştırmaların önemini anlamak zor değildir. Bu tür yol bileşenlerinin kayması durumunda ilk yapımından daha fazla bir harcama gerektirdiği açıktır. Bu nedenle gerek arazi gerekse laboratuvar çalışmalarında kısıtlamaya gidilmemiştir. Ancak elde edilen bilgilerin değerlendirilerek gerekli değişiklik ve düzenlemelere de gidilmesi zorunludur. Bu anlamda yaklaşık 25000 m'lik sondaj ve 1000'e yakın araştırma çukur ve hendeği açılmıştır. Yerinde ve laboratuvarında olmak üzere binlerce deney gerçekleştirilmiştir. 1/25000'lik ve 1/5000'lik jeolojik haritaların tamamlanmasından sonra daha büyük ölçekli 1/200 ve 1/1000'lik daha dar alan haritaları da yapılmıştır. Tüm proje analizlerinde, yapısal özelliklerin yanısıra kayma direnci parametreleri gözönünde bulundurulmuştur. Bu parametreler zemin için daha çok kuyularda SPT (standart penetration test) değerleri ve laboratuvarında tüp ve ring örnekleri üzerinde yapıla kesme dayanımı ve diğer indeks parametre deneyleriyle bulunmaya çalışılmıştır. Aynı parametreler kayada ise, kayanın tipi, ayrışma ve günlenme derecesi, RQD (Rock Quality Designation) yüzdesi, kayaç dayanımı, süreksizlik durumu, yapısal özellikleri ve diğer arazi ve laboratuvar sonuçları gözönünde bulundularak yapılmıştır. Şekil 2'de gösterildiği gibi GAAPM projesinde kabul edilen temel kaya ivmesi Kuzey Anadolu Fayı yakınında % 40'la başlayıp Ankara Çevre Otoyolunda % 10'a düşmektedir. Burada deprem kuşakları ve parametrelerinin modifiye edilmiş Mercall deprem hasar ölçeği ve Richter ölçeğiyle ilişkisi öz olarak Tablo 2 ve Şekil 2'de verilmiştir (Hartman ve diğerleri, 1990).

Tablo 2. GAAPM boyunca deprem kuşakları ve proje parametreleri.

Table 2. Earthquake zones and design parameters along the GAAPM.

Deprem zonu	1	2	3	4
Modifiye Mercall deprem şiddeti	IX	VIII	VII	VI
Richter ölçeğinde deprem şiddeti	7.0	6.5	6.0	5.0
Yaklaşık temel kaya ivmesi	0.40	0.30	0.15	0.10
Yaklaşık yayılma hızı	60-200	20-60	7-20	3-7





## GAPPM'İN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

Güzergah boyunca belirlenen litolojilerin başlıcaları şöyle sıralanabilir (Şekil 3) Kuvaterner çökeller alüvyon, kolüvyon, yamaç molozu ve yapay zemin tarafından temsil edilmekte olup, çok değişken zemin özellikleri göstermektedirler. Pliyosen'de yaygın olarak bulunan göller yüksek enerjili çökeltme havzalarını oluşturduğundan buralarda çoğu kötü çeşitlenme gösteren zayıf çimentolu tortul çökeller oluşmuştur. Bu çökellerde, plastik malzemenin oluşmasına neden olacak kadar ileri derecede ayrışma ve günlenme etkisi açıkça gözlemlenebilmektedir. Miosen yaşlı kayaç birimleri esas olarak andezit, bazalt, riyolit ve piroklastik türü püskürük kayaçlardan oluşmaktadır. Çoğunluğu orta zayıf - orta dayanımlı kayaçlardır. Filişimsi çökeller ve silisçe fakir püskürük kayaçlar Paleosen ve Eosen yaşlı kayaçların büyük bölümünü oluşturmaktadır. Püskürük bileşenleri tortullardan genellikle daha dayanımlıdır. Çevre yolunda geniş yüzlekler veren Kretase yaşlı ofiyolitik karmaşık (melange) ve olistostromal çökeller çok geniş bir dayanım aralığına sahiptirler. Metedetritik, metavolkanik, kristalize Permo-Triyas yaşlı kireçtaşları ve doleritin esasını oluşturduğu tektonotortul birim Karakaya formasyonu olarak bilinmektedir. Bu birim daha çok Güney Çevre Otoyolunda yüzlek vermektedir. Grafitli fillit, ezik zon kayaçları ve ince taneli fillitlerin dışında birim orta zayıf - dayanımlı kayaçlarca karakterize edilmektedir.

GAAPM boyunca gözlemlenen birimler yukarıda çok genel özellikleriyle verilmiştir. Ayrıntılı bilgiler bilgi iletişimine yararlı olacağı inancıyla gelecek yazılarda verilecektir. Ancak burada mühendislik açısından büyük önem taşıyan ve işin başında büyük tartışmalara yol açan birkaç jeolojik olguya şimdiden kısaca değinilecektir.

### Otobreş

Otobreş, lav akıntısı sırasında katılaşıp kabuklaşan akıntı yüzeyinin kırılarak yeni lav akıntılarıyla üzerlenmesi sonucu oluşan ve kendi hamuru içerisinde breşik doku görünümü kazanan bir litoloji olarak kısaca tanımlanabilir. Oluşumu sırasında oksitlenme sonucu genellikle kırmızı - kahve renk alır. Yüzleklerinde tanımak ve tanımlamak kolaydır. Sondajlarda bazen aglomera bazende parçalı püskürük kayaç diye yanlış olarak adlandırılabilir. Bu durumda mühendislik parametrelerinin seçiminde yanlışlığa düşülebilir. 20 m'lik kalınlığa erişebilen otobreş genellikle 3-4 m'lik kalınlığa sahiptir. Kütleli olup köşeli parçaları yine kendi hamuruyla sıcak olarak kaynaştığından, çoğulukla dayanımlı kayaçları oluşturur. Parçaların konumu akıntı yönü hakkında çok değerli bilgiler sunabildiği gibi lav akıntısının akışkanlığı (viscosity) ve yayılımı hakkında da pratik bilgiler verebilmektedir.

### Tortul Breş

Tortul breşi tanımlamak için yamaç molozunun (talusun), dayanımlı kayaların oluşturduğu uçurumdan türeyip eteklerde biriken köşeli ve çoğulukla taneli malzeme olduğunu anımsamak gerekir. Talus bir çökeltme havzasında (gölsel veya denizel bir ortamda) oluşuyorsa doğal olarak tabana yayılacaktır. Kum boyutundan kaba taneler ancak birkaç kilometre uzağa taşınabilmektedir. Bu tortul malzemenin sudaki

kalsiyum karbonat ve ince malzemeyle çimentolanması sonucu oluşan kayaç, tortul breş olarak adlandırılır. Sondajda karot almak son derece güçtür. Çünkü breş ve çimentonun sertlikleri ve dayanımları farklı olduğundan breş karoyerin kesici ve aşındırıcı etkisi karşısında farklı kütleli görünümündedir. Yüzleklerde ve sondajlarda mühendislik açısından taban tabana zıt kolüvyonla karıştırılabilmektedir. Tortul içerisindeki süreksizlikler genellikle dalgalı ve çok geniş aralıktadır.

### Farklı Aşınma

Tortul birimler genellikle farklı aşınma özelliklerine sahip tabakaların ardalanmasından oluşur. Böyle bir istifin 10 dereceden daha fazla yamaççeri eğimli olması durumunda, yamaçlarda kayma morfolojisini anımsatan yüzey şekilleri oluşabilmektedir. Helede böyle bir yanlışlığa uzman bir kişinin düşmesi güzergahın yanlış seçilmesine dolayısıyla büyük harcanmalara yolaçabilmektedir. Gerede - Ankara bölümünün yaklaşık % 60'ı piroklastik ve ilgili tortul kayaçların içerisinde geçmektedir. Farklı aşınmaya çarpıcı örnek olarak zayıf-orta ve zayıf dayanımlı tuf ile çok dayanımlı çört, silisli oolit ve silisleşmiş tuf gibi kayaçların ardalanması verilebilir. Bu tür yamaççeri eğimli bir istife akarsuların etkisinde katıldığında kayma morfolojisine benzer yüzey şekillerinin oluşması olasıdır.

### Palagonit ve Tuf Palagonit

Palagonit genellikle sarı yeşil renkli olup bazaltik bileşenli volkanik camın hidrasyon ve diğer ayrışma (dövitifikasyon ve oksidasyon) etkenleri ile bozunması sonucu oluşan bir izotropik mineraloiddir. Tuf palagonitinde esas bileşenini oluşturur. Kayaş Kızılköydeki Ankara Belediyesinin taşocağı olarak kullandığı bazaltlarda ve Çeltikçideki bazalt piroklastiklerden yapılan yol yarmalarında sarı yeşil renkli damarlar halinde çok kolay gözlenebilen palagonit Otoyolun İneköy'ün (Kazan) batısında kalan yaklaşık 10 km lik kesiminde tabakalı tuf palagonit olarak gözlenmektedir. Laboratuvar analizleri sonucu % 60 ve daha fazlasının montmorillonit grubu minerallerinden oluştuğu anlaşılmıştır. Yüksek oranda şişme özelliğinin sahip tuf palagonit 10 derecelik yamaçdışı eğimde bile büyük ölçekli kaymalara yolaçabilmektedir. Ayrıca damar olarak bulunduğu yarma yüzeylerinde çok hızlı fiziksel aşınmayla yamaç gerilemesine dolayısıyla yamaç topluluklarında çok hızlı malzeme birikmesine neden olmaktadır (Şekil 4). Dolgularla bu tür yüksek plastiseli ve aşırı derecede şişme özelliğine sahip malzemelerin yaratacağı sorunlar açıktır. Bu anlamda palagonit ve tuf palagonit litolojilerinin alansal va hacimsel dağılımı, tabakalanma veya damar halinde bulunmaları ve hangi kayaç türleri ile ilişkide bulunduğu ortaya çıkarılmasının, otoyol proje parametrelerinin seçiminde sağlayacağı yararlar yadsınmaz. Ayrıntılara sonraki yazılarda girilecektir.

### Ankara Çevre Otoyolunda Pliyosen ve Eosen Yaşlı Tortullar

Mürted ovasındaki Kuvaterner alüvyonun üzerlediği bir Pliosen yaşlı göl çökeli Eosen yaşlı filişel birim üzerine açılacak yapılar yapacak şekilde çökelmiştir. Ovaçayı havzasının özellikle Kazan-Mürted arasında kalan bölümde doğu ve batı tarafta bulunan dağ sıraları incelendiğinde Pliyosen çökeltme havzasının şekli anlaşılabilir. Burada bir

sinklinoryumun boyunca yer alan Pliyosen gölüne her iki dağ sırasından malzeme taşındığı gerek tortul bileşenlerden, gerekse tortullaşma özellikleri (derecelenme ve çeşitlenme gibi) ve tabakaların çökeltme havza yamaçlarının eğim durumunu yansıtması gibi gözlemlerden kolayca anlaşılmaktadır. Doğal olarak böyle durumlarda birim geçirimli ve geçirimsiz birimlerin ardalanmasından oluşup havza kenarına doğru geçirimsizlik artmaktadır. Tabakaların havzanın derin yerine doğru azalan bir eğime sahip olduğu bilindiğinden birim içerisinde yolun duyurluluğunu etkileyecek basınçlı su akiferinin olabileceğini sondaj yapmadan söylemek veya öngörmek zor değildir. Özellikle yol yarmalarının ve sanat yapılarının duyarlılığını yakından ilgilendiren bu koşulların ayrıntılı çalışması gerekmektedir. Özellikle kuzey çevre otoyolunda Ovaçayından başlayıp İvedik su tesislerin kadar olan bölümdeki düz alanda yüzeylerin azlığı yeni jeolojik birimlerin % 90 ının Kuvaterner malzemeyle örtülü olması nedeniyle Eosen yaşlı yüksek enerjili ortam çökelleri yapılan sondajlarda bile karıştırılabilmektedir. Ancak bölgenin ayrıntılı çalışması sonucu birim karakteristikleri belirlenmiş ve Pliyosen göl çökellerinden farklılığı ortaya konmuştur. Bu bulgular genel anlamda aşağıda sıralanmıştır.

1- Susuz Köyü arazisinde E5 karayolu ve köy yolu yarmalarında tabakaların 60 dereceden (subvertical) daha fazla eğime sahip olması ayrıca kıvrım ve faylanmaların boyutlarının Pliyosen çökellerinde beklenenden çok daha fazla olması.

2- Değişik seviyelerdeki tuf, lapilli tuf, aglomera, lösit basalt, ve tüfit gibi püskürük kayaların gözlenmesi ve şiddetli tektonizma etkisi altında kalması.

3- Miyosen yaşlı andezit çıkış tepelerinin yamaçlarında; (a) 50 dereceden daha fazla eğim kazanması, (b) dokanaktaki pişme zonlarının çok belirgin olarak gözlenebilmesi (c) yamaç eteklerindeki bu tabakaların tepeyi oluşturan andezitten hiç malzeme almayışı ve (d) İvedik Köyü arazisinde Miyosen yaşlı piroklastikler tarafından üzerlenmesi.

4- Saray Köyü arazisinde birkaç yerde numilimli seviyelerde yüzlek vermektedir.

5- Pliyosen göl çökellerinde yapılan sondajlarda SPT değerinin düşüklüğü ve genellikle çok yüksek plastiseli killi malzeme içerdiği gözlenirken, Eosen yaşlı birim aşağı derecede zayıftan çok dayanımlı seviyelere kadar geniş bir dayanım yelpazesine sahip olduğu gözlenmektedir.

İşte mühendislik özellikleri bu kadar farklı olan iki ayrı birimin birbirleriyle karıştırılmasının araştırma yöntemlerini, güzergah seçimini ve proje ölçütleri seçimini nasıl yanlış yönlendireceği ortadadır. Yukarıda belirtildiği gibi bu bölgede yüzleklerin yok denecek kadar azlığı sondaj çalışmalarının önemini ön plana çıkarmaktadır. Eosen tortullarında aşırı tektonizma sonucu kazanılan yapının büyük ölçüde yeraltı jeolojik çalışmalarıyla açıklanacağı bilinmektedir. Ayrıca bu yapıların yol duraylılığına etkisi açıkça bilinirken, 1,5 metrede bir SPT, denison, şelbi (shelby), piston ve ring numunesi alınacak şekilde zemin sondajı programı uygulanması büyük yarılgılara neden olabilmektedir.

### **Silisleşme ve Çört**

Özellikle Çamlıdere bölgesinde dünyada benzerine az rastlanan taşlaşmış ağaçlı (petrofied wood) ve silisleşmiş

fosilli (genellikle planispiral) kireçtaşı seviyelerini yaygınlığı dikkati çekmektedir. Bu fay zonunda çok sert ve çok dayanımlı siyah renkli silisleşmiş kömürlü seviyelerin fay zonundan uzaklaştıkça (200 m) az sert ve zayıf dayanımlı kömürlü seviyelere değişimi ilgi çekici olduğu kadar yol projelendirilmesinde de büyük önem taşımaktadır. Yolun yaklaşık 50 km. lik bölümünde yapılan gözlemlerde, çörtlü ve silisleşmiş ve silisli oolit seviyeleri genellikle kalın bir volkanik istifi üzerlemektedir. Bu tür çok sert ve çok dayanımlı kayaçların oluşumu için gerekli silikanın kaynağı aşağıda sıralandığı gibi düşünülmektedir.

1. Şiddetli volkanizma sonucu ortama silikaca zengin gazların salınması ve kükürtlü-karbon dioksitli gazların etkisiyle asidik bir ortamın oluşması. bu tür asidik ortamlar doğal olarak karbonatlı çökeller yerine silikaca zengin tortulların çökeltmesine olanak sağlayacaktır.

2. Kalın ve sıcak püskürük malmeze ile deniz suyunun ilişkisi sonucunda mafik minerallerin bozulması ve serbest silikanın ortama yılanması.

3. Fay zonları boyunca ortama silikaca zengin hidrotermal su ve gazların salınması.

4. Özellikle Çamlıdere bölgesinde çökeltme havzasına malzeme gönderecek yükseltilerin püskürük kayaçlar olması. Böylece ortama ferromagnaziyen minerallerin bozunması sonucu bol miktarda silika ve metal oksit taşınması.

Silikanın bol olduğu dönemde ortama tüflerin gelmesi silisleşmiş tüflerin oluşumuna yol açtığı düşünülürken ortamı bozacak oranda malzeme gelmemesi durumunda silika peltesi diyajenez geçirerek çörtleri oluşturduğu düşünülmektedir. Nedeni ne olursa olsun silisleşmenin kayacın dayanımını ve sertliğini artırdığı ve yolun duraylılığını olumlu yönde etkileyeceği açıktır.

### **SONUÇ**

Yaklaşık 10.000 km uzunluğunda olan Transit Avrupa otoyolunun (TEM) 3.600 km lik kısmını Türkiye Otoyolu (TM) oluşturur. TM Tem'i İran, Irak ve Suriye'ye bağlar. TM nin yaklaşık 1/3 ünü oluşturan yedi ayrı bölümde yapımlar çalışmaları sürmektedir. Bu bölümlerin 1994 te tamamlanacağı sanılmaktadır. Gerede-Ankara ve Ankara Çevre Otoyolu (GGAPM) yaklaşık 270 km lik uzunluğuyla yapılmakta olan en uzun bölümdür. 1987 de başlayan çalışmaların buradada 1994 te biteceği beklenmektedir. GAAPM nin genişliği çevre Otoyolunda 50 m olup diğer bölümlerde 42.5 m dir. En fazla eğim % 6 olarak belirlenmiştir.

Gerede-Dörtdivan ovasında siğ yeraltı tablasına sahip Pliyo-Kuvaterner çökeller üzerinde 10 km gittikten sonra Mürted ovasına kadar püskürük kayaçlar ve bunlara bağlı tortul kayaçlar içersinde ilerler. Fonolit, basalt, andesit, aglomera, çört, silisli oolit ve silisleşmiş organik çamurtaşı, kömür, tuf ve fosilli kireçtaşları genellikle dayanımlı kayaçları oluştururken lapilli tuf, çamurtaşı, tuf organik şeyl ve tuf palagonit zayıf dayanımlı kayaçların çoğunluğunu oluştururlar. Otobreş ve tortul breşin doğru ayırtılabilmesi o bölgede yapıcak yeraltı jeolojik yöntemlerinin ve proje parametrelerinin doğru seçimini sağlayacaktır. Çok farklı aşınma özellikleri içeren tortul birimlerin 10 dereceden fazla yamaçları eğimli olması halinde akarsuların etkisiyle kayma morfolojisini andıran yüzey şekilleri oluşturduğu gözlenmiştir.

Büyük çoğunluğu montmorillonit grubu özelliğine sahip olması nedeniyle büyük ölçekli kaymalara yol açabilmektedir. Kuzey Çevre Otoyolunda Eosen yaşlı tortullarla Pliyosen göl çökellerinin ayırtlanabilmesinin önemi, özellikle doğru araştırma yöntemlerinin seçiminde dolayısıyla uygun mühendislik parametrelerinin bulunmasında önem taşımıştır.

#### KATKI BELİRLEME

PB-TSB çalışanlarının ve özellikle Andrew Dawson ve Şükrü Kaya'nın, birlikte elde edilen bilgilerin yazıya

dönüşmesinde katkısı çok büyüktür. Ayrıca yazar Levent Okay ve Metin Arkün'ün değerli yardımlarına teşekkür eder.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

SIAL, 1988 Gerede-Ankara ve Ankara Çevre Otoyolu Jeolojik raporu. Yayınlanmamış, Ankara.

Hartman, J.J. Richards, D.P. ve Balkır, G., 1990, Engineering geology of the Gerede-Ankara and Ankara Peripheral Motorway: AEG Congress'te sunulmak üzere hazırlanmış makele.

## CUMHURİYET DÖNEMİNDE MADENCİLİĞİMİZİN GELİŞİMİ VE TÜRKİYE MADENCİLİK POLİTİKASI

Ahmet KARTALKANAT MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüd ve Arama Dairesi, ANKARA

Madenler, birkez tüketildikten sonra, yerine yenilerini koyabilme olanağı olmayan, yani "yenilenebilir" kaynaklar olmadığından, rasyonel bir şekilde işletilmeleri gereken, yüzlerce, hatta milyonlarca yıl süren jeolojik olaylar sonucunda oluşan, toplumun ortak mallarıdır.

Kişilerin verecekleri bir uğraşın ürünü olmayan madenlerin, toplum adına, devlet tarafından işletilmesi görüşünde olanlarla, madenlerin özel mülkiyet konusu olması gerektiği ve kişilerin madenler üzerinde de tasarrufta bulunması gerektiğini savunanlar arasındaki mücadele Cumhuriyet Dönemi boyunca devam etmiştir. Günümüzde de bu mücadele siyasi iktidarlarca hala sürdürülmektedir.

Cumhuriyet Dönemini izleyen siyasi ve ekonomik politikalar temeli üzerinde altı dönemde incelemek olanaklıdır. Bu dönemler sırasıyla;

- A) 1923-1933 dönemi
- B) 1933-1940 dönemi
- C) 1940-1945 dönemi
- D) 1945-1960 dönemi
- E) 1960-1980 dönemi
- F) 1980 ve sonrası dönemidir.

### A) 1923-1933 DÖNEMİ

Osmanlılar döneminde madencilik sektöründe büyük oranda yabancı egemenliğinin olması, Cumhuriyetin ilanıyla birlikte madencilik alanında da yeni düzenlemelerin yapılmasını zorunlu kılmıştır.

Henüz Cumhuriyet ilan edilmeden, 1 Mart 1922 tarihinde, M. Kemal Atatürk, Büyük Millet Meclisi'nin Birinci dönem, Üçüncü Toplanma yılını açış konuşmasında madencilik alanına ilişkin yaklaşımlarını şöyle dile getirmiştir: "..... Ekonomi politikamızın önemli amaçlarından biri de; toplumun genel faydasını doğrudan doğruya ilgilendirecek kuruluşlar ile, ekonomik alandaki teşebbüsleri, mali ve teknik gücümüzün ölçülerine uygun olarak DEVLETLEŞTİRMEK'tir. Bu arada, topraklarımızın altında el değmemiş halde duran, maden hazinelerini az zamanda işleterek milletimizin yararlanmasına açık bulundurulabilen de ancak bu uygulamayla mümkün olabilir. ...."<sup>1</sup>

Cumhuriyet ilân edildiğinde, madencilik tekniğini öğrenmiş yerli ustalar, teknisyenler ve mühendisler yeterli düzeyde olmayıp, 1923 yılındaki Türk maden mühendisi sayısı 8 kadardır. Hemen hemen bunların hepsi de yabancı şirketlerde öneimsiz görevlerde çalışmaktaydılar.<sup>2</sup>

Henüz Cumhuriyetin birinci yılı dolmadan, o günlerde son derece zayıf olan ekonomik duruma rağmen, Zonguldak'ta yüksek ve orta dereceli teknik okullar açılmış ve dış ülkelere öğrenci gönderilmiştir.<sup>3</sup>

Lozan Barış Görüşmeleri sırasında gerçekleştirilen İzmir İktisat Kongresi (17 Şubat - 4 Mart 1923), bir yandan uygulan-

cak ekonomik modeli saptarken, diğer yandan da barış görüşmelerinde Batı dünyası bir mesaj vermesi açısından yabancı sermayeye belirli güvenceler getirmek istemiştir.

Bu dönemin temel niteliği, özel girişimi güçlendirerek kalkınmayı özel girişim yoluyla gerçekleştirmektir. Ancak bu politikanın başarıya ulaşamadığını görüyoruz. Bu başarısızlığın nedeni olarak; kamu fonlarının kolaylıkla özel kesime aktarılmasını, özel kesimin sermaye birikiminin yetersiz olması ve yıllardan beri süren savaşların yarattığı yoksullukları göstermek mümkündür.

17 Şubat 1923 tarihinde İzmir'de toplanan onaltı gün devam eden İzmir İktisat Kongresi'nde madencilikle ilgili alınan kararlar bir bildiri ile Türkiye Büyük Millet Meclisi'ne ve başbakanlığa sunulmuştur. Bu bildiriye madenlerimizle ilgili şu öneriler yer almıştır:

- Madenlerimizi birkaç havzaya ayırarak, buralarda Türk teknik elemanlarının çalışması,
- Maden haritalarının yapılması,
- Madenlerimizin değeri ve üretimi ile ilgili istatistik bilgilerinin yayınlanması,
- Bulunmuş madenlerin ihaleyle, mali gücü olan Türk vatandaşlarınınca işletilmesi,
- Harpte işletilmeyen madenlerin, vergiden affı,
- Zımpara madeni konusunda Yunanistan'la rekabete geçilmesi,
- Kok ve antrasit dışında kalan maden kömürlerimiz ile kükürt madeninin, yabancı rekabete karşı korunması,
- Ereğli Zonguldak havzasının düzenlenerek demiryolunun döşenmesi,
- Yerli üretim ve ulaşım araçlarının kendi kömürümüzün kullanılması,
- Maden ocaklarının hukuki sınırlarının çizilmesi,
- Bu konuların yerinde inceleyecek uzmanların görevlendirilmesi, gibi tavsiyelerde bulunmuştur.<sup>4</sup>

İzmir İktisat Kongresi'nde, Heyeti Faâle'nin hazırladığı raporda sanayileşmek için, sanayi bankalarının kurulması gerektiği ifade edilmiştir. Bu öneriler doğrultusunda özel kesimin finansmanının üstlenen, yarı resmi nitelikteki İş Bankası ve aynı şekilde 19 Nisan 1925 yılında 633 sayılı yasa ile Türkiye Sanayii ve Maadin Bankası kurulmuştur. Bankanın görevleri arasında; bankaya devredilen sanayi kuruluşlarının idare edilmesi, sanayi kuruluşlarına katılmak ve bu kuruluşları işletmek, MADEN imtiyazı almak ve MADEN işletmek, Türk sanayici ve madencilerine kredi vermek ve her türlü bankacılık işlemlerini yapmak, gibi hususları belirtmek mümkündür.<sup>5</sup>

Yabancı sermaye konusunda da kongrede bağlayıcı kararlar alınmıştır. Türk yasalarına uymaları koşuluyla, yabancı sermayeye karşı olunamayacağı şeklindeki görüş, öncü kadronun kongrede yaptığı konuşmalarda açıkça dile getirilmiştir.

Cumhuriyet rejimi, yabancı sermayeye değil, kapitüler ayrıcalıklar arayan yabancı sermayeye karşı olmuştur. Nitekim yapılan araştırmalar da göstermiştir ki yabancı sermaye daha Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren madencilik sektöründe yoğun olarak girişimlerde bulunmuştur. 1920-1930 yılları arasında, maden üretimi ile uğraşmak üzere kurulmuş olan anonim şirketlerin kurucuları ya da hissedarları arasında yabancıların olduğu şirketler çizelge 1 de görülmektedir.

Yine aynı yıllarda (1920-30) yerli sermaye tarafından kurulan ve uğraş alanı maden üretimi olan Türk Anonim Şirketleri Çizelge 2'de görülmektedir.<sup>6</sup>

Çizelge: 1- 1920-1930 Yılları Arasında Maden Üretimi ile Uğraşmak Üzere Kurulmuş ve Hissedarları ya da Kurucuları Arasında Yabancıların Olduğu Anonim Şirketler.

Anonim Ortaklık	Kuruluş Tarihi	Sermayesi (1000 TL)
Omniom Şark Sanayi A.Ş.	1920	250
Ergani Bakır T.A.Ş.	1924	3000
Bulgar Dağı Madenleri T.A.Ş.	1925	1000
Metagom Maden ve Kauçuk T.A.Ş.	1926	30
Türk Kömür Madenleri T.A.Ş.	1926	2000
Cenubi Anadolu Madenleri T.A.Ş.	1927	600
Adapazarı Madenleri İşl. T.A.Ş.	1927	200
Fethiye Şirket-i Madeniyesi	1928	600
Manganez T.A.Ş.	1928	750
Maden Sanayi ve Ticaret T.A.Ş.	1930	50
İttihad-ı Maadin T.A.Ş.	1930	850
<b>TOPLAM</b>		<b>9.330</b>

Kaynak: A. Gündüz ÖKÇÜN, Türkiye İktisat Kongresi 1923, s. 93

Çizelgelerden de anlaşılacağı gibi 1920-30 yılları arasında madencilik alanında toplam 20 anonim ortaklık kurulmuştur. Buların 11'inin kurucu, hissedar ya da idare meclisi üyeleri arasında yabancı kişiler bulunmaktadır. Dokuzu ise salt yerli sermaye tarafından oluşturulmuştur. Yabancı sermayeye katılımlı anonim ortaklıkların sermayesi toplam 89.330.000 TL olduğu halde, yerli sermaye tarafından kurulan anonim şirketleri toplam sermayesi ise ancak 5.425.000 TL dir.

Çizelge: 2- 1920-1930 Yılları Arasında Salt Yerli Sermaye tarafından Kurulan ve Uğraş alanı Maden Üretimi olan Türk Anonim Şirketleri.

Anonim Ortaklık	Kuruluş Tarihi	Sermayesi (1000 TL)
Maadin İşletme T.A.Ş.	1924	100
Maden Kömürleri İşleri T.A.Ş.	1926	1000
Türk Madencilik A.Ş.	1926	50
Kozlu Kömür İşleri T.A.Ş.	1926	3000
Foçateyn Değirmen Taş Ocakları T.A.Ş.	1926	25

Kireçlik Kömür Madenleri T.A.Ş.	1926	300
Kavacık ve Efen Çukuru Altınla Mahlut-Sirtli Kurşun Madeni T.A.Ş.	1926	150
Kilimli Kömür Madenleri T.A.Ş.	1927	400
Amasya Kömür İstismar Mıntıkası T.A.Ş.	1927	400
<b>TOPLAM</b>		<b>5.425</b>

Kaynak: A. Gündüz ÖKÇÜN - Türkiye İktisat Kongresi 1923 s. 94

Görülüyor ki, 1920-30 yılları arasında maden üretimi alanında kurulan ve yabancı sermayenin katıldığı ya da tamamen egemen olduğu Türk Anonim Şirketleri, aynı devre içinde kurulan ve kurucuları ya da hissedarları arasında yabancı sermaye bulunmayan Türk Anonim Şirketlerine göre sermayeleri bakımından daha güçlü durumdadırlar.

Genel olarak, gerek kuruluş sayısı, gerekse sermaye açısından bankacılık alanından sonra, 1920-30 yılları arasında anonim şirketleşme hareketinin yoğun olduğu ikinci uğraş alanı MADENCİLİK'tir. Özel girişimle sanayileşme dönemi olarak nitelendirilen 1923-1933 yılları arasında; gerek yarı resmi bir kuruluş olan İş Bankası'nın, gerekse devletin, madencilik sektöründeki girişimleri, diğer sektörlerle oranla daha başarılı olmuştur.

1923-1933 döneminin madencilik sektöründeki yapısına ilişkin önemli ve tamamlayıcı sayılabilecek bilgileri 1927 yılı Sanayi Sayımı'nın verilerinden öğrenebiliyoruz. 1927 yılında gerçekleştirilen Sanayi Sayımı gerek ülkenin genel olarak sanayiini belgelemesi, gerekse maden sanayiine ilişkin sağladığı veriler açısından yararlı olmuştur.

Sayım verilerinden, madencilik sektörünün belirgin özelliklerini şöyle sıralamak mümkündür.

1- 556 maden kuruluşunda, 18.932 çalışan bulunması, ortalama olarak, her kuruluşta 34 kişinin çalışmış olduğunu gösterir ki, buda KÜÇÜK ÜRETİM BİRİMLERİNİN, dönemin madenciliğine damgasını vurduğunu göstermektedir.

2- Dönemin madenciliğinde, hammadde içindeki yerli payı oranının % 94.6 ve yabancı payı oranının % 5.4 olduğu gözönüne alınırsa, madencilik sektörünün emek-yoğun nitelikte bir sektör olduğu söylenebilir.

3- Küçük atölyeler (kuruluşların % 97.02'sinde çalışanların sayısının 6 ve 6'dan az olduğu gözönüne alınırsa) biçiminde kendini gösteren bu sanayi dalı üretilen yeraltı kaynaklarını işleyerek nitelikte ve nicelikte değildir. Bu da üretilen madenlerin, büyük çoğunluğunun ihraç edildiğini, çok azının yurt içinde değerlendirildiğini göstermektedir.

Dönem için söylenebilecek son söz, 28 Mayıs 1927'de kabul edilen 1055 sayılı "Teşviki Sanayii Kanunu'na ilişkindir. Bu yasanın 44. maddesi teşvik tedbirlerinin 1.6.1942'ye kadar yürürlükte kalacağı belirtilmiştir. Zira bu tarihten sonra, teşvike gerek kalmayacağı varsayımından hareket edilmiştir. Bu kanunla özel sanayii girişimleri ve maden işletmeciliği büyük ölçüde teşvik edilmek istenmiştir. Ücretsiz arazi tahsisi, bina, arazi kazanç vergileri ve belediye resimlerinden muafiyet (ayrık), gümrük ve ithalat vergisi muafiyetleri, nakliyede özel ve ucuz tarife, normal değerinin % 10'u kadar destekleme primi gibi teşvik unsurları sanayii ve madencilikte yatırımları destek-

leyici nitelikte olan ve bu yasayla getirilen tedbirlerdendir.

### B- 1933-1940 DÖNEMİ

1932 yılından sonra özel girişimin yeterli bir sermaye gücünden yoksun olması ve izlenen "özel girişime dayalı" politikanın başarılı olamamasından ötürü Türkiye'nin ekonomik politikasında belirgin bir değişme ile "devletçilik" denilen yeni bir ekonomik politika dönemi başlamıştır. bu dönemde kamu sektörünün işlevleri göreceli olarak artmıştır.

Geçirilen on yıllık özel girişimi özendirme politikasının başarısız olmasının nedenleri arasında Lozan Barış Görüşmelerinin bağlayıcı olumsuz etkileri ve 1929 ekonomik buhranını göstermek mümkündür. Özellikle 1929 ekonomik buhranının, Sovyetler Birliği gibi devletçi ekonomik politikaların uygulandığı ülkeleri fazla etkilememesinden ötürü, diğer alanlarda olduğu gibi, madencilik alanında da "devletçi" bir ekonomik politikanın izlenmesine neden olmuştur.

Dönemin temel niteliğini göstermesi bakımından, Celal Bayar'ın Başbakan olarak Hükümet Programını okurken söyledikleri ilginçtir. "Fert tarafından yapılabilecek işlerin, fertlerce yapılmasını himaye ve teşvik edeceğiz. Bu maksatla sanayii teşvik siyasetine devam edeceğiz. Fakat ferdi mesai veya sermayenin bugün için yetmediği veya gidemediği işlerde, milli korunmanın gerektirdiği hususlarda, milli emniyeti ve umumi menfaati temin etmek, ferdi mesai ve sermayenin çeşitlenip büyümesini kolaylaştırmak için Devlet iş başına geçecektir."<sup>7</sup> demektedir.

1933-40 döneminin en önemli özelliği; günümüze kadar gelen birçok maden işletme ve kuruluşlarının bu yıllarda kurulmuş olmasıdır. Buna neden olarak; madenciliğin büyük yatırımlar gerektiren, kısa sürede kâr getirmeyen riskli girişimler olmasını göstermek mümkündür. Ayrıca o gün için ".... ferdi mesai veya sermayenin" yeterli düzeyde olmaması ve çizilen devletçilik politikasının uygulanması gibi etmenlerden ötürü, devletin madencilik sektöründe öncülük yapmasını gerektirmiştir.

Dönem içinde uygulanan birinci 5 Yıllık Sanayii Planı (BBYSP) ve İkinci 5 Yıllık Sanayi Planı (IBYSP) programlarında madencilik yatırımlarına büyük yer verilmiş ve başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

Birinci 5 Yıllık Sanayi Planında madenciliğin toplam yatırımlar içindeki payı % 26.9 oranında olmuştur. (Bkz. Çizelge: 3)

Çizelge: 3- BBYSP Kapsamına Giren Sektörler ve Yatırım Tutarı

Sektörler	Yatırım Tutarı (1000 TL)	Toplam Yatırım İçindeki Payı (%)
1- Maden Sanayii	11.850	26.9
a) Demir Sanayii	10.000	—
b) Bakır Sanayii	5509	—
c) Kükürt Sanayii	300	—
D) Sömikok Sanayii	1.000	—

Kaynak : Prof. Dr. Afet İNAN, Birinci Beş Yıllık sanayii Plânı, s. 141.

1936 yılında hazırlanan ikinci Beş Yıllık Sanayii Planı'nın (IBYSP) madenciliği kapsayan maddeleri;

1- "..... madenciliğimiz (in) gerek ham, gerek yarı mamul olarak ihracata elverişli hale getirilmesi...."

2- ".....Kömür havzalarımızda istihsalın inkişafı ve rasyonale edilmesi....." şeklindedir.

Kabul edilen bu ilkeler çerçevesinde IBYKP'de madencilik sektörünün yatırımlardaki yeri Çizelge: 4'den de görüleceği gibi BBYSP'dan daha fazla orandadır. (Bkz.Çizelge 4)

Çizelge: 4- IBYSP'ta Öngörülen Yatırımların Sektörel Dağılımı

Sektörler	Toplam Yatırım (Milyon TL)	Yüzde dağılımı (%)
1- Madencilik	23.4	21.9-20.9
2- Maden Kömürü Ocakları	21.6	20.2-19.3

Kaynak: Prof. Dr. Afet İNAN, Türkiye Cumhuriyeti'nin İkinci Sanayii Plânı 1936,

Görüldüğü gibi IBYSP'da madencilige öngörülen yatırım, toplam yatırımın % 40'ı gibi büyük bir değere ulaşmıştır. Denilebilir ki planın madencilik bölümü dışındaki kısımları uygulama olanağı bulamamıştır.

Gerek BBYSP, gerekse IBMYP'lerinin madencilik sektörüne bu denli önem vermelerinin nedeni;

"1- Gittikçe artan demir-çelik ve yakıt gereksinimini karşılayacak demir, taşkömürü ve linyit gibi yeraltı kaynaklarının işletilmesi,

2- Diğer yandan krom, bakır gibi önemli metal madenlerin ihraç edilerek, döviz sağlanması"<sup>8</sup> olarak gösterilebilir.

Dönem içinde uygulanan "devletçi" politikanın bir sonucu ve Osmanlı İmparatorluğu zamanındaki imtiyazlara tepki şeklinde değerlendirebileceğimiz bir anlayışla, madencilik alanında da birtakım devletleştirme hareketleri olmuştur. Bunlardan başlıcaları şunlardır;

1- 11.6.1986 tarih ve 3034 sayılı Doyçe Bank Elinde Bulunan Ergani Bakırı T.A.Ş. Hisse Senetleri satın alınmasına Dair Kanun: Bu kanun, Ergani Bakırı T.A.Ş.'nin Doyçe Bank elinde bulunan 1.5 milyon lira itibari değerindeki pay senetlerinin 850.000 liraya kadar satın alınması konusunda Hükümete yetki vermekte ve satın alınacak pay senetlerinin Etibank'a devredilmesini ön görmektedir.

2- 31.3.1937 tarih ve 3146 sayılı, Hükümet ve Ereğli Şirketi Arasında Akdedilen 28 Teşrinisani 1936 Tarihli Satın Alma Mukavelesinin tasdikine Dair Kanun: Bu kanun, başlığında alınan sözleşmenin onanmasıyla ilgilidir. Fransız sermayeli Ereğli Şirketinden bu kanun gereğince satın alınan maden işletmesi ile ilgili mal varlığı unsurları, daha sonra 11.6.1937 tarih ve 3241 sayılı Ereğli Şirketinden Alınan, Liman, Demiryolu ve Madenlerle Kozlu ve Kilimli Demiryollarının işletilmesi ve Havzadaki Deniz İşlerinin İnhisar Altına Alınması Hakkında Kanun'la yine Etibank'a devredilmiştir.

3- 30.5.1940 tarih ve 3867 sayılı Ereğli Kömür havzasındaki ocakların Devletçe İşletirilmesi Hakkında Kanun: Bu kanun, Ereğli kömür havzasındaki kömür ocaklarının tamamının veya bir bölümünün devletçe işletirilmesine karar

vermeye Bakanlar Kurulu'nu yetkili kılan ve bu konuda yapılacak tespit, değer takdiri, kamulaştırma ve ödemelerle ilgili hükümler getiren oldukça ayrıntılı bir düzenlemedir.

Özetle; Birinci ve İkinci Sanayii Plânları'nın uygulanması sonucunda, özellikle madencilik alanında önemli birçok yatırımlar yapılmış, maden aramacılığı ve işletmesi için günümüzün, köklü kuruluşlarının temeli atılmıştır. Bunlardan başlıcaları aşağıda gösterilmiştir.

1- Birinci Beş Yıllık Sanayii Plânında madencilik yatırımları Sümerbank tarafından finanse edilmiştir. 3.6.1933 tarih ve 2262 sayılı kanunla kurulan Sümerbank'ın görevleri arasında; "Devlet Sanayii ofisi elindeki devlet fabrikalarını işletmek, özel sanayii kurumlarındaki Devlet hisselerini idare etmek, Devlet sermayesi ile yaptırılacak fabrikaların etüd, proje, tesis ve işletmelerini yapmak ve yürütmek, yapımlarında ve genişletilmelerinde ülke yararı olan özel sanayie katılımda veya yardımda bulunmak, memlekete ve kendi fabrikalarına gerekli usta, işçi, teknisyen ve mühendis yetiştirmek, sanayii kuruluşlarına kredi sağlamak ve ticari bankacılık yapmak, milli sanayinin gelişmesini sağlayacak tedbirler almak ve etüdlere yardım etmek" gibi işlevler sayılmıştır.

2- Etibank, 14 Haziran 1935'te 2805 sayılı yasa ile devletin genel maden politikası içinde ülkenin her türlü maden ve endüstriyel hammadde kaynaklarını (petrol ve kömür hariç) en iyi şekilde değerlendirerek, ülke ekonomisine azami katkıyı sağlamak ve her türlü bankacılık faaliyetlerinde bulunmak üzere kurulmuştur.

2805 sayılı yasanın 4. maddesinde Etibank'ın görevleri şöyle belirtilmiştir: "Kuruluş amacının gerçekleştirilmesi için plan ve programlar düzenlemek, bu hizmetlerin görülmesi ve geliştirilmesi için mali kaynaklar sağlamak ve artırmak, gerektiğinde yurt içinden ve dışından her türlü mal ve hizmetin pazarlaması faaliyetlerini yürütmek, bayilik, temsilcilik, büro, mağaza, şube açmak veya ticari müesseseler kurmak veya ortak olmak, gerektiğinde taşınmaz mal almak, satmak istimal etmek, kendisine veya başkasına ait taşınmazlar üzerine ipotek tesis etmek veya kaldırmak, aynı ve fikri haklar almak ve satmaktır. Müesseseler ve bağlı ortaklıklar arasında eşgüdümü sağlamak, bağlı ortaklıkların bütçeleri ile fiyat tarife ve yatırımları genel ekonomi ve MADENCİLİK POLİTİKALAR'ına uyumunu sağlamak, madencilik yapmak ve taşocağı işletmek, gerektiğinde aramak, faaliyet konusuna giren hususlarda sanayii tesisleri kurmak, işletmek ve işletmek, işletme çalışmalarında yan ürün ve artıkları değerlendirmek, gerektiğinde üretim ile ilgili olan yardımcı hammaddeleri üretmek, kendi ihtiyacı için zorunlu olmak ve işletmeler bölgesinde bulunmak koşuluyla kömür işletmeciliği yapmak ve enerji üretmektir.

Yukarıdaki işlevleri ile ilgili her türlü maden arama ve maden işletme hakkı ve imtiyazının ve taşocağı ruhsatını almak, kullanmak, kiralamak, kiraya vermek ve gerektiğinde devretmek, yukarıda belirtilen işlevlerle ilgili olarak ticaret, ithalat, ihracat, tahmil, tahliye ve nakliye işleri yapmak, faaliyet konuları için gerekli etüd, arama ve araştırma yapmak veya yaptırmak, her türlü bankacılık faaliyetlerinde bulunmak, madencilik firmalarına madencilik kredisi sağlamak, sigorta şirketlerine ortak olmak, konuları ile ilgili yurt içi ve dışında taahhüt işleri yapmak ..... "tır.

Daha sonraları, 13.6.1983 tarih ve 2840 sayılı kanun

gereğince devlet eliyle aranacak ve işletilecek olan bor tuzları, trona (doğal soda), uranyum ve toryum madenlerini işletmekte Etibank'ın görevleri arasına alınmıştır.

3- 1933 yılında Ekonomi Bakanlığı'na bağlı Petrol Arama ve İşletme İdaresi ve Altın Arama ve İşletme İdaresi adlı iki ayrı kurum oluşturulmuştur. Kısa bir süre sonrada, 14 Haziran 1935 tarih ve 2804 sayılı kanunla bu iki kurumun yerini alan ve daha geniş yetkilere sahip Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) kurulmuştur. Enstitü, ülkenin işletmeye elverişli her çeşit maden, taşocağı gibi yeraltı servetlerini meydana çıkarmak, işletmelerin daha verimli, teknik bir şekilde çıkartılma olanak ve araçlarını incelemek, gerekli jeolojik etüd ile madencilik aramalarını, kimyasal analizleri, denemeleri yapmak, bu çalışmalara yardımcı olacak her çeşit harita, plan,... vs. dökümanları hazırlamak ve bu işlerde çalışacak Türk jeolog, mühendis, teknisyen, uzman ve işçileri yetiştirmekle görevlendirilmiştir.

4- MTA ve Etibank'ın işbirliği ile dağılık ve ilkel yöntemlerle işletilen maden yataklarında merkezi denetim sağlanabilmiştir. MTA Enstitüsü ve Etibank'ın madencilik alanında faaliyet göstermeye başlaması ile bir taraftan yeni maden yatakları bulunup, bilinen maden rezervleri artarken, diğer taraftan üretim de çeşitlenmeye ve artmaya başlamıştır. Daha sonraki yıllarda Etibank'ın faaliyet alanının çok genişlemesi üzerine çalışmaları istenilen şekilde düzenlenmesi ve kontrol edilmesi güçleşmiş, bundan dolayı Demir İşletmeciliği, Karabük Demir ve Çelik İşletmeleri Kurumu'na, Kömür İşletmeciliği, Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Kurumu'na, Elektrik İşletmeciliği, Türkiye Elektrik Kurumuna (TEK) devredilmiştir.

Madencilik alanında arama ve işletme faaliyetleri bu şekilde örgütlenmeden, 14 Haziran 1935 tarih ve 2818 sayılı kanunla Maadin Nizamnamesi ve 608 sayılı kanunun bazı maddeleri değiştirilmiştir. 2818 sayılı kanunla maden arama ve işletme hakları yeniden düzenlenmiş, arama süresi iki yıla indirilmiş, hak sahiplerinin işletmede belirli şartlara uymaları ve madeni devamlı olarak işletmeleri koşulu getirilmiştir. 2818 sayılı yasayla aldıkları maden imtiyaz ve ruhsat sahalarını kendileri işletmeyip başkalarına kiralamış olanların tüm haklarının devlete geçeceği bildirilmiştir.

Bu dönemde özellikle MTA'nın aramaları ve Etibank'ın işletme kuruluşu olarak madencilik sektöründeki işlevleri hızla artmıştır. Devlet adına işletmeci kuruluş olan Etibank, krom dışında, özellikle maden kömürü, linyit, kükürt ve demir cevherinde egemen duruma geçmiştir.<sup>9</sup>

### C- 1940-1945 DÖNEMİ

İkinci Dünya Savaşı'nın başlamasıyla, ülkemizde uygulanan ekonomik politikada da önemli değişikliklere gidilmiştir. Her ne kadar Türkiye savaşın dışında kalmışsa da 1940-45 yılları arasında uygulanan ekonomik politika bir "savaş ekonomisi" niteliğindedir. 18.1.1940'da yürürlüğe giren "Milli Koruma Kanunu"nda, "..... sanayii ilgilendiren maddeler arasında, sanayii ve MADEN KURULUŞLARI'ndan üretim programlarını istemek yada program vermek ....." gibi hükümler yer almakta olup, dönemin belirgin niteliğini gözler önüne sermektedir. Dönemin özelliğinden ötürü, üretim büyük oranda yavaşlamış, ekonomide büyüme şöyle dursun, küçümsenmeyecek gerilemeler olmuştur.



Bu gerileme madencilik alanının her kesiminde görülmektedir. Bazı maden türlerinin üretiminde gerileme olurken, bazılarında artış olmuştur. Maden üretim değerlerinin sayısal verileri Çizelge: 5'te görülmektedir.

Çizelge: 5 - 1940-45 Yılları arasında Maden Üretim Değerleri (1.000 ton)

Madenin Cinsi	1940	1941	1942	1943	1944	1945
Maden Kömürü	3000	3000	2500	3200	3600	3700
Linyit Kömürü	230	280	390	590	760	730
Krom Cevheri	170	135	145	160	185	145
Demir Cevheri	135	50	20	90	90	125
Kükürt	3.6	2.2	3.1	3.4	3.4	4.1

Kaynak: MTA Dergisi, Yıl: 11, Sayı: 2/36 Ankara, 1946 s. 194

Çizelgeden de görüleceği gibi üretim gerilemesinin yanında, bir istikrarsızlık da söz konusudur.

Bu dönemde özel sektörün, kısa zamanda kâr getirmeyen madencilik alanına yatırım yapmadığını, devletin Etibank eliyle 1940-45 yılları arasında beş maden türüyle katılım payını sürekli arttırdığını görüyoruz. Etibank; maden kömürü, demir cevheri ve kükürtte yüzde yüz oranında, linyit ve kromda ise yüzde ellinin üzerinde katılım payına sahip olmuştur.

İkinci Dünya Savaşı'nın başlaması ve ülkemizde "savaş ekonomisi"nin uygulanmasından ötürü, bu dönemde devlet üretim tesislerine el koymuş, vergiler artmış, fiyat, üretim ve tüketim kontrolleri sıklaştırılmıştır. Ayrıca ithalat ve ihracatın kısıtlanması, yeni tesislerin kurulamaması, başlamış projelerin beklemesi, Millî Korunma Kanununun, Varlık Vergisi Kanunu, Paralı İş Mükellefiyeti gibi tedbirler bu dönemin özelliklerindedir.

#### D- 1945-1960 DÖNEMİ

Savaş sonunda, yakın ilişkiler içinde bulunduğumuz devletlerden, kendi ekonomik çıkarlarına uygun yeni politikaların uygulanması için baskılar yapılmıştır. Bu baskıların büyük bir bölümü, 1947'den itibaren dış, yardım aldığımız, ekonomik bakımdan muhtaç olduğumuz, ayrıca gerek dış politika, gerekse askeri yönden desteğini aradığımız ABD'den gelmiştir.

Bu yargıyı doğrulayan en somut kanıt, "1947 Kalkınma Planı"dır. Plan; haberleşme, ulaştırma başta olmak üzere enerji, demir-çelik ve MADEN sektörlerini içermektedir. Böyle bir planın finansmanı için uzun vadeli dış krediye ihtiyaç duyulacağı göz önüne alındığında, ABD'nin 500 milyon dolarlık kredisi bu planın en önemli kaynağını oluşturmuştur.

Bir yandan içteki ekonomik çıkmazın bir gereği olarak, diğer yandan ABD'nin uyguladığı Marshall Planı'nın etkisiyle dönemin başında yurt içi kaynaklara dayalı kalkınma stratejisine karşılık, dönem sonunda dış kaynaklara bağlı bir kalkınma stratejisi'nin ana çizgileri ortaya çıkmaya başlamıştır. Böylece daha 1950'lere girmeden gerek ekonomik, gerek askeri ve gerekse politik alanda kapitüller nitelikli ayrıcalıkların ya-

bancılara verilmesinin ilk adımları atılmıştır.

1950'lerden sonra iktidara gelen Demokrat Parti (DP), Cumhuriyet Halk Partisi iktidarının son döneminde "1947 Kalkınma Planı"nda saptanan büyük çapta dış kaynaklı kalkınma stratejisinin sınırlarını daha da genişletmiş, böylece dışa bağımlılık sürecini pekiştirmiştir. DP programında "iktisadi hayatta özel teşebbüs ve sermayenin faaliyeti esastır" demek suretiyle tercihlerini açıkça belirtmişlerdir.

15 Mayıs 1951'de Celâl BAYAR'a sunulan Barker raporu dışa bağımlılığı kanıtlayan somut bir belgedir. Milletlerarası İmar ve Kalkınma Bankası (Dünya Bankası)'ile Türk Hükümeti'nin birlikte finanse ettiği bir heyetin hazırladığı bu rapor, 1950'lerde Türkiye'nin bir tarım ülkesi olarak görülmesi istenmesi bakımından düşündürücüdür.

Heyetin "Endüstriyel Kalkınma sahasında"ki önerileri aynen şöyledir: "Endüstriyel inkişaf veya gelişme bakımından en ziyade istikbal vaadeden sahalara, ehemmiyet sırası ile şunlardır.

- Zirai mahsulleri işleyen endüstri zümreleri,
- Hafif makine, madeni eşya ve alet imalatı,
- İnşaat malzemesi,
- Deri işleri,
- Tahta işleri,
- Hafif kimya imalatı,
- Keramik ve çömlekçilik,
- Köy el sanatları,<sup>10</sup>

Her çeşit lüks maddeleri istihlal eden sanayii zümreleri, AĞIR MAKİNA ve MADEN MAMÜLLERİ-AĞIR KİMYA, selüloz ve kağıt endüstrisi bugün için İNKİŞAF ETTİRİLMEMELİ'dir.<sup>11</sup>

Ülkemizin sanayileşme yerine bir tarım ülkesi, gelişmiş ülkelerin tahıl deposu ve hammaddesini karşılayan bir ülke olarak kalmasını isteyen, bu arada "tahta işleri, keramik ve çömlekçilikle" uğraşmasını salık veren Barker Komisyon Raporu'nda, "madencilik faaliyetlerine" ilişkin şu öneriler yer almaktadır.

"1- 1953 senesinden sonra, halihazır yatırım programının neticeleri belli oluncaya kadar Zonguldak kömür havzasının inkişafı için hiç bir taahhüde girilmemelidir.

2- Hususi maden arama ve işletme faaliyetlerine yol açacak bir MADENCİLİK POLİTİKASI kabul edilmelidir. Hükümetin hususi sermayeden grupları petrol araştırma ve işletmelerinden uzak tutma politikası yeniden tetkik edilmesi lazımdır.

3- Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) tarafından yapılan tetkiklerin neticeleri halkın istifadesine açık olmalıdır."

Madencilik alanında "hiçbir taahhüde girilmemesini" özel sektörden yana bir "madencilik politikası"nın kabul edilmesini tavsiye eden Barker Komisyon Raporu, yabancı sermayenin özel sektör yoluyla madenlerimize ve yeraltı kaynaklarımıza kolayca erişmesini sağlamak istemiştir.

Üçüncü öneri ile; özel teşebbüsün ve yabancı sermayenin, pahalı ve riskli olan maden arama aşamasına katılmaksızın, kamunun bu alanda yapacağı harcamaların sonuçlarından yararlanılmak istenmiştir.

Mayıs 1951'de yapılan bu öneri, 1952 yılında MTA Enstitüsü'nce yayımlanan, "Türkiye'de Maden İşletecek Yabancı

Müteşebbisler İçin Tanıtma Bülteni"nde yansımaları bulmaktadır. Adı geçen bültenin hazırlanış gerekçesinde; "... Türkiye'de maden işlerinde çalışmak isteyen sermayedarların ne gibi şartlar ve hükümlere bağlı olacağını ana hatları itibarıyla göstermek ve serbest teşebbüse açık madenlerimiz hakkında toplu bir fikir vermek amacıyla hazırlanan bu broşürün, memleketimizde çalışmak isteyen hâriçteki dostlarımıza faydalı olmasını temenni ederiz." demektedir.

DP, iktidara geldiğinde, Barker Raporu'nun önerileri doğrultusunda yeni yasalar çıkarmıştır. Madencilik alanında o zamana kadar yalnız kamu kuruluşlarının işletilebilen bazı madenler, özel girişimin de arama ve işletmesine açılmış ve özel-kamu girişimine eşit davranılması ilke olarak benimsenmiştir.

1951'de çıkarılan 5821 sayılı Sermaye Yatırımlarını Teşvik Kanunu'nu, 1954 yılında çıkarılan 6309 sayılı Maden Kanunu izlemiştir. Maden Kanunu'nun 13 ve 62. maddelerinde madenlerin devlet eliyle geliştirilmesi esası terkedilerek, özel ve kamu girişimlerinin eşit haklara sahip olacakları belirtilmiştir.

Bu dönemde Demokrat Parti (DP) iktidarının ekonomik politikası doğrultusunda yaptığı yasal değişiklikler sonucu, Cumhuriyet tarihi boyunca süren, kamu kesimi-özel kesim kavgasında özel kesimden yana tavır alınmış ve madencilikte özel kesimin egemen ve öncü olması için gerekli yasal düzenlemelerle birlikte ekonomik destekte sağlanmıştır.

Özel sektörün ön plana çıkarılmak istenmesine karşın, dönemin madencilik sanayinin yapısını ve maden potansiyelini belirlemek amacıyla, ABD tarafından görevlendirilen L. NAHA'nın verdiği raporda madencilikle ilgili rapor etikleri görüşler çarpıcıdır. "Türkiye'de belli başlı bir düzineye yakın maden türünde, üretim yoğunlaşmıştır. Kömür, krom, bakır ve demir bu türlerin önemli olanlarıdır. Maden sanayinin Gayri Safi Milli Hasılaya katkısı halen tarım ve hafif sanayii katkılarına oranla çok azdır. En önemli madenler devlete ait olup, devletçe işletilmektedir. Bunun yanında, özel sektörün madencilikteki hissesi gittikçe artmaktadır. İşletmeler, genellikle küçük ve orta büyüklükte olup, ilkel yöntemlidir. Madenlerin hiçbirisi, gerek büyüklük gerekse üretim yönünden ABD madenleri ile karşılaştırılmayacak kadar küçük çaptadır. Madencilik sanayinin gelişmemesinde, iç nakliyatın pahalılığı, yatırımlar için gerekli döviz rezervlerinin olmaması ve projelere yön verecek esaslı jeolojik bilgilerin yetersizlikleri vb. gibi etkenler söz konusudur.<sup>12</sup> demektedir.

Görüldüğü gibi Hükümetin tüm desteğine rağmen madencilik alanında yine de devlet kuruluşları egemen durumdadırlar.

### E- 1960-1980 DÖNEMİ

27 Mayıs 1960 hareketiyle başlayan yeni dönemde kabul edilen 1961 Anayasa'sı "planlı kalkınmayı öngörmüştür. 1961 Anayasa'sı; ekonomik, sosyal ve kültürel kalkınmanın plana bağlanmasını ve bu kalkınmayı demokratik yollarla gerçekleştirmeyi, yatırımların toplum yararının gerektirdiği önceliklere yöneltilmesini (madde 41 ve 129) emretmektedir. Bu anlamda tabii servetler ve kaynakların devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunduğunu, bunların aranması ve işletilmesi hakkını devlete ait olduğunu, arama ve işletmenin devletin özel teşebbüsle birleşmesi suretiyle veya doğrudan doğruya özel teşebbüs eliyle yapılmasının kanunun açık iznine bağlı olduğunu (madde 130) belirterek ilk kez Anayasa güvencesi altına almıştır.

Doğal kaynaklarla ilgili ilk Anayasa hüküm, 1961 Anayasa'sının "Tabii Servet Kaynaklarının Aranması ve İşletilmesi" kenar başlıklı 130. maddesidir. Bu madde aynen şöyledir:

"Madde 130.- Tabii servetler ve kaynakları, Devletin hüküm ve tasarrufu altındadır. Bunların aranması ve işletilmesi hakkı Devlete aittir. Arama ve İşletmenin Devletin özel teşebbüsle birleşmesi suretiyle veya doğrudan doğruya özel teşebbüs eliyle yapılması, kanunun açık iznine bağlıdır"<sup>13</sup>

Kişi hak ve özgürlükleri alanında getirdiği yeni haklarla birlikte, çağdaş bir demokrasi yaratma yolundaki düzenlemeler, 1961 Anayasa'sının özünü oluşturmaktadır. Yeraltı kaynaklarının devletin "hüküm ve tasarrufu" altına alınması ve bunun bir hüküm olarak Anayasa'da yer alması ilk kez 1961 Anayasa'sı ile mümkün olmuştur. 1961 Anayasa'sının doğal kaynaklarla ilgili 130. maddesinin gerekçesinde "bu madde bugünkü durumun teyidinden ibarettir" diyerek tabii servet ve kaynakların eskiden beri devletin öncülüğünde arandığı ve işletildiğini açık bir şekilde vurgulamıştır.

1961 Anayasa'sı hazırlanırken, Cumhuriyet dönemi boyunca devam eden kamu sektörü-özel sektör tartışması tüm çıplaklığıyla devam etmiştir. Tabii servet ve kaynakların "devletin hüküm ve tasarrufu altına" alınarak, bunların aranması ve işletilmesinde kamuya öncelik verilmesini savunanlarla, tabii servet ve kaynakların sahihsiz şeyler olduğunu, özellikle yeraltı servetlerini bulanların, onları işletmesi gerektiğini, bu konuda devlete bir öncelik verilemeyeceğini, hatta özel sektörün, kamu sektöründen önce gelmesi gerektiğini savunanlar arasındaki uzun tartışmalar Anayasa tasarısının hazırlandığı sıralarda da devam etmiştir.

27 Mayıs hareketinden sonra, devlet kuruluşlarını tekrar gözden geçirilmesi gündeme gelmiş, Amerikan Yardım Komisyonu (AID)nun girişimi ile Türkiye ve Ortadoğu Amme İdaresi Enstitüsü (TODAİE)'nin bu konudaki çalışması "MERKEZİ HÜKÜMET TEŞKİLATI ARAŞTIRMA PROJESİ (MEHTAP) adı altında uygulanmış ve bu raporda belirtilen bazı öneriler uygulama olanağı bulmuştur.

Yürürlükteki maden yasasının tüm girişimleri güvence altına alacak nitelikte olmaması, ayrıca yabancı sermayeyi teşvik edici yasaların, madencilik sanayine yatırım yapmak için yeterli olmaması, yeni bir yasanın çıkartılmasını gerekli kılmıştır. Bu amaçla "Yeni Maden Kanunu Hazırlama Komisyonu" oluşturulmuştur.

Adı geçen komisyon çalışmalarına başladıktan kısa bir süre sonra, Amerikan Yardım Komitesi (AID) Başkanlığının önceden yaptığı tavsiye ve girişimler sonucunda Birleşik Amerika'lı tanınmış maden kanunu uzmanlarından Mr. NORTH CUTT ELY, ülkemize gelmiş ve Maliye Bakanlığı-AID kuruluşu kendisiyle bir kontrat imzalamıştır.

Görevi yüklenen Mr. ELY, madencilik dışında uğraş veren yerli-yabancı madencilik kuruluşlarıca bilinen ve tanınan bir uzmandır. Mr. ELY'nin gerek çalışmaları, gerekse bu çalışmalar sırasında kurduğu ilişkiler ilginçtir. Bu ilişkileri sergileyen birkaç belge üzerinde durmak ta, madenlerimizin kimlerin yararına kullanılmak istendiğinin ve bunun için kimlerin görüşlerine baş vurulduğunu göstermesi bakımından yararlı olacaktır.

Mr. ELY, 10.8.1963 tarihinde, Yeni Maden Kanunu

Hazırlama Komisyonu Başkanlığına yazdığı ve ikinci Kanun tasarısı ile ilgili olan mektubunda kendisini şöyle tanıtmaktadır. "..... uygunsu, kanun üzerinde çalışan Türkler, önerilerinin asıllarını size ve birer kopyalarında bana göndersinler. Yabancı kişi ve kurumlar da önerilerini doğrudan bana gönderiyorlar. Benimle daha rahatlıkla ilişki kurma ve anlaşma olanaklarına sahiptirler." (Ek-1)

Yabancı kişi ve kurumlarla "..... daha RAHATLIKLA ilişki kurma ve anlaşma olanağına sahip" olduğunu belirten ABD'li Mr. ELY, MINING MONSANTO CHEMICAL COMPANY direktörü Mr. G. Donald Emigh'e yazdığı 10.8.1963 tarihli mektubunda yaptığı işi; "Türkiye madenlerini özel sermaye için cazip kılacak bir yasa hazırlıyorum" (Ek- 2). şeklinde ifade etmektedir.

Mr. ELY, International Minerals and Chemical Corporation'a yazdığı 10.8.1963 tarihli mektubunda (Ek - 3 ise) onların önerilerini yerine getirmek için çaba sarfedeceğini belirterek; "..... önce göndermiş olduğum birinci tasarıma zaman ayırıp cevap verdiğiniz için çok memnunuz. İkinci tasarıda ÖNERİLERİNİZİN birçoğunun yer almış olduğunu göreceksiniz" demektedir.

Yabancı şirketlerin de Mr. ELY'den istekleri, eleştirileri ve önerileri vardır. Bunların birinde şöyle denilmektedir.

"..... Bizi ilgilendiren en önemli nokta, devlet adına arama yapan (MTA gibi) kuruluşlarla rekabettir. .... Burada özel girişimciyi korumanın tek yolu ruhsatların uygun büyüklükte bir alan içine alacak şekilde güvence altına alınmasıdır." (Ek - 4) (NEWMONT MINING CORPORATION'un İkinci Kanun Tasarısına İlişkin Mr. ELY'e yazdığı 12.9.1963 tarihli mektup.)

Şimdi de başka bir belgeye değinelim. Belgede de görüleceği gibi, yabancı şirketler ya da tekeller birtakım koşulların gerçekleşmiş olmasını Mr. ELY'den istemektedirler.

COVE BARIUM CORPORATION'ın İkinci kanun Tasarısına İlişkin Mr. ELY'e yazdığı 28.8.1963 tarihli mektup-da bunlardan biri. Bu mektupta;

" Bir Amerikan firmasının, yabancı bir ülkenin maden ekonomisi ve yatırımları hakkında göz önünde bulunduracağı en önemli hususlardan biri, o ülkedeki istihkak ve gelirin saptanmasıdır. Yatırım sermayesinden vergiler çıktıktan sonra elde edilecek kârın uygun olup-olmadığının sizce incelenmiş olduğuna eminiz. Bazı ülkeler, yabancı firmaların maden yataklarına sahip olmalarını, maden işletme imtiyazını almalarını ve uzun süreli kiralama yoluyla işletmede bulunmalarını kendi yasalarıyla yasaklamışlardır. BU DURUMLARDAN HERHANGİ BİRİYLE KARŞILAŞILDIĞI ZAMAN UYGULANMASI GEREKEN YÖNTEM; YERLİ BİR FIRmayı TAMAMEN veya KISMEN ELDE ETMEK YA DA SIKI İŞBİRLİĞİ KURMAK SURETİYLE KÂR TRANSFERİ SAĞLAMAKTIR.

Yakın zamanda firmamızın temsilcilerinden birisi Türkiye'ye giderek maden yatakları ve rezervlerini inceleyecektir." (Ek - 5). demektedir.

Yoruma yer verilecek açıklıkta olan bu belgelerden de görüleceği gibi, hazırlamak istenen yasa tamamen iç ve dış madencilik tekellerinin istekleri doğrultusundadır. Bu tasarı yabancıların madenlerimizi ve maden kanunumuzu nasıl görmek istediklerinin en belirgin bir kanıtıdır.

Ancak o günlerde Avrupa Topluluğu (AT) girme yönündeki görüşlerin ağır basması, tasarının yabancı ser-

mayeye açıkca büyük ayrıcalıklar veren hükümler içermesi ve teknik yönden Türkiye'de uygulama olanağının bulunmaması gibi nedenlerden ötürü, tasarı yasallaşma olanağı bulamamıştır.

Planlı dönemle birlikte, doğal kaynakların yurt ekonomisi ve sanayinin ihtiyacına uygun bir şekilde işletilmesi için ve ilgili kuruluşlar arasındaki ilişkilerin düzenlenmesi, koordinasyonu ve bu alanda belirgin bir politikanın izlenmesi amacıyla 4951 sayılı yasaya dayanılarak, 25.12.1963 tarih ve 4-400 sayılı Cumhurbaşkanlığı onayı ile ENERJİ ve TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI kurulmuştur.

Bakanlık; genel olarak yurdumuzun maden, petrol, su ve enerji gibi doğal kaynaklarının sanayii ihtiyaçlarına ve kamu yararına uygun bir şekilde yetiştirilmesi'ni, işletilmesini ve kullanılmasını sağlamak amacıyla doğal kaynakların modern teknik gereklere ve ekonomik anlayışa uygun bir şekilde araştırılması, geliştirilmesi, işletilip üretilmesi, değerlendirilmesi, dağıtımı ve kontrolü ile tabii kaynakların korunması için plan, program ve projeler hazırlamak ve bu projelerin gerçekleşmesini sağlamakla görevlendirilmiştir.

Dönem içinde Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1963-67) uygulamaya konulduğunda maden üretiminin % 75'i kamu kuruluşlarına karşılanmasına karşın ancak % 25'i özel sektör tarafından karşılanabilmektedir. Yine bu dönem içinde özel sektör için yeni teşvik tedbirleri uygulanmışsa da, madencilikte risk unsurunun yüksek olması, ileri teknoloji ve büyük sermaye gerektirmesi gibi faktörlerden ötürü, bu alan özel sektör için cazip olmamıştır. Çünkü madencilik kısa sürede yüksek oranda kâr getiren bir girişim alanı değildir.

Nitekim, özel sektörün yaptığı tüm yatırımlar içinde madencilik payı 1963'te % 1.7 iken, 1975'te bu oran % 0.6'ya düşmüş ve 1980 yılında bu düzeylerde kalmıştır.

Yine madencilik alanına yapılan tüm yatırımlarda sektörün katkısı 1973'te % 11.8 iken, bu oran 1976'da % 5.6'ya ve 1980'de ise % 4.9'a düşmüştür.

12 Mart Muhtırasından sonra işbaşına gelen hükümetler madencilik alanında da bazı REFORM hareketlerine girişmişlerdir. Bu amaçla, devlete öncelik hakkı veren, yabancı sermayenin madencilik sektörüne girmesini engelleyen ve boraks ile linyit madenlerinin devlet eliyle işletilmesini öngören 1713 sayılı "Maden Reformu Kanunu" çıkarılmıştır. Ancak bu Yasa Cumhurbaşkanı tarafından veto edildiği için yürürlüğe girmemiştir. Kamuoyunda oluşan beklentileri karşılamak üzere 7.5.1975 tarihinde kabul edilen 1895 sayılı "Devletçe İşletilecek Madenler Üzerindeki Hakların Geri Alınması ve Hak Sahiplerine Ödenecek Tazminat Hakkında Kanun" yürürlüğe girmiş, ancak bu Kanunda Anayasa Mahkemesinin 5.2.1976 gün, E: 1976/5, K: 1976/7 sayılı kararıyla biçim yönünden iptal edilmiştir.

Daha sonraları, 1930'lardaki devletleştirme-millileştirme hareketine benzer, ancak daha küçük çaplı bir hamle, 1979 yılında Ecevit Hükümeti tarafından gerçekleştirilmiştir.

1970'li yıllarla birlikte Türkiye'de giderek artan bir oranda enerji sorunu gündeme gelmiştir. Enerji gereksinimi yurt dışından, özellikle Bulgaristan ve Sovyetler Birliği'nden temin edilmeye çalışılmıştır. Soruna köklü bir çözüm getirebilmek için termik santralleri (Soma, Çan, Yatağan, Elbistan .... vb.) kurmak gerekmiş, ancak bu santrallerde kullanılacak olan linyitler, hem yeterli miktarda olmayıp, hem de özel şahısların dene-

timinde bulunmaktaydı.

Bor madenlerinde ise; dünya rezervlerinin yaklaşık üçte ikisini elinde bulunduran ülkemiz, bu madende yeterince yararlanamıyor, dünya ticaretinde etkili olamıyordu. Zira özel sektörün elinde bulunan sahalara, "en kısa zamanda en yüksek kâr" anlayışıyla işletiliyor, ekonomik bir şekilde değerlendirilemiyordu. Dahası birbirlerine karşı fiyat kırarak borun tonunu, 1976-77 yıllarında 50-75 dolara kadar indirerek, bu milli servetimizi adeta yabancılara yok pahasına satıyorlardı. Aralarındaki rekabetten ötürü, günümüzde 375 dolardan satılan borun tonunun 17 dolara kadar düşürüldüğü göz önüne alınırsa, dünya piyasalarında Türk bor ihracaatının kendi aralarında yaptığı olumsuz rekabeti ortadan kaldırmanın ve yeraltı değerlerimizi israf etmeden ekonomiye kazandırmanın yolunun, dış pazara tek kaynaktan girmek olduğu gerçeği daha rahatlıkla görülebilir.

Aynı şekilde ülkedeki demir-çelik fabrikalarının artan ihtiyacı karşılamak ve demirde dışa bağımlılığı azaltmak için 4 Ekim 1978 tarihinde çıkarılan 2172 sayılı yasayla, kömür, demir, bor tuzları magnezit ve asfaltit devletleştirilmiştir.

Madencilik alanında süren kamu-özel sektör kavgasında Ecevit Hükümeti zamanında kamu çıkarı ön planda tutulmuştur. Ancak kamu-özel sektör kavgası bununla bitmiş değildir. Liberal görüşlü, o günkü Ana muhalefet partisi olan Adalet Partisi (AP), bu yasanın iptal edilmesi isteğiyle Anayasa Mahkemesine başvurmuştur. Başvurusunda; 4.10.1978 gün ve 2172 sayılı "Devletçe İşletilecek Madenler Hakkında Kanun"un Anayasa'ya biçim ve öz yönünden aykırı olduğunu ileri sürerek iptalini istemiştir.

Anayasa Mahkemesi adı geçen başvuru ile ilgili olarak 21.6.1979 günkü oturumunda aldığı E: 1979/1, K: 1979/30 sayılı karara, yasanın biçim yönünden Anayasaya aykırı olmadığına oybirliğiyle; yine yasanın öz yönünde Anayasa'ya aykırı olmadığına ve iptal isteminin reddine oyçokluğuyla karar vermiştir.<sup>14</sup>

Özel sektörün madencilik yatırımlarının, tüm özel sektör yatırımları içindeki payının 1963'te % 1.7 olan değerinin 1979'da % 0.97'ye düşmesi, bu devletleştirme yasasıyla açıklanmaya çalışılmışsa da, 1975 yılında özel sektör yatırımları içinde madencilik payının daha düşük (% 0.6) düzeyde olduğu, toplam 927 saha arasında, devletleştirilen saha adedinin 178 olduğu (Bkz. Çizelge: 6) gözönüne alınırsa, bu varsayımın doğru olmadığı kendiliğinden görülür.

Çizelge: 6- Devletleştirme Kapsamındaki Madenler.

Madenin Cinsi	Saha Adedi	1978 Yılı içinde Çalışılan Saha Sayısı	1979 Yılında Devralman Saha Sayısı
Bor tuzu	47	9	9
Asfaltit	49	2	6
Linyit	550	75	79
Demir	267	30	84
<b>TOPLAM</b>	<b>913</b>	<b>116</b>	<b>178</b>

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yayınları, 1979

Bu dönemde çıkarları bozulan sermaye grupları, Cumhuriyet tarihinde ilk defa görülen "Paralı ilanlarla" Hükümet aleyhinde bir kampanya başlatmışlardır. Bu kampanyada devletleştirme yasasından zarar gören madencilerde yerlerini almışlardır.

#### F- 1980 ve SONRASI DÖNEM

24 Ocak kararları olarak adlandırılan yeni ekonomi politikası ile birlikte, madencilik politikası da değişmiştir. Devletleştirme ve kamuya öncelik tanıyan politika bırakılarak yeniden özel sektöre öncelik tanıyan politikalar benimsenmiştir.

12 Eylül darbesinden sonra, 7 Kasım 1982 yılında kabul edilen 1982 Anayasa'sında, 1961 Anayasa'sında olduğu gibi tabii servetler ve kaynaklarla ilgili hüküm, benzer şekilde yer almıştır.

1982 Anayasa'sının "Tabii Servetlerin ve Kaynakların Aranması ve İşletilmesi" kenar başlıklı 168. maddesi şöyledir;

"Madde 168.- Tabii servetler ve kaynaklar Devletin hüküm ve tasarrufu altındadır. Bunların aranması ve işletilmesi hakkı Devlete aittir. Devlet bu hakkını belli bir süre için, gerçek ve tüzel kişilere devredebilir. Hangi tabii servet kaynağının arama ve işletmesinin Devletin gerçek ve tüzel kişilerle ortak olarak veya doğrudan gerçek ve tüzel kişiler eliyle yapılması, kanunun açık iznine bağlıdır. Bu durumda gerçek ve tüzel kişilerin uyması gereken şartlar ve Devletçe yapılacak gözetim, denetim usul ve esasları ve müeyyideler kanunda gösterilir."<sup>15</sup>

12 Eylül'den sonra seçimle değil atamayla oluşturulan Danışma Meclisi'nde 1982 Anayasa tasarılarının doğal kaynaklarla ilgili maddesi görüşülürken, özellikle yeraltı kaynaklarına sahip olma mücadelesi yine sürmüş ve tartışmalar tutanaklara da yansımıştır.

Özel sektöre öncelik tanıyan 24 Ocak felsefesi doğrultusunda, 2172 sayılı "Devletçe İşletilecek Madenler Hakkında Kanun" yürürlükten kaldırılmıştır. 13 Haziran 1983 tarih ve 2840 sayılı yasa ile 2172 sayılı yasa iptal edilmekle kalmamış, "evvelce kamulaştırılan maden sahalalarının eski sahiplerine iadesi"de kararlaştırılmıştır.<sup>16</sup>

Aynı yasayla; bortuzları, trona (doğal soda), asfaltit uranyum ve toryum madenlerinin aranması ve işletmesinin devlet eliyle olacağı, bu madenler için 6309 sayılı Maden Kanunu gereğince gerçek ve özel tüzel kişilere verilmiş olan ruhsatların iptal edildiği hükme bağlanmıştır. Kömür ve demir madenlerinin arama ve işletilmesi eskiden olduğu gibi serbest bırakılmıştır.

6309 sayılı yasanın günün koşullarını elvermemesi, 1961 ve 1982 Anayasa'larıyla çelişen hükümler içermesi ve maden arama ve işletmesinde verimliliği etkileyen bir çok hükümlerin bulunması, yeni bir yasayı gerekli kılmıştır. Bu amaçla 15.6.1985 tarih ve 3213 sayılı bir Maden Yasası çıkartılmıştır.<sup>17</sup>

Yeni yasayla beyan usulü, otokontrol, teşvik tedbirleri, madencilik fonu, ihbar ve buluculuk hakkı, düşen ve terkedilen sahalaların otomatik olarak aramalara açılması, arama dönemlerinde faaliyetlerin uzman mühendislerce belirli sürelerde rapor edilmesi gibi yeni uygulamalar getirilmiştir.

Yeni yasanın bu olumlu yanları yanında olumsuz yanları da vardır. Bu olumsuzlukların en önemlisi, 2840 sayılı yasa gereğince, sadece kamu kuruluşlarınca işletilebilen, stratejik

EK-I

EK-II

ELY, DUNCAN AND BENNETT

COUNSELLORS AT LAW  
TOWER BUILDING  
WASHINGTON 5, D. C.

NORTHCUTT ELY  
C. EMERSON DUNCAN, II  
ELMER J. BENNETT  
HAROLD C. MUMF  
DAVID BOOTH BEARS

TELEPHONE  
METROPOLITAN 2-8474  
TELETYPE 202-965-0708

LETTER A

Ankara, Turkey  
August 10, 1963

Ankara, Turkey  
August 10, 1963

Hon. Becat Firuz  
Director General, T.K.I.,  
Etibank Building  
Ankara

Dear Mr. Firuz:

I am sending you with this letter twenty-five copies of my second draft of a Turkish Mining Code. Mr. Ferderer will have additional copies if you need them.

I am enclosing also a list of those to whom I am mailing copies direct, together with copies of my letters of transmittal. As you will note, I am asking all Turks to send the original of their comments to you, with copies to me, if they care to send me one. I am asking foreign companies to send their comments directly to me, feeling that they would probably speak more freely if they were corresponding informally with me than if they were asked to go on record to a Government official, but I will see that you are informed about their responses.

I will write you separately about the translation problem.

It has been a great pleasure, as always, to work with you, and I look forward to seeing you again in late September.

Please thank Minister Çelikbaş for all the courtesies that His Excellency has shown me.

With kindest personal regards,

Faithfully yours,

*Northcutt Ely*  
Northcutt Ely

Mr. G. Donald Emigh  
Director of Mining  
Monsanto Chemical Company  
80 North Lindberg Boulevard  
St. Louis 66, Missouri

Dear Mr. Emigh:

At the suggestion of the Turkish Mining Assistance Commission I am sending you my second draft of a proposed new Mining Code for the Republic of Turkey.

I will appreciate it greatly if you can spare the time to review and comment on this draft. The effort is to write a statute that will make mining development in Turkey attractive to private capital, under terms that properly protect national interests.

Will you please forward me your comments, at your convenience, to my Washington address. I am returning to Turkey in September.

With appreciation, I am,

Sincerely,

Northcutt Ely

EK-III

Ankara, Turkey

August 10, 1963

Mr. Fredrick C. Kruger  
International Minerals & Chemical Corporation  
Old Orchard Road  
Skokie, Illinois

Dear Mr. Kruger:

I am taking the liberty of sending you a copy of my second draft of a proposed mining law for Turkey.

I greatly appreciated the time and attention you gave to reviewing, and preparing comments on, my first draft. You will see many of your points reflected in the second. Where they are not, it does not indicate disagreement with your recommendations, but a decision, after conference with Turkish officials, to test the approach that you will see in the current draft. So also with some material I have discarded.

If I can impose on you once more, I will be most grateful for your further suggestions.

Sincerely,

Northcutt Ely

öneme sahip bor, trona, asfaltit, uranyum ve toryum madenlerinin aranması ve işletilmesi hakkının yeni yasanın yürürlüğe girmesiyle birlikte özel ve tüzel kişiliğe sahip kuruluşlara da tanınmış olmasıdır.

Özel sektör yoluyla, yabancı sermayenin bor, trona, uranyum ve toryum gibi ülkemiz açısından stratejik öneme sahip madenleri işletmesi, ulusal ekonomi, savunma ve güvenlik açısından son derece sakıncalı bir durumdur.

24 Ocak kararlarıyla ekonomik, 12 Eylül hareketiyle siyasi temelleri atılan 1980 sonrası liberal dönemin anlayışına uygun olarak, madencilik sektöründe de öncelik kamudan alınarak, özel sektöre verilmeye ya da kamu sektörü ile özel sektör eşit hale getirilmeye çalışılmıştır. Madencilik alanında bunun yasal dayanakları 3213 sayılı yasa ile oluşturulmuştur.

15.6.1985 tarih ve 3213 sayılı yasa ile kamu kuruluşlarıncı işletilen madenlerde dahil olmak üzere tüm madenler özel sektörün arama ve işletmesine açılmış, bu alanda bazı madenler üzerindeki devlet tekeline son verilmiştir. Bu işlemin ülke yararıyla bağdaşmadığı Anayasa'ya aykırı olduğu gerekçesiyle, 3213 sayılı yasanın bazı maddelerinin iptal edilmesi istemiyle Sosyaldemokrat Halkçı Parti tarafından, Anayasa Mahkemesi'ne dava açılmıştır.

SHP tarafından açılan iptal davasında dört ayrı iptal nedeni ileri sürülmüştür. Bu dört neden sırasıyla, iptali istenen yasanın, "... tüm madenlerin özel sektöre aranması ve

CASE	.....
FILE NO.	.....
DATE	SEP-13-1963
TO	.....
REPLY	.....

September 12, 1963

2. I would recommend elimination of section (3) of Article 403 because it gives power to a Directorate to decide when "commercial" production has been reached. Aside from the fact that this is not a sufficient standard (i.e., volume alone may be meaningless if uneconomic during low metal price cycles), it seems unnecessary, considering that the exploration licenses have a maximum life of only 4 years. While national interest is not served by indefinite land "freezing" under renewed licenses, your draft has precluded this by the 4 year period, all of which may well be needed for rational development of a discovery. Here again, the virtue of "minimum commitments" becomes apparent. If it costs to hold land without work (penalty to Government), proper inducement will exist to maintain a reasonably sustained effort and a bureau's decision as to exploitation is not unilaterally imposed.

Corresponding modifications would have to be made in Article 408.

3. In Article 402 (a), the last word of the introductory paragraph should perhaps be changed from "concession" to "license".

4. In Article 502(5), in addition to "store, carry away, use or sell", the right to "mill, smelt or otherwise treat the ore and to sell, ship or export such ore or products", should be worked in, notwithstanding recognition of these rights under Article 601.

5. Under Article 811, I wonder if provision cannot be made for assignment without approval to a subsidiary where ALMOST all the capital stock is owned (remember corporate law requirements of qualifying or guarantee shares of directors) and assignment to a parent company. Also, should not assignments resulting from mergers and reorganization be treated differently?

There are, as Carroll points out, some typographical and minor language changes which might be made, but I leave these for later, hoping that the substantive points mentioned above will be of more immediate interest to you.

Yours sincerely,

*Jacques L. Leroy*  
Jacques L. Leroy

JLL:MJH

işletilmesi hususunu" hüküm altına alması, "kanunla düzenlenmesi gerekli birçok konuları yönetmeliklere bırakması", "..... borçların her yıl bütçe kanunlarında ..... yeniden tespit edileceği ilkesini getirmesi" ve " ..... yeminli Teknik Bürolar kurulmasını (öngör)mesi"dir.

Anayasa Mahkemesi 24.12.1986 tarihinde, E. 1985/20, Kb 1986/30 sayılı kararında; 15.6.1985 günlü 3213 sayılı maden Kanunu'nun "yeminli Teknik Büroların" kuruluşu yetki alanları ve sorumlulukları başlıklı 43. maddesinin ve kanunda geçen deyimlerin açıklanması ile ilgili 3. maddesinin "yeminli Teknik Büro" tanımına ilişkin hükmünün Anayasa'ya aykırı olduğuna ve iptaline oybirliğiyle; 1., 2. maddeleriyle 3. maddesinin "Yeminli Teknik Büro" tanımı dışındaki hükümlerini 3., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 13., 14., 15., 16., 17., 18., 19., 20., 22., 24., 25., 26., 27., 28., 29., 30. maddelerinin 31. maddesinin ikinci, 34. maddesinin üçüncü fıkrası ile 36. maddesinin üçüncü fıkrasının son cümlesinin, 49. ve 50. maddelerinin, geçici 2. maddesinin altıncı ve geçici 7. maddesinin Anayasa'ya aykırı olmadığına ve iptal isteminin reddine oyçokluğuyla karar vermiştir.<sup>18</sup>

Henüz 1985 yılında çıkartılan ve madencilik alanında yenilikler getirmek ve bürokratik işleri azaltmak amacıyla hazırlanan 3213 sayılı yasa beş yıl içinde "eskimiş", yeni olumsuzlukların kaynağı olmuştur. Meslek kuruluşlarının ve uzman kişilerin görüşleri alınmadan alelacele çıkartılan bu yasanın 39. maddesini değiştiren yeni bir taslak üzerinde çalışılmaktadır.

Northcutt Ely, Esq.  
Ely, Duncan and Bennett  
Tower Building  
Washington 5, D. C.

Dear Mr. Ely:

DRAFT--TURKISH MINING CODE

With regrets for the delay in answering your letter of August 10th, I enclose a memorandum by your friend Carroll Searls, to which I might add the following:

1. The degree of attractiveness of the Code will depend, in part, on two apparently minor but important factors, namely, (a) the reasonableness of the fees to be charged for the various types of rights available, and (b) whether the number and size of concessions obtainable will likewise be reasonably adapted to natural occurrences of mineralization.

As to the fees, particularly since they are tied to the acreage, care should be taken not to make them so burdensome that they will either appear as a revenue (tax) scheme or will render the aggregate cost of exploration too large. In this connection, if the Government is indeed looking for a stimulus to exploration, it might be well advised to consider substituting a reasonable minimum expenditure commitment in place of fees and provide that if not spent during the term, the difference is payable to the Government as a penalty before a renewal may be secured. This way, both private and national interests would be served best.

As for the area, what concerns us most is the potential competition by Government-owned companies (i.e., M.T.A.). Partly from past experience, we think this creates problems, particularly where power is reserved to withdraw areas from private activity. The fear would be that following a primary discovery, adjoining land where, as Carroll well explained, extensions could be expected, might suddenly be withdrawn. The only protection of the private operator here would be the opportunity (if not the right), to secure by renewal of permits or concessions, reasonable acreage.

## CUMHURİYET DÖNEMİ MADENCİLİĞİNİN GENEL DEĞERLENDİRİLMESİ

Cumhuriyetin ilanından sonra, geçirilen on yıllık "özel girişimi özendirme politikasının" başarısız olmasını, Lozan Barış Görüşmelerinin bağlayıcı olumsuz etkilerine ve 1929 ekonomik buhranının devletçi politikaların uygulandığı ülkeleri fazla etkilememesi gibi, etmenlere bağlamak olanaklıdır. Bundan dolayı çoğu alanlarda olduğu gibi, 1935'ler Türkiye'sinde madencilik alanında da "devletçi" bir politikanın izlenmesi gerekmiştir.

Nihayet 1933-40 döneminin en önemli özelliği, günümüze dek gelen birçok maden işletme ve kuruluşlarının bu dönemde devletçe kurulmuş olmasıdır. Dönem içinde uygulanan Birinci Beş Yıllık Sanayii Planında (BBYSP) madencilik toplam yatırımları içindeki payı % 26.9 oranında; İkinci Beş Yıllık Sanayii Planında ise (IBYSP) daha da artarak, toplam yatırımların % 40'i gibi büyük bir değere ulaşmıştır. Denilebilir ki planın madencilik bölümü dışındaki kısımları uygulama olanağı bulamamış, madencilik alanında olumlu bir politika izlenmiş, bu sektörden ayrılan büyük kaynaklar ve yapılan yatırımlardan dolayı başarılı sonuçlar alınmıştır.

İkinci Dünya Savaşı'nın başlamasıyla birlikte ülkemiz savaşın dışında kalmışsa da, 1940-45 yılları arasında uygulanan ekonomik politika, bir SAVAŞ EKONOMİSİ niteliğinde olup üretim büyük oranda yavaşlamış, ekonomi de büyüme şöyle dursun, küçümsenmeyecek üretim gerilemeleri olmuştur. Bu gerileme, madencilik alanının bazı kesimlerinde belirgin bir şekilde görülmüştür.

EK-V-2

MAGNET COVE BARIUM CORPORATION

Mr. Northcutt Ely

-2-

August 28, 1963

In reviewing the proposed new Mining Code we have several comments which we desire to submit for your consideration.

Article 407, Section (a), provides for an initial term of two years as to an exploration license, and for a right of renewal for two successive terms of one year each, making a total of four years. Section (f) provides that an application for a mining concession may be submitted at any time, and further provides that if such an application for a mining concession is filed, the exploration license shall continue in good standing with respect to the area for which a mining concession is sought, notwithstanding the expiration of the term of the exploration license, until final action is taken on the application for a mining concession. However, Section (g) provides that an exploration license shall terminate "in any event" four years after its issuance.

We are a little in the dark as to what is intended. For example, if the holder of an exploration license obtains all renewals, the term is a maximum of four years. If such holder makes a discovery and decides, thirty days before the expiration of the four year period, to file application for a mining concession and does file the same, but no action has been taken on the application as of the expiration of the four year period, does the exploration license continue in force until final action is taken on the application? We would certainly recommend that this point be made clear; that any holder should be able to file an application for a mining concession at any time before his exploration permit expires; and that filing of such an application should automatically extend the exploration license until final action is taken on the application for a mining concession, notwithstanding the intervening expiration of the four year period. Otherwise, the holder of an exploration permit would be forced to file application well in advance of the expiration of the four year period and even then would not be sure of holding his rights since he could not know what period might elapse before final action would be taken.

Article 602 defines construction materials as "rock, gravel, sand or earth used directly or after crushing as components in construction, and produced by means of quarries or open pits." It affirmatively states that the term "does not include raw materials, such as limestone, that are processed into products, such as cement, that are thereafter used in construction, even though such raw materials are quarried."

We mine bentonite and attapulgit, both being clays found near the surface, with the result that mining is by open pit methods. We have encountered problems as to whether these clays are minerals in a deed reservation of oil, gas and all other minerals. Both bentonite

1950'ler de iktidara gelen liberal görüşlü Demokrat Parti (DP), madencilik alanında, o zamana kadar sadece kamu kuruluşlarının etkin oldukları madencilik alanlarını özel girişime de açmış ve özel girişimle, kamu girişimine eşit davranılmasını ilke olarak benimsemiştir. Bu politikanın gereği olarak 1951 yılında çıkarılan 5821 sayılı Sermaye Yatırımlarını Teşvik Kanunu'nu, 1954'te çıkarılan 6309 sayılı Maden Kanunu izlemiştir. Adı geçen Maden Kanunu'nun 13 ve 62. maddelerinde, madenlerin Devlet eliyle geliştirilmesi esası bırakılarak özel ve kamuya ait girişimlerin eşit haklara sahip olacakları hükme bağlanmıştır.

27 Mayıs 1960'da gerçekleştirilen harekattan sonra kabul edilen 1961 Anayasa'sı, planlı kalkınmayı öngörmüş, "Tabii servet ve kaynakların Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunduğunu, bunların aranması ve işletilmesi hakkının Devlete ait olduğunu, arama ve işletmenin Devletin özel teşebbüsle birleşmesi suretiyle veya doğrudan doğruya özel teşebbüs eliyle yapılmasının açık iznine bağlı olduğu" (madde 130.) ilk kez Anayasal düzeyde güvence altına almıştır.

Planlı dönemle birlikte madencilik alanında tamamen kamuya ağırlık veren bir politika izlenmiş, hatta 1978 yılında Ecevit Hükümeti zamanında çıkartılan 2172 sayılı yasayla,

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ - MAYIS 1991

EK-V-1

MAGNET COVE BARIUM CORPORATION  
-ONE OF THE GREATER INDUSTRIES-  
P. O. BOX 8804  
HOUSTON 5, TEXAS

WARD R. CASE, JR.  
SECRETARY  
LEGAL COUNSEL

CASE	.....
FILE NO.	.....
DATE	Aug 28 - 1963
TO	.....
REPLY	.....

August 28, 1963

Mr. Northcutt Ely  
Ely, Duncan and Bennett  
Tower Building  
Washington 5, D. C.

Dear Mr. Ely:

Your letter of August 10, 1963 addressed to Mr. L. M. Hermes, Jr., enclosing a copy of your second draft of a proposed new Mining Code for the Republic of Turkey, has been referred to me.

We appreciate the opportunity to review and comment on the proposed Mining Code. We are favorably impressed with this document and believe it is certainly a step in the right direction, assuming as we have that the Republic of Turkey desires to attract foreign risk capital to develop mineral deposits.

One of the most important considerations in a study of the economics of a foreign mining venture by an American corporation is the matter of the depletion allowance under the Internal Revenue Code. We are sure you are well aware of the fact that this one item can and many times does make the difference between favorable and unfavorable after tax return on invested capital. Several countries have laws under which a foreign corporation is prohibited from owning lands, mineral concessions or even leases on mineral deposits. In some of these cases the procedure is to organize a local corporation as a wholly owned or partially owned subsidiary or affiliate. In each case the depletion allowance goes out the window. We are pleased to note that Article 107, Section (a)(4), provides in substance that mineral rights may be acquired by a foreign person or corporation which shall qualify under the Foreign Investment Law.

We have not seen the Foreign Investment Law but assume that an American corporation can qualify. If you can send us a copy of the Foreign Investment Law, or give us some indication of the substance of the pertinent parts, it will be appreciated. Incidentally, this is something more than a passing interest as personnel of one of our foreign affiliates have recently indicated an interest in a potential mineral deposit in the Republic of Turkey and may visit the area in the near future.

kömür, demir, bor tuzları, magnezit ve asfaltit devletleştirilmiştir. Bu devletleştirme hareketinden sonra, özel sektörün madencilik yatırımları içindeki payı, 1979 yılında % 0.97'ye düşmüştür.

24 Ocak 1980'de kabul edilen ve "24 ocak istikrar Tedbirleri" olarak adlandırılan yeni ekonomi politikası ile birlikte, devletleştirme ve kamuya öncelik tanıyan politika bırakılarak, özel girişim ve kamu girişiminin madencilik alanında eşit haklara sahip olduğu ilkesi benimsenmiştir.

Özetle, Cumhuriyetin ilk on yılı hariç tutulursa, 1950 yılına kadar izlenen kamu ağırlıklı madencilik politikasına yasal anlamda 1954 yılında çıkarılan 6309 sayılı yasayla son verilmiş, kamu sektörü kadar özel sektöre de aynı haklar tanınmıştır. Bu politika III. Ecevit hükümeti zamanında çıkartılan ve stratejik öneme sahip madenlerin devletleştirildiği 2172 sayılı yasanın yürürlüğe girdiği zamana kadar devam etmiştir. Bu yasayla izlenen kamu ağırlıklı madencilik politikasına, 2840 sayılı yasayla son verilmiştir. Adı geçen 2840 sayılı yasayla bor tuzu, trona, asfaltit, magnezit, uranyum ve toryum devlet tekelinde bırakılarak diğer alanlar özel sektörün aramalarına açılmıştır. En son yürürlüğe konan ve günümüzde de yürürlükte olan 15.6.1985 tarih ve 3213 sayılı

Mr. Northcutt Ely

-4-

August 28, 1963

value of the land plus twice the value of the improvements. In the event of such acquisition of land and improvements, we see no reason why title thereto should revert to the original owner. A mining operation could go along for twenty years or more until the mineral deposit was exhausted. We feel that the mine owner should then be able to salvage everything possible, including any investment in land and improvements. On the other hand, we see no reason why the title to land should revert some twenty years or more after the owner was paid the value plus twice the value of the improvements. Of course, the reversion provision is proper as to easements and rights of way, except that the owner of the mineral concession should have the use for some additional reasonable period as necessary for removal of machinery, equipment and other property from the area covered by the mining concession.

Article 902 provides for a royalty calculated by taking a percentage of the value of all ore produced and shipped. Section (b) is apparently intended to provide for calculation of value based on past years sales f.o.b. major centers of use or export, less a freight deduction. We would suggest that the royalty be based on value f.o.b. the mine and that not only freight but handling charges and other costs of getting the material from mine to point of sale be allowed on a deduction. Section (c) brings up a real problem. In the first place, not only freight but handling charges and other costs of moving the material from mine to point of use or port of export should be allowed as a deduction in the same manner as in our suggestion as to Section (b) so that true value f.o.b. mine is determined. The second problem is the question of what is the "open-market value" when the mineral is used or transformed into another product by the concessionaire, or by a concern owned or controlled by the concessionaire or by those who own or control the concessionaire. For example, one of our principal products is barite (barium sulphate) and this is a non-metallic mineral which does not have an established open market such as the market for silver, lead, zinc, etc. If we should sometime mine barite in the Republic of Turkey in all probability it would be shipped to the United States in crude form, then ground and bagged, or ground and sold in bulk. The principal reason for importing crude barite is that the import duty is substantially less than on ground barite. You can find a price (or value) for barite in the Engineering & Mining Journal but it is usually not realistic. You can find records of the price at which crude barite was sold in several countries, but usually the quality is not known. We have at times purchased low grade barite for blending with high quality material as we thereby come out with a greater quantity of barite that can be used, whereas the low quality material could not be used at all without blending.

yasayla da tüm alanlar özel sektörün arama ve işletmesine açılmış, madencilik alanında, bazı madanlerde devlete tanınan öncelik hakkı ya da devlet tekeli ortadan kaldırılmıştır.

Görülüyor ki; Cumhuriyetin kuruluşundan bu yana, iktidarda bulunan siyasi kadroların politik tercihleri doğrultusunda, kimi zaman kamu girişimciliği tercih edilirken, kimi zaman da özel girişim-kamu girişimi eşitliği benimsenmiş, kimi zaman da özel girişimin madenciliğin tüm alanlarına girmesi benimsenerek, özel girişim ön plana çıkartılmaya çalışılmıştır.

Madencilik alanında kısa zamanda birçok değişikliklerin yapılması, hükümet programlarında madencilige oldukça farklı yaklaşımlarda bulunulması devletin kalıcı ve sağlıklı bir MADENCİLİK POLİTİKASI'nın olmadığını en belirgin bir kanıttır.

Cumhuriyet dönemi boyunca madencilikle ilgili değişik tarihlerde beş maden yasası yürürlükte kalmıştır. Bu da madencilik düzenlemelerinde bir istikrarsızlığın olduğunun başka bir kanıtıdır.

Tüm bunlar, devletin madencilik alanında belirgin, kalıcı bir POLİTİKASI'nın olmadığını göstergesidir.

Tüketildiğinde yerine yenisinin konulabileceği ormanlar konusunda devletin ötedenbire izlediği belirgin bir politi-

Mr. Northcutt Ely

-3-

August 28, 1963

and attapulgite have a number of uses. The processing after mining usually consists of drying and grinding to size required for the use intended, although in some cases chemicals are mixed with the clay during the course of the grinding and drying process. There may be no problem as to bentonite and attapulgite as they are not used as construction materials. However, we can anticipate problems as to limestone rock. A limestone producer might sell rock both for manufacturing of cement and for use as a construction material, e.g., as an aggregate in making concrete. Another example is sand, which might be used in glass making, on the one hand, as a construction material on the other. The same mining company might sell for both end uses. It does not appear to us to be practical to say that the ownership of such things as limestone, sand, and perhaps some types of clays is in the surface owner, if used for construction materials, whereas the ownership is in the State if used for purposes other than construction materials. Any concern mining any such materials would certainly want to sell to all possible end use industries, and there is a good chance that some materials would go for construction purposes and some for non-construction uses.

We certainly recommend that bentonite, attapulgite, kaolin and other similar clays be classed as non-metallic minerals regardless of end use, and that they be included under and subject to the Mining Code.

Article 808 requires the holder of a mining concession to "employ nationals of the Republic of Turkey in all classifications of administrative, technical and labor personnel, to the maximum extent that they are available and adequately trained." An exception would be desirable if American concerns are to be encouraged to invest their capital. In most cases a substantial amount of money is required to bring a mineral deposit into production. We do not know of any concern willing to risk large sums in what at best is a high risk venture, without having top personnel on the site in direct charge of the management who have proven their ability and good judgment by working their way up through the ranks of the concern over a period of years. We would think that as a minimum a foreign corporation (or foreign person) undertaking a mining venture in the Republic of Turkey should be able to use a foreigner in the top management position, the top engineering position and the top accounting position, and it would be most desirable if the two top men in each such category could be foreigners.

Article 815, Section (b) provides that termination of a mineral right for any reason re-establishes in the owner of the surface such rights as would have existed in him if the concession had not been established. Looking back to Article 703 the holder of a mining concession can acquire title to land (surface) and improvements by paying the

kası vardır. Bu politika gereği ormanlar devletin hüküm ve tasarrufu altında olup, özel mülkiyet sözkonusu olamamaktadırlar. Diğer yandan, ülkemizin gelişmesinde ve ilerlemesinde anahtar konumunda olan, tüketildiğinde yerine yenisinin konulamayacağı, yani "yenilenebilir" olanağı bulunmayan madenler konusunda, devletin, tüm hükümetlerce uygulanan bir DEVLET POLİTİKASI bulunmamaktadır. Nihayet hükümetlerin siyasi görüşleri doğrultusunda değişik uygulamaları da bu "politikasızlığın bir sonucudur.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Toplumların ve kişilerin yaşamında oldukça önemli bir yeri olan madenlere sahip olabilmek için, kimi zaman toplumlar arasında, kimi zaman da devlet ve kişiler arasında kıyasıya bir mücadele olmuştur. Bu mücadele ilk çağlardan günümüze değin süregelmiştir. Doğal kaynaklardan olan madenlere sahip olabilmek için günümüzde de ülkeler arasında sıcak ve soğuk savaşlar sürmektedir. Nihayet günümüzde yeraltı kaynaklarına sahip olabilmek için, uluslararası tekeller tarafından iç karışıklıkların çıkartıldığı, hükümetlerin çekilmeye zorlandığı, darbeler yapıldığı, herkes tarafından bilinen bir gerçektir.

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ - MAYIS 1991





tiyazlara bir tepki şeklinde değerlendirebileceğimiz bazı "Devletleştirme" hareketleri olmuştur.

1940-45 yıllarını içeren dönemde savaş ekonomisi uygulanmış, diğer alanlarda olduğu gibi madencilik için bazı kollemlerinde da üretim gerilemesi olmuştur.

1945-1960 döneminde önceleri uygulanan "devletçi" politika 1950'lerde iktidara gelen DP'nin uyguladığı politika gereği terk edilmiş ve kamu sektörü ile özel sektörün madenlerden eşit şekilde yararlanması fikri hayata geçirilmiştir. Bu görüşten hareketle 1954 yılında 6309 sayılı Maden Kanunu yürürlüğe konmuştur. Bu dönemde özel sektör ön plana çıkartılmaya çalışılmış, bunun için özel sektöre ekonomik destek sağlanmıştır.

1960-80 yılları arasındaki dönemde, o zaman yürürlükte olan 1961 Anayasa'sı ile ilk kez doğal kaynakların devletin hüküm ve tasarrufu altında olduğu ve işletme hakkının devlete ait olduğu yasal anlamda güvence altına alınmıştır. Bu dönemde kamu ağırlıklı bir politika izlenmiş, stratejik öneme sahip madenler devletleştirilerek, bunların aranması ve işletmesi hakkı devlet tekeline alınmıştır. Yine 1961 Anayasa'sı ile planlı kalkınmaya geçilmiş ve madencilik üretimi, ihracatı ve ithalatı plana bağlı kalınarak düzenlenmiştir.

1980 yılından günümüze kadar olan dönemde, ekonominin diğer alanlarında olduğu gibi, madencilik alanında da izlenen devletçi politika terk edilerek liberal bir ekonomi politikası izlenmiştir. Bu anlamda tüm madenler özel sektörün arama ve işletmesine açılmıştır. Böylece devletin bazı madenler üzerindeki öncelik hakkı ya da devlet tekelini ortadan kaldırmıştır.

Tüm bunlardan da anlaşılmalıdır ki; özellikle Cumhuriyet döneminde, devletin kalıcı, belirgin bir MADENCİLİK POLİTİKASI olmamıştır. Hükümetler kendi siyasi görüşleri doğrultusunda kimi zaman devlete öncelik verirken kimi zaman da özel sektöre öncelik vermişlerdir.

Madenlerin hukuki konumu ülkeden ülkeye değişiklikler göstermektedir. Türk Hukukunda "doğal servet ve kaynakların devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunduğunu, bunların aranması ve işletilmesi hakkının kural olarak devlete ait olduğunu" belirtmekle "domanial" sistemin, yine aynı maddede geçen "arama ve işletmenin devletin özel teşebbüsle birleşmesi suretiyle veya doğrudan doğruya özel teşebbüs eliyle yapılmasının yasasının açık iznine" bağlayan hükmü de "regalien" sisteminin benimsendiğinin kanıtıdır.

Doğal kaynaklarla ilgili ilk Anayasal hükümler 1961 Anayasa'sının 130. maddesi ve 1982 Anayasa'sının 168. maddesi olarak yer almıştır. Madenlerle ilgili yapılan yasal düzenlemelerin ilgili Anayasa maddelerine aykırı olduğu savı ile Anayasa Mahkemesi'ne muhalefet partilerince değişik tarihlerde açılan davalar, adı geçen mahkeme tarafından sonuçlandırılmıştır.

Sahip olduğumuz yeraltı kaynaklarından yeterince yararlandığımız söylenemez. Çünkü gelişmiş ülkelerde madencilik sektörünün milli gelirdeki payı % 10-15 dolaylarında olduğu halde, bizde bu oranın hala % 1-2 arasında olması düşündürücüdür. Halbuki dünya çapında söz sahibi olduğumuz birçok doğal kaynağımız bulunmaktadır. (Bor, trona, sölestin, krom, zımpara, .... vs.)

Siyasal iktidarlar, hükümet programlarında daha iyi bir madencilik için birçok iyileştirmeler yapacaklarını belirt-

mişlerse de, bugün madencilikimizin içinde bulunduğu olumsuz durum da göstermektedir ki, kalıcı ve köklü bir değişiklik yapılamamış, istenen düzeyde iyileştirmeler sağlanamamıştır.

Çağdaş uygarlık düzeyine erişmemiz, doğal kaynaklarımızı, bu arada madenlerimizi en iyi şekilde değerlendirmemize bağlıdır. Bir ülkenin gelişmesi ve kalkınmasında önemli rol oynayan madenlerin en verimli biçimde ekonomiye kazandırılıp, yeraltı kaynaklarından yararlanılması, bazı önlemlerin alınmasıyla mümkündür.

## ÖNERİLER

Yukarıdaki incelemeler ışığında daha rasyonel bir madencilik için şu önlemler alınmalıdır. Bunlar;

— Özellikle Cumhuriyet döneminde, hükümetler siyasi görüşleri doğrultusunda, madencilik alanında kimi zaman kamu sektörüne ağırlık verirken, kimi zaman da özel sektörden yana tavır almışlardır. Madencilik alanında Devletin belirgin, kalıcı bir MADENCİLİK POLİTİKASI olmadığından, sık sık yasal düzenlemeler yapılmış ve bu da madencilik alanına yatırım yapmayı önlemiştir. Kıyılarına, denizlere, ormanlara ve hava sahasına gösterdiğimiz özeni ne yazık ki madenlerimize göstermemekteyiz.

Milyonlarca yıllık bir birikimin sonucu oluşan bu değerler, ülke hayatının ortak malları olmaları gerekir. Bu açıdan ilgili madencilik kurum ve kuruluşlarıyla, üniversite temsilcileri, hükümet temsilcileri ve DPT yetkileriyle özel sektör temsilcilerinin katılacağı ve yılda en az bir kez toplanacak olan MADENCİLİK ŞÜRASI oluşturulmalıdır. Bu şura ülkenin kısa ve uzun vadeli MADENCİLİK POLİTİKASI'ni belirlemeli ve bu politikanın uygulanmasını sağlamalıdır.

— Bu politika belirlenirken özellikle stratejik öneme sahip madenler üzerinde özel mülkiyetin olmayacağı, madenlerin toplumun ortak malı olduğu, madencilik için alt yapı hizmeti olduğu ve kamunun öncü sektör olmasından hareketle kamu kuruluşlarının ruhsat alma sorunlarının olmaması gerektiği düşünceleri ön plana alınmalıdır.

— Gelişmiş ülkeler önce doğal kaynaklarını harekete geçirerek bugünkü düzeye gelmişlerdir. Çünkü madencilik hiç bir ithal girdisine bağlı olmaksızın, var olan bir zenginliğin ülke ekonomisine direkt olarak girme özelliğine sahiptir. Üretilen maden oranında Gayri-Safi Milli Hasılamızda bir artış olacaktır. Ayrıca madencilik sektörü yapılan yatırımlar itibarıyla istihdam ağırlıklıdır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde istihdam sorunu da dikkate alınacak olursa, madencilik için ülke ekonomisindeki yer daha iyi anlaşılır.

Madencilikimizin bugün içinde bulunduğu dağınıklıklardan ve verimsizlikten kurtulması için Başbakanlığa bağlı "Maden İşleri Genel Müdürlüğü" kurulmalıdır. Bu Genel Müdürlüğün yetki ve sorumlulukları açık bir şekilde saptanmalıdır. Madencilik alanında uğraş veren sektör ve tüzel kişiler arasında sağlıklı bir eşgüdüm sağlanması Maden İşleri Genel Müdürlüğü (MİGM) tarafından yapılmalıdır. MİGM'de yetenekli, uzman, teknik elemanların istihdamını sağlayıcı mali olanaklar sağlanmalıdır. Maden Dairesi Başkanlığı kurulacak bu Genel Müdürlüğe bağlanarak, madencilikle ilgili tüm işlemler bu Genel Müdürlükte toplanmalıdır.

— Madencilik alanında uğraş veren kuruluşların kredi sorununu çözmek için, bu alanda uğraş veren gerçek ve tüzel kişilere kredi verilmesi gerekliliği uzun yıllardan beri ka-

muoyunda tartışılmaktadır.

Sanayileşmenin ön koşullarının birisi de ucuz ve yeterli hammaddenin temin edilmesidir. Hammaddenin üretime kazandırılması bilgi birikimi, teknoloji ve sermaye birikimini gerektirir. Madencilik, sermaye-teknoloji yoğun bir alan olduğundan, devlet kredi ile madencileri yeraltı kaynaklarının açığa çıkartılması madencilerin ekonomik yönden desteklenmesi ile olanaklıdır.

Bundan dolayı, gerekliliği herkes tarafından kabul edilen MADEN BANKASI bir an önce kurulmalı ve madencilerin kredi ihtiyacını karşılamalıdır.

— 3213 sayılı yasayla, madencilere kredi verilmesi için oluşturulan MADENCİLİK FONU, aradan dört yıl geçmesine rağmen işlevini yerine getirememektedir. Henüz fiziki koşulları bile oluşturulamayan Fon Başkanlığının, en kısa zamanda çalışmalarına başlaması ve teşkilatını kurması sağlanmalıdır.

— Dünya maden rezervlerinin ancak binde üçüne sahip olan ülkemizin, maden üretimi ne yazık ki dünya ortalamasının dört misli gerisinde kalmıştır. Yeraltı kaynakları bakımından fakir sayılmayacağımız halde, bugün başta petrol olmak üzere, taşkömürü, kok kömürü, demir-çelik, bakır, ferro alaşımlar, suni gübreler, fosfat, küllük, kalay, titan, asbest, amonyak, sülfürik asit, sudkostik, sodyumfosfat, kağıt kaolini ve ateş tuşlası gibi maden ve madencilik ürünleri ithalat yoluyla karşılanmaktadır.

Bir örnek olması bakımından 1987 yılında; 2.5 milyon dolarlık petrol ve petrol ürünleri, 1.3 milyar dolarlık demir-çelik ve demir dışı metaller, 500 milyon dolarlık maden cevheri ve 700 milyon dolarlık işlenmiş maden sayılabilecek kimyasal ürün olmak üzere toplam 5 milyar dolarlık madensel enerji ve hammadde ithal edilmiştir. Bir yıllık bu rakamlar da göstermektedir ki maden kaynaklarından yeterince yararlanamamaktayız.

Karaların yüzölçümüne göre, beher km<sup>2</sup> toprak parçasında üretilen madenlerin parasal değerinin dünya ortalaması 3080 \$/km<sup>2</sup> iken, Türkiye'de bu ortalama 1000 \$/km<sup>2</sup> dir. Madenlerce fakir olarak bilinen Japonya'da bu ortalama 3229 \$/km<sup>2</sup> dir. İtalya'nın sadece mermer ihracatından sağladığı döviz girdisi, ülkemizin tüm madencilik ürünleri ihracatından sağladığı döviz girdisinin üç katıdır.

Gerçek anlamda bir kalkınmanın sanayileşmeyle, sanayileşmenin ise, yeraltı kaynaklarının ekonomik ve akılcı bir şekilde kullanılmasıyla mümkün olabileceği tüm ülkeler tarafından kabul edilmektedir. Bunu sağlamak için, ülke gerçeklerine uygun, PLANLI BİR İHRACAT-İTHALAT POLİTİKASI belirlenip uygulanmalıdır. Zira günümüzde kullanım alanı olmayan bazı madensel hammadde kaynaklarının, yakın gelecekte sanayiye vazgeçilmez girdileri olabilecekleri gerçeği gözden uzak tutulmamalıdır. Aynı şekilde planlı bir ihracat politikası belirlenmediği için, 1970'li yıllara kadar yurt dışına ihraç ettiğimiz kömür ve bakır, bugün sattığımız fiyatlardan daha fazlasıyla yurt dışından ithalat yoluyla karşılamamız, ithalat ve ihracaattaki planlanmanın gerekliliğini acı bir şekilde gösteren örneklerdendir.

— Avrupa Topluluğuna kabul ettiğimizde, diğer alanlarda olduğu gibi madencilik alanında da topluluk üyelerinden etkileneceğimiz bir gerçektir. Bu amaçla, özellikle AT ülkeleriyle rekabet gücümüzün olduğu bor, krom, lületaşı,

trona, barit, zımpara, mermer, manyezit ve perlit gibi doğal kaynaklardaki üstünlüğümüzün devam etmesi için şimdiden gerekli önlemler alınmalıdır. Yeraltı kaynaklarımızın ayrıntılı bir envanteri yapılarak, hangi maden kaynaklarına öncelik verilmesi gerektiği bilimsel bir şekilde saptanmalıdır.

— Maden Dairesi Başkanlığı'nın kuruluş yasası hemen çıkartılmalı ve Maden Dairesi yeniden teşkilatlandırılmalıdır. Maden Dairesi'nin il teşkilatları kurularak, ülkenin her tarafından gelen madencilerin merkezdeki yığılmasının önüne geçilmelidir.

Devlet yaptırdığı bir binaya ya da bir bakkalın ödediği vergiye gösterdiği denetim özenini, ne yazık ki madenlere göstermemektedir. Geleceğimizin teminatı olan madenleri işleterek onların yeterli işletme koşullarına sahip olup-olmadıkları araştırılmadan bir dilekçeyle müracaat eden herkeşe, maden arama ve işletme imtiyazı verilmektedir. Gerek arama aşamasında gerekse işletme aşamasında madencilerin beyan ettiği bilgilerin doğruluğu ve işletmenin gerekli koşullara uyup-uyupmadığı denetlenmemektedir. Böylece devlet bir yandan büyük gelir kayıplarıyla karşılaşırken, diğer yandan madenlerimiz verimli bir şekilde ekonomiye kazandırılmamakta, onlardan yeterince yararlanılmamaktadır.

Bu açıdan Maden Dairesi, madenler üzerindeki kontrolünü daha sağlıklı bir şekilde yerine getirebilmek için, teknik kadro yönünden desteklenmeli ya da diğer kamu kuruluşlarının teknik gücünden faydalanılmalıdır.

— Sert metal alaşımlarının ve savaş sanayinin en stratejik madenlerinden birisi olan wolframda dünyada en zengin 8. ülke olmamıza rağmen, konsantrite üretim aşamasına gelebilmiş değiliz. İhtiyacımız ithalat yoluyla karşılanmaktadır.

Savaş metallerinin en önemlilerinden olan nikel, jet uçaklarının stratejik metallerden olan kobalt ve savaş uçaklarının % 6'sını oluşturan titan gibi madenlerde dışa bağımlılığımız devam etmektedir. Stratejik öneme sahip bu madenler bakımından zengin olmasak bile, bu madenler özel sektöre, dolayısıyla özel sektör yoluyla yabancı sermayenin arama ve işletmesine açıktır ki bu da ulusal savunmamız için tehlikeli gelişmelere yol açabilecek bir uygulamadır.

Stratejik öneme sahip madenlerle, ulusal savunmada kullanılan wolfram, nikel kobalt ve titan gibi madenlerle birlikte, bor, trona, demir, kömür, uranyum ve toryum gibi madenler devlet tekelinin altına alınmalı ve bunun için Maden Kanunu'nda gerekli değişiklikler yapılmalıdır.

— Artan talep ve teknolojiye giderek giderek düşük tenörlü yatakların da işletilmesini zorunlu kılmaktadır. Böylece madencilik alanları genişlerken, çevre üzerinde toprak ve bitki örtüsünü yok etmek suretiyle doğrudan etkide bulunmakta ve doğanın dengesini bozmaktadır.

Bunu önlemek için maden yasasında çevreyi bu tahribatlardan kurtaracak daha etkin ve yeni yatırımlara yer verilmektedir.

— Kamu adına maden aramacılığı yapan kuruluşlardan MTA'nın yeniden örgütlenmesi, daha verimli, pratik ve süratli çalışması sağlanmalıdır. Özellikle ülkemizin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları biran önce bitirilmeli, maden aramacılığından istenen düzeye gelinmesi için MTA'ya ayrılan bütçe arttırılmalı ve MTA'nın karşılaştığı ruhsat alma sorunu çözümlenerek, öncelik hakkı tanınmalıdır.

— Madencilikte, iyi bir arama ve ön işletmenin bütün

gelişmiş ülkelerde olduğu gibi bu konuda uzman olan jeoloji mühendislerince yapılabileceği gerçeğinden hareketle, tüm özel ve tüzelkişilere ait maden aramaçılığı ve maden işletmelerinde jeoloji mühendislerinin bulundurulması zorunlu kılınmalıdır.

Jeoloji mühendislerinin içinde bulunduğu ekonomik koşullar iyileştirilmeli, görev, yetki ve sorumlulukları açık bir şekilde belirlenmeli ve yasal güvence altına alınmalıdır.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- <sup>1</sup> Afet INAN- Devletçilik İlkesi ve Türkiye Cumhuriyeti'nin Birinci Sanayii Planı 1933, (Ankara, TTK Yayını No.14, 1972 ), s.31
- <sup>2</sup> 50. Yılda Yurdumuzun Enerji ve Doğal Kaynakları (Ankara ETKB yayını, DSİ Matbaası, 1973), s.2
- <sup>3</sup> Madencilüğümüzün Yapısı ve Sorunları, (Ankara TMMOB, Maden Mühendisleri Odası Yayını, 1973), s.13
- <sup>4</sup> INAN, a.g.e s.70
- <sup>5</sup> Kemalettin APAK, Cevdet AYDINELLI ve Mehmet AKIN, Türkiye'de Devlet Sanayii ve Maadin İşletmeleri, (Izmit Selüloz Basımevi, 1952), s.22
- <sup>6</sup> A.Gündüz ÖKÇÜN, Türkiye İktisat Kongresi 1923 İzmir, Haberler- Belgeler- Yorumlar, (Ankara A.Ü.SBF Yayını, 1968), s.70.
- <sup>7</sup> Kazım ÖZTÜRK, Türkiye Cumhuriyeti Hükümetleri ve programları, (İstanbul Ak yayınları, 1968), s.186
- <sup>8</sup> Yalçın ÇİLİNGİR, "Madencilüğümüzün Evrimine Toplu Bir Bakış", Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 4. Kongresi, (Ankara TMMOB, Maden Mühendisleri Odası Yayını, 1975 ), s.51-105.
- <sup>9</sup> Burhan ULUTAN, Etibank 1953-1985, (Ankara Etibank Matbaası, 1987 ), s.29
- <sup>10</sup> Barker Komisyonu Raporu, Türkiye İktisadi Kalkınması. (Washington Milletlerarası İmar ve Kalkınma Bankası yayını 1951), s.50-51.
- <sup>11</sup> Barker Komisyonu Raporu, a.g.e. s.70-71
- <sup>12</sup> L.HANAI, The Mineral Industry of Turkey, (Washington United States Department of the Interior, 1958 s.2
- <sup>13</sup> M. Emin DEĞER, Açıklamalı Anayasa, (Ankara Türkiye Yazıları Yayınları, 1979), s.120
- <sup>14</sup> Resmi Gazete, 14.1.1980, Sayı. 16869 s.3-21
- <sup>15</sup> T.C. Anayasası, Komisyon Raporları ve Madde Gereklçeleri, (Ankara Millet Meclisi Vakfı Ofset Tesisi, 1983) s.245.
- <sup>16</sup> Resmi Gazete. Tarih . 13.6.1983, Sayı. 18076, s.18-20
- <sup>17</sup> Resmi Gazete . Tarih. 15.6.1985 Sayı.18785, s.1-16
- <sup>18</sup> Resmi Gazete. Tarih. 15.3.1987, Sayı. 19401, s.13-56

#### KAYNAKÇA

#### KİTAPLAR

- ALPAN, Sadrettin, Türkiye Madenciligi . Ankara MTA yayını, 1976.
- ANAVATAN Partisi, Programı, Seçim Beyannamesi, Hükümet Programı. Ankara; Lisa Matbaası, 1987.
- ANIL, Mustafa Nuri ve MEREY, Nejd. Maden Mevzuatı. İstanbul . Tan Matbaası, 1942
- APAK, Kemalettin, AYDINELLI, Cevdet ve AKIN, Mehmet. Türkiye'de Devlet Sanayii ve Maden İşletmeleri. Izmit . Selüloz Basımevi, 1952.
- AŞULA, Mustafa. Türkiye'de Medeni Kanun Bakımından Maden Rejimi ve Mülkiyeti. Ankara; TOBB Matbaası, 1968.
- ATATÜRK, MADENCİLİK ve MTA. Ankara; MTA yayını, 1981.
- BARKER KOMİSYONU RAPORU Türkiye İktisadi Kalkınması. Washington; Milletlerarası İmar ve Kalkınma Bankası yayını, 1951.
- BAŞTANOĞLU, Dursun ve KANBER, Zeki. Maden Kanunu ve Tuz Kanunu. Ankara; Ayyıldız matbaası, 1978.
- BEŞİNCİ BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI ÖNCESİNDE GELİŞMELER 1972-83. Ankara; DPT yayını No; 1975, Başbakanlık Basımevi, 1985.
- BİLGİN, Ahmet Can. Türkiye'de ve Dünya'da Madencilik. Ankara; Baylan Basımevi, 1972
- CUMHURİYET DÖNEMİ TÜRKİYE ANSİKLOPEDİSİ. İstanbul ; İletişim yayınları. Cilt;5, 1983
- DEĞER, M.Emin. Açıklamalı Anayasa, Ankara; Türkiye Yazıları yayınları, 1979.
- EKEMEN, Nizamettin. Maden Kanununu. Ankara; Yenicezaevi Matbaası, 1964
- ELDEM, Vedat. Osmanlı İmparatorluğu'nun İktisadi Şartları Hakkında Bir Tetkik. Ankara; T. İş. Bankası Kültür yayınları, 197.
- EVİRGEN, Muzaffer. Madencilik Faaliyetlerinden sonra Çevrenin Düzenlenmesi ve İyileştirilmesi, Ankara; TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası yayını No; 21 Kültür Ofset yayınevi. 1987.
- FINDIKGİL, Yavuz. İş Hukuku Ders Notları. Ankara; İTÜ Maden Fakültesi Öğrenci Derneği yayını, Şafak Matbaası, 1987.
- FINDIKGİL, Yavuz. Maden Hukuku. İstanbul; İTÜ yayını no; 656, 1966.
- HANAI, L. The Mineral Industry of Turkey. United States Department of the Interior, 1958
- HÜKÜMET PROGRAMI. Ankara; Başbakanlık basımevi, 1979
- Hükümet Programı : Ankara, Başbakanlık Yayinevi, 1987
- İktisadi Faaliyet Raporu 1988. Ankara; TOOB Yayını No: 66, 1988.
- İNAN Afet Devletçilik ilkesi ve Türkiye Cumhuriyeti Birinci Sanayii Planı 1933. Ankara: TTK

Yayını: No: 14 TTK Basımevi, 1972

**İNAN Afet. Türkiye Cumhuriyetinin İkinci Sanayii Planı 1936** Ankara: TTK Basımevi 1972

**KEPENEK, Yakup, Türkiye Ekonomisi**, Ankara: Teori yayınları Başarı matbaası, 1987.

**KILI, Suna, Türk Anayasaları**. Ankara: Tekin yayınları 1982.

**MTA Kanunu ve Yönetmeliği** Ankara: MTA yayını, MTA Matbaası, 1973.

**Madencilüğümüzde Reform Sorunu**. Ankara TMMOB Maden Mühendisleri Odası yayını No: 13, 1973.

**Madencilüğümüzün Yapısı ve Sorunları**. Ankara: TMMOB Maden Mühendisleri Odası yayını, 1973

**Neden Boraks**. Ankara: TMMOB Maden Mühendisleri Odası yayını, 1970.

**OĞUZMAN, Kemal ve AYBAY, Aydoğan. Medeni Hukuk**. İstanbul: Fakülteler matbaası, 1979.

**OĞUZMAN, Kemal ve SELİÇİ Özer. Eşya Hukuku**. İstanbul: Fakülteher Matbaası, 1985.

**ÖKÇÜN, A. Gündüz. Türkiye İktisat Kongresi 1923 İzmir Haberler-Belgeler-Yorumlar** Ankara: A. Ü. SBF yayını, 1965.

**ÖZKAN, Kazım. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası**. Ankara: Türkiye İş Bankası Kültür yayınları, Cilt 3 Ajans-Türk Matbaası, 1966

**ÖZTÜRK Kazım, Türkiye Cumhuriyeti Hükümetleri ve Programları**. İstanbul Ak yayımları 11968.

**PEKCAN, Nahid Tahsin ve AKIN, Mehmet. Madenlerle ilgili Mevzuat**. Ankara Güneş Matbaacılık, 1949.

**SAYMEN, Ferit, H. ve ELBİR, Halit K. Türk Eşya Hukuku**. İstanbul. 1954.

**SENCER, Muzaffer. Osmanlı Toplum Yapısı**. İstanbul Yöntem yayınları 1973.

**TAYANÇ, Tunç, Sanayileşme Sürecinde 50 Yıl**. İstanbul Milliyet y ayınları, 1973.

**Türkçe Sözlük**, Ankara TDK yayınları, Cilt. II, 1983.

**T.C. Anayasası, Komisyon Raporları ve Madde Gerekeçleri**. Ankara Millet Meclisi Vakfı Ofset Tesis, 1983.

**T.C. Devlet Teşkilatı Rehberi**, 1986. Ankara TODAİE yayını, 1986

**Türkiye Cumhuriyeti Hükümetleri**. Ankara Başbakanlık O ve M Daire Başkanlığı yayını No 11, Cilt II, 1978.

**Türkiye İstatistik Cep Yılığ**, 1986 Ankara DİE yayını No 1210, DİE Matbaası, 1988

**Türkiye İstatistik Yılığ** 1987. Ankara DİE Yayını no 1250. DİE Matbaası. 1988.

**Türkiye Yearaltı Servet Olanakları ve Dünyadaki Yeri**. Ankara TMMOB Maden Mühendisleri Odası yayını No 14, 1974.

**Türkiye'de Madencilüğün Tarihçesi ve MTA** Ankara: MTA Genel Müdürlüğü yayını, MTA matbaası. 1985.

**Türkiye'de Madencilik ve İhracat Semineri**. Ankara Dış Ticaret Derneği yayınları. 1956.

**ULUTAN, Burhan, Etibank 1935-1985**. Ankara. Etibank Matbaası, 1987.

**50. Yılda Yurdumuzun Enerji ve Doğal Kaynakları**.

Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı yayını, DSI Matbaası, 1973.

## MAKALELER

**ÇAĞATAY, Neş'et, "Osmanlı İmparatorluğunda Maden İşletme Hukuku"** A.Ü. DTCF Dergisi. XI (Aralık 1943), Sayı: 1.

**ÇİLİNGİR, Yalçın, "Madencilüğümüzün Evrimine Toplu Bir Bakış"** Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 4. Kongresi, TMMOB Maden Mühendisleri Odası yayını, Ankara, 1975.

**KAYNAK, Yılpar, "Türkiye'nin Madencilik Politikası ve Zamanı Projesi," 1. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongresi**. TMMOB, Maden Mühendisleri Odası yayını,

**SEYHAN, İsmail. "Maden Ofisi Kurulması mı"** Milliyet, 12 Kasım 1986.

**TURAN, Murat, "Madencilüğümüzün Tarihsel Gelişimi."** Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 7. Kongresi. TMMOB Maden Mühendisleri Odası yayını, Ankara, 1981.

**TÜRK, Hikmet Sami; "Devletçe İşletilecek Madenler Hakkında Kanun Üzerine Açıklamalar," A.Ü. Hukuk Fakültesi Dergisi, XXXVI, (19769), sayı 1-4, s. 83.**

**DERGİ-GAZETE-RAPOR**

**1982 Anayasa Tasarısı ve Dağal Kaynaklarımız**, Ankara: TMMOB Maden Mühendisleri Odası yayını, özel sayı, 1982.

**ENGİN, Tandoğan, Türkiye'de Maden Yatakları ve MTA'nın Maden Aramacılığındaki Yeri**, (Ankara MTA Yayınları, No: 19, 1986), S. 1-10.

**Madencilik**. Ankara TMMOB Maden Mühendisleri Odası yayını, Özel sayı, 1983.

**Resmi Gazete**, 13.6.1983- Sayı 18076, s. 18-20.

**Resmi Gazete**, 15.6.1985- Sayı 18785, s. 1-16.

**Türkiye'nin Radyoaktif Mineralleri Hakkında Rapor**, (Ankara: MTA yayınları, 1984), s. 2-7.

## ALAKÖPRÜ-ILISU KUVVET TÜNELİNDEKİ (GB KARAMAN) EN UYGUN İKSANIN RSR YÖNTEMİYLE SEÇİMİ

Selecting the appropriate ground support for the Alaköprü-Ilisu power tunnel with the RSR Method (SW KARAMAN)

Aydın ÖZSAN

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beşevler/ANKARA

**ÖZ :** Bu çalışma, Alaköprü - Ilisu kuvvet tüneli boyunca bulunan kaya birimlerinin, kaya kütle kalitesinin saptanması ve en uygun destek sisteminin bulunmasını içermektedir. Tünel güzergahı üzerindeki başlıca kaya birimleri marn ve kireçtaşlarıdır. Kireçtaşı birimleri blok şeklinde olup ofiyolitli -melanj içinde bulunurlar. Önerilen tünel güzergahı üzerindeki kaya kütlelerinin kalitesi ve en uygun destek sisteminin tayininde RSR (Rock Structure Rating) sınıflaması kullanılmıştır. Kuvvet tünel güzergahında bulunan marn, kireçtaşı ve ofiyolitik-melanjin matriksine ait RSR değerleri farklı bulunmuş ve buradan gerekli iksa sistemleri önerilmiştir. RSR kavramı, kaya tünellerindeki çelik kafes desteği seçiminde faydalı metottür.

**ABSTRACT :** This work consists of determining rock mass quality and selecting the appropriate support system of the rock units along the proposed Alaköprü - Ilisu tunnel. The main rock units on the tunnel alignment are marl and limestones. The limestone units are blocky in ophiolitic-melange. The quality of rock mass on the proposed tunnel and its suitable support were determined by using RSR (Rock Structure Rating) classification. RSR values were obtained differently for marl, limestone and matrix of the ophiolitic-melange along the power tunnel alignment. Hence, the necessary support systems were suggested for the power tunnel. The RSR Concept is useful method for selecting steel rib support for rock tunnel.

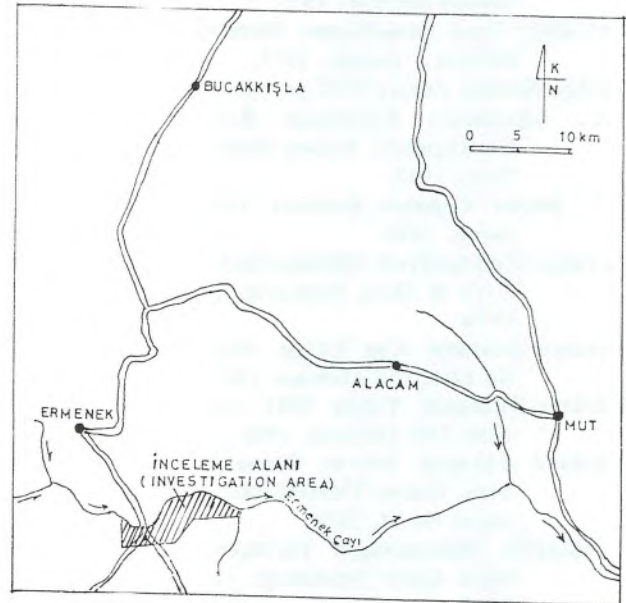
### GİRİŞ

Karaman'a bağlı Ermenek ilçesinin GD'sunda Ermenek Çayı üzerinde (Şekil 1) Alaköprü mevkiinde planlanan Görmel baraj yerindeki suyu Erik Deresi Ilisu mevkiinde kurulacak santrale iletmek için bir kuvvet tüneli planlanmıştır. Bu planlanan kuvvet tüneli boyunca görülen kaya birimlerinin jeoteknik özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. Elde edilen parametreler yardımı ile tüneldeki kayaların kalitesi ve alınacak en uygun destek önlemi, RSR sınıflaması (Wickham ve Diğ., 1972 ve 1974) kullanılarak belirlenmiştir. Tünel güzergahının da içinde bulunduğu alandaki jeolojik ve jeoteknik ilk etüdler Ertunç (1977), Önc (1987) tarafından gerçekleştirilmiştir. Alaköprü civarında planlanan Görmel baraj yeri ve göl alanının mühendislik jeolojisi ve kayaların jeoteknik özellikleri (Özsan, 1989) incelenmiş ve buradan açılacak kuvvet tünelindeki kayaların kütle kalitesi; Jeomekanik-RMR ve Q-Sistemi sınıflamaları kullanılarak belirlenmiştir (Özsan, 1990).

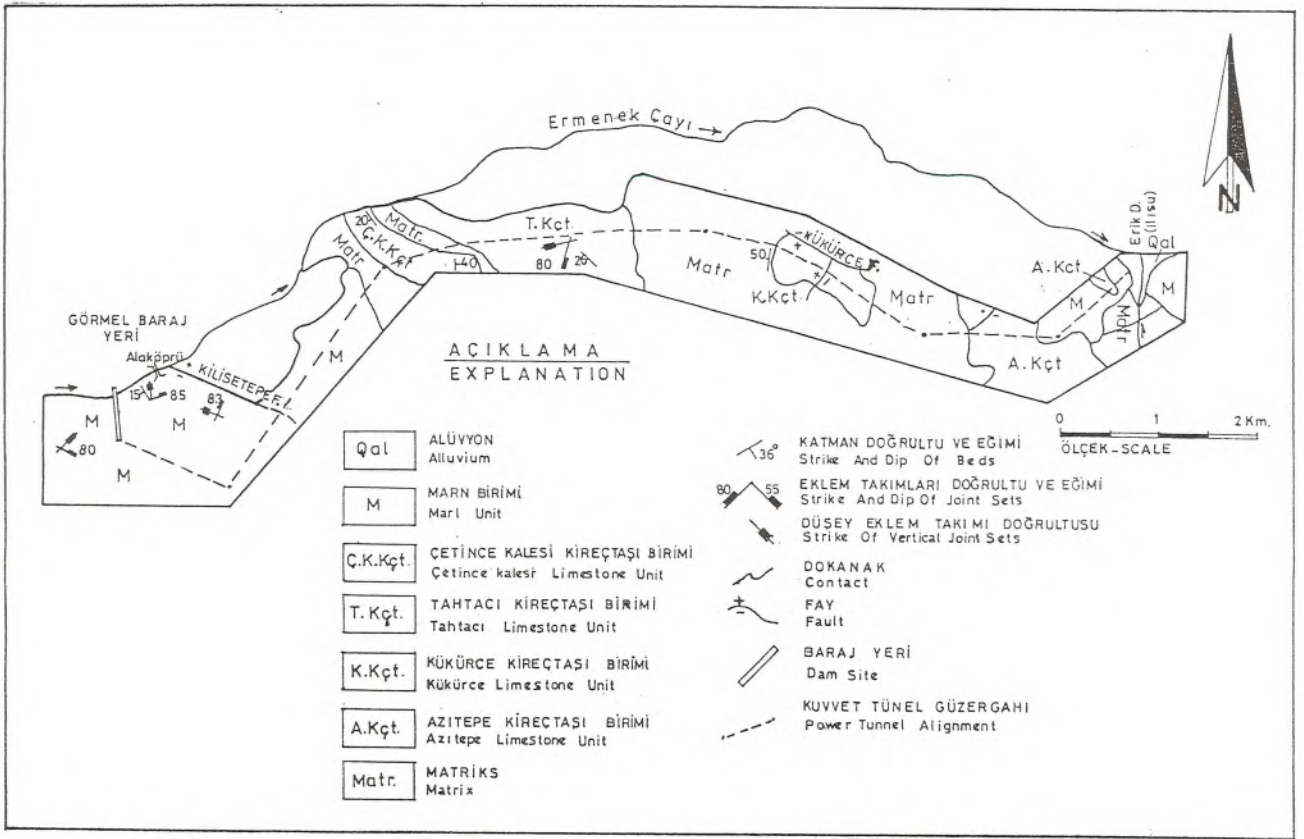
### ALAKÖPRÜ-ILISU KUVVET TÜNEL GÜZERGAHINDAKİ KAYA BİRİMLERİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

Alaköprü mevkiinden başlayıp Ilisu yöresinde sona erecek kuvvet tünelinin boyu 12700 m. dir (Şekil 2). Tünel güzergahı ve civarında görülen başlıca kayabirimleri marn ve kireçtaşlarıdır. Kireçtaşı birimleri blok şeklinde olup Ofiyolitli-Melanj içinde değişik yaş ve boyutta bulunurlar. Tünel güzergahı üzerinde görülen marnlar ince, orta ve kalın tabakalı olup orta ve sert dayanımlı seyrek eklemlidir. Çetinçekalesi (Ç.K.Kçt.) kireçtaşı bloğu; ince, orta kalın tabakalı çok sert ve dayanımlı, seyrek eklemlidir. Tahtacı (T. Kçt.) kireçtaşı bloğunun alt seviyeleri orta, kalın tabakalı, dayanımlı ve sert, üst seviyeleri ince tabakalı, orta dayanımlı, kırılğan ve sık ek-

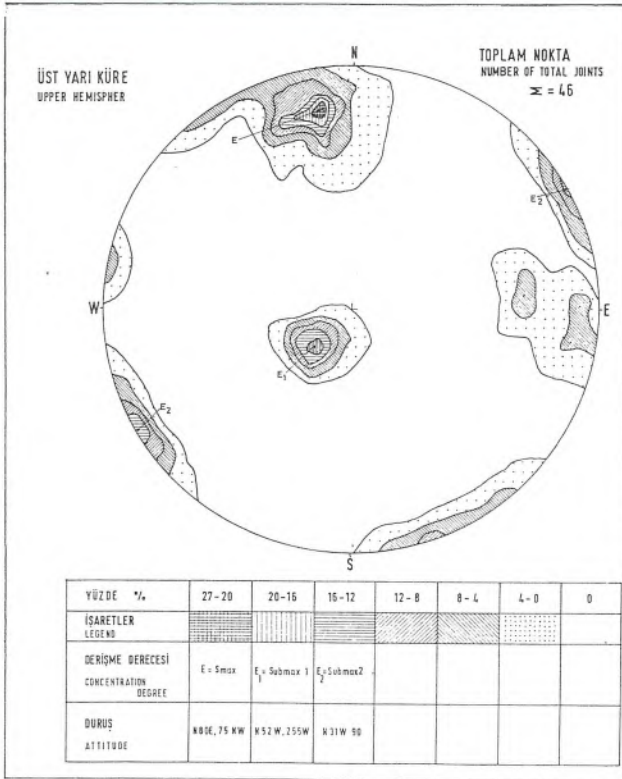
lemlidir. Kükürce (K.Kçt) kireçtaşı bloğu; ince, orta ve yer yer k alın tabakalı, seyrek eklemlı, sert ve dayanımlı, yüzeyi az erimeli ve karrenlidir. Azıtepe (A.Kçt) kireçtaşı bloğu, ince, orta tabakalı, sık eklemlı çok sert ve dayanımlıdır. Tünel güzergahı boyunca görülen ofiyolitli melanjin matriksini gabro, serpan-tinleşmiş gabro, bazalt, ve splitin düzensiz karışımı oluşturur.



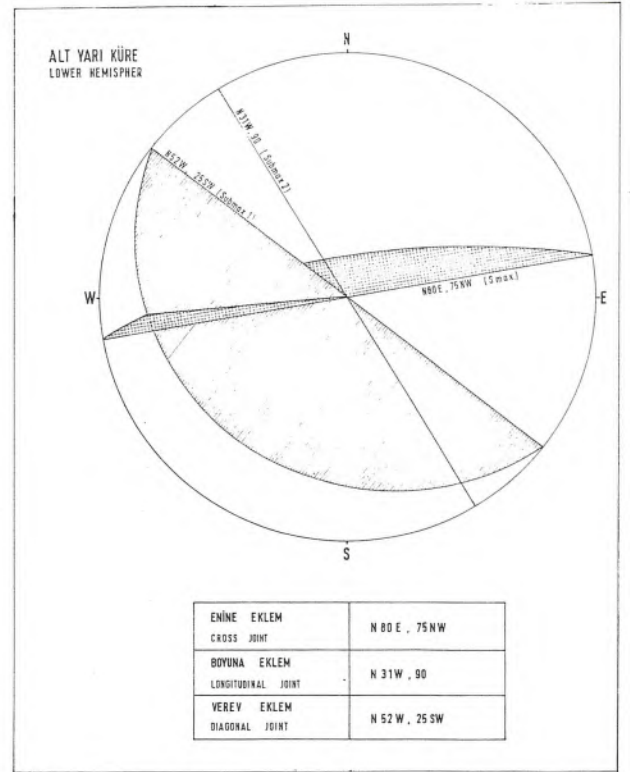
Şekil 1. Yer bulduru haritası  
Figure 1. Location map.



Şekil 2 . Tünel güzergahındaki kaya birimlerini gösteren harita  
Figure 2 . Map showing lithological units on the tunnel alignment.



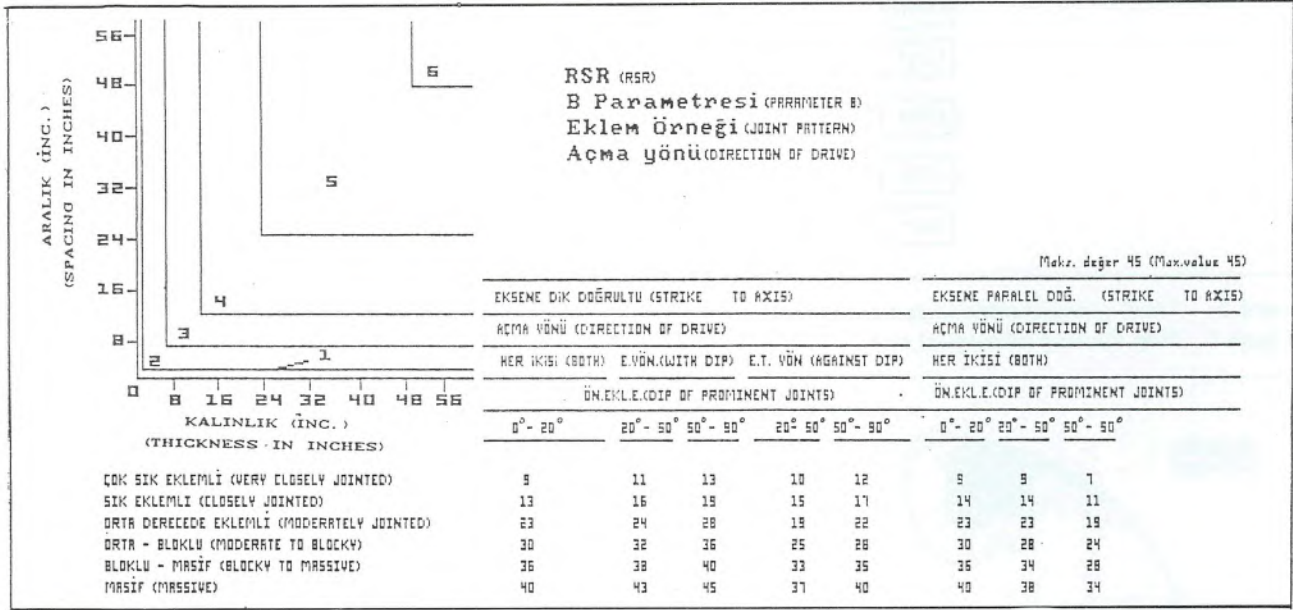
Şekil 3 . Marn biriminde ölçülmüş eklemlerin eşit alan izdüşümü.  
Figure 3 . Equal-area projection of the joints measured in marl unit.



Şekil 4 . Marn birimindeki eklemlerin stereografik izdüşümü.  
Figure 4 . Stereographic projection of the joints of the marl unit.

Ana Kaya Tipi / Basic Rock Type	RSR A PARAMETRESİ GENEL JEOLOJİ ALANI				RSR PARAMETER A GENERAL AREA GEOLOGY			
	Sert Hard	Orta Med.	Yumuşak Soft	Ayrışmış Decomp.	Masif	Az Faylı veya Kıvrımlı	Orta Derece Faylı veya Kıvrımlı	Cok Faylı veya Kıvrımlı
Magmatik / Igneous	1	2	3	4	Massive	Slightly Faulted or Folded	Moderately Faulted or Folded	Intensely Faulted or Folded
Metamorfik / Metamorphic	1	2	3	4				
Tortul / Sedimentary	2	3	4	4				
Tip 1 / Type 1					30	22	15	9
Tip 2 / Type 2					27	20	13	8
Tip 3 / Type 3					24	18	12	7
Tip 4 / Type 4					19	15	10	6

Tablo 1. RSR - A Parametresi. (Wickham ve Diğerleri, 1974'den alınmıştır)  
Table 1. RSR - Parameter A. (After Wickham et al '1974).



Tablo 2. RSR - B Parametresi. (Wickham ve Diğerleri, 1974'den alınmıştır.)  
Table 2. RSR - Parameter B. (After Wickham et al '1974)

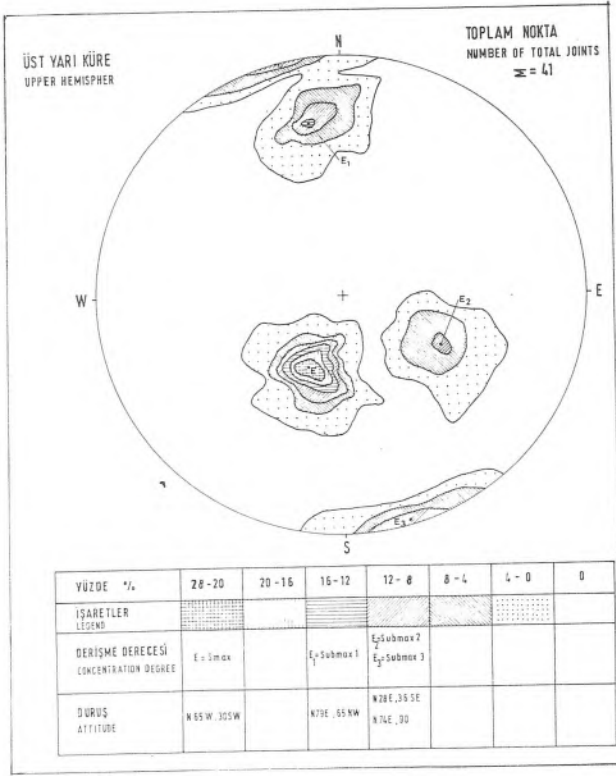
## ALAKÖPRÜ-ILISU KUVVET TÜNEL GÜZERGAHINDAKİ KAYA BİRİMLERİNE RSR (ROCK STRUCTURE RATING) SINIFLAMASININ UYGULANMASI

RSR (Rock Structure Rating) kavramı Wickham ve Diğerleri (1972) tarafından geliştirilen bir kaya destek tahmin modelidir. RSR, Terzaghi'nin (1946) kaya kütlesi sınıflama sistemidir. RSR kavramı, tünelcilikte kaya kütlesi davranışını etkileyen faktörlerin iki genel kategorisini içermektedir: Jeolojik parametreler ve yapı parametreleri. Jeolojik parametreler: a) Kaya tipi, b) Eklem örneği (Eklemlerin ortalama ağırlığı), c) Eklemlerin Yönlenimi (doğrultu ve eğim), d) Süreksizliklerin tipi, e) Büyük faylar, makaslama ve kıvrımlar, f) Kaya gereç özellikleri, g) Günlenme ve bozuşma. Yapı parametreleri: a) Tünel boyutu, b) Tünelin kazı yönü c) Kazı metodu. Yukarıdaki tüm faktörler üç temel parametrede toplanmıştır. Bunlar A, B ve C parametreleridir (Tablo, 1,2 ve 3)

20 ft çaplı Alaköprü-İlisu kuvvet tünelineki ilk kaya birimi marmardır. Orta sertlikteki kaya türünde olan marmarlar az kırıklı ve kıvrımlıdır. A=18 (Tablo 1). orta derecede eklemli olan marmarlara ait eklem örneğine göre (Şekil 3 ve 4), tünelin açma yönü tünel eksenine paralel ve önemli eklemlerin eğimi 50°-90° arasındadır buradan B=19 (Tablo 2) bulunmuştur. Az ayrılmış marmarlarda beklenen su akımı dakikada 200 galondan azdır, C= 15 (Tablo 3), Sonuç olarak RSR=52 olup gerekli destekleme önlemi (Şekil 13), Tablo 4'te gösterilmiştir.

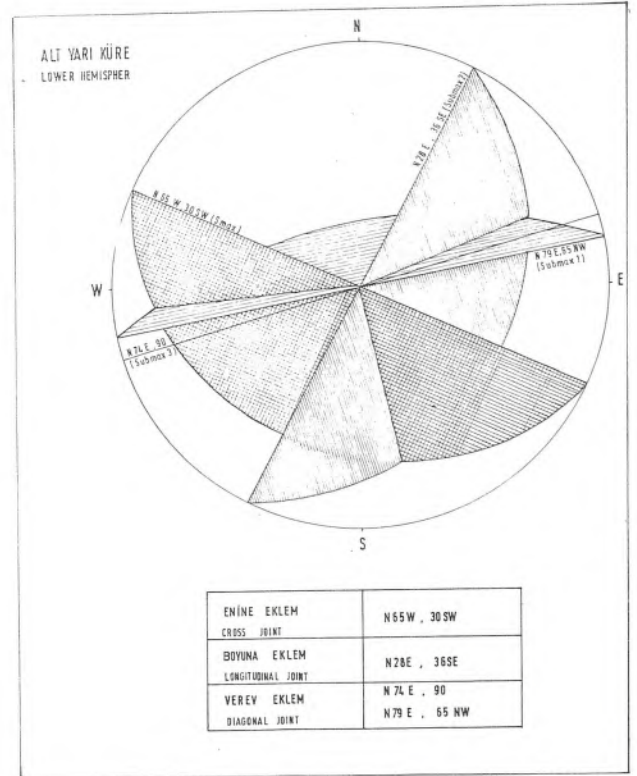
Çetinçe Kalesi kireçtaşı orta sertlikte olup orta derecede faylı ve kıvrımlıdır, A=12 (tablo 1). Orta derecede eklemli Ç.K. kireçtaşına ait eklem örneğine göre (Şekil 5 ve6), tünelin açma yönü tünel eksenine dik ve eğim yönünde önemli eklemlerin eğimi 50°-90° arasındadır B=28 (Tablo 2). Az ayrılmış eklemlerden dakikada 200 galondan az su beklenmektedir, C=15 (Tablo 3) sonuç olarak RSR=55 bulunmuş olup gerekli destekleme önlemi Şekil 13 yardımıyla Tablo-4'te gösterilmiştir.





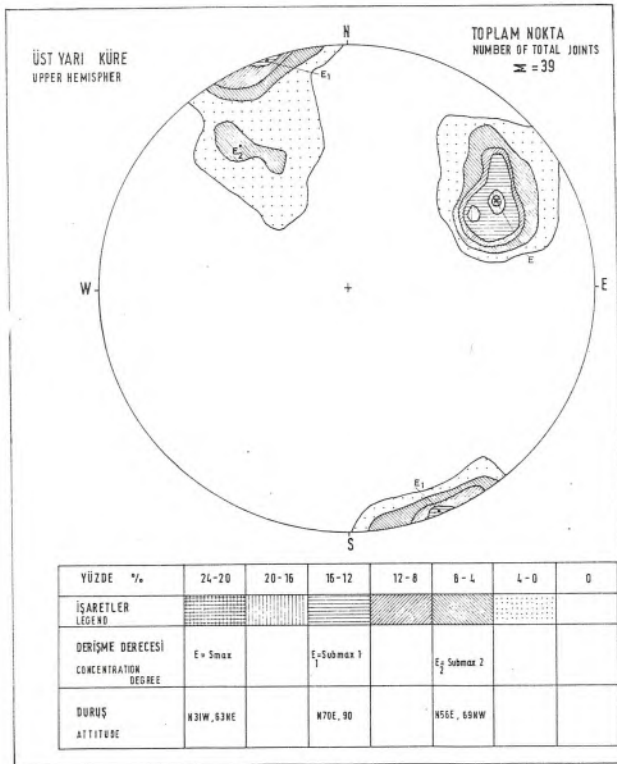
Şekil 5. Çetince kalesi kireçtaşı biriminde eklemlerin eşit alan izdüşümü.

Figure 5. Equal-area projection of the joints measured in Çetince Kalesi limestone unit.



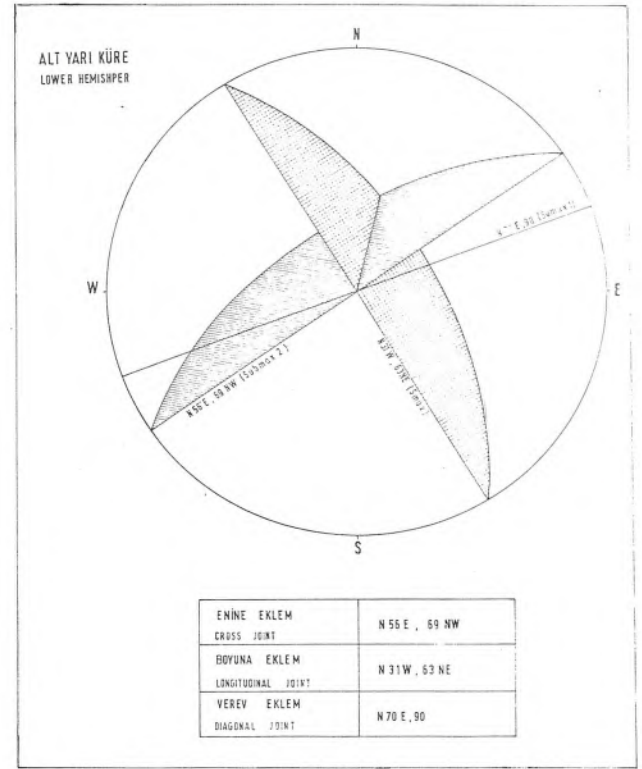
Şekil 6. Çetince Kalesi kireçtaşı birimindeki eklemlerin stereografik izdüşümü.

Figure 6. Stereographic projection of the joints of the Çetince Kalesi izdüşümü



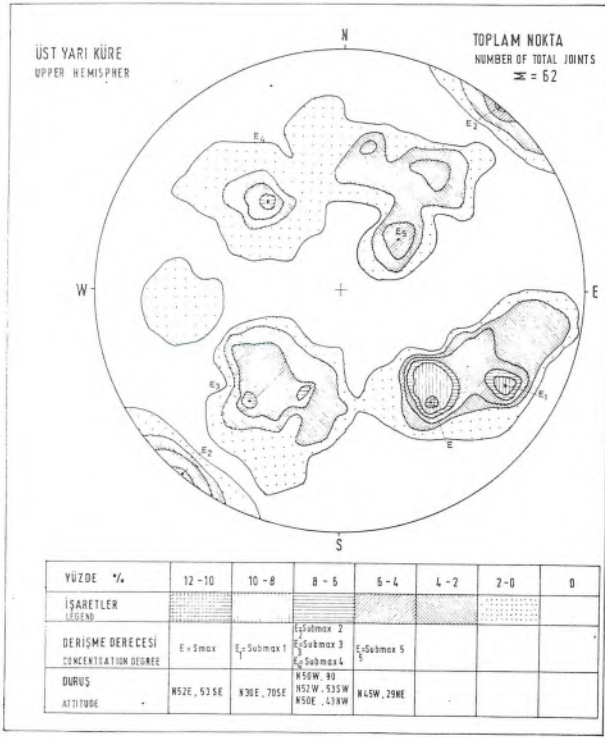
Şekil 7. Tahtacı kireçtaşı biriminde eklemlerin eşit alan izdüşümü.

Figure 7. Equal-area projection of the joints measured in Tahtacı limestone unit.

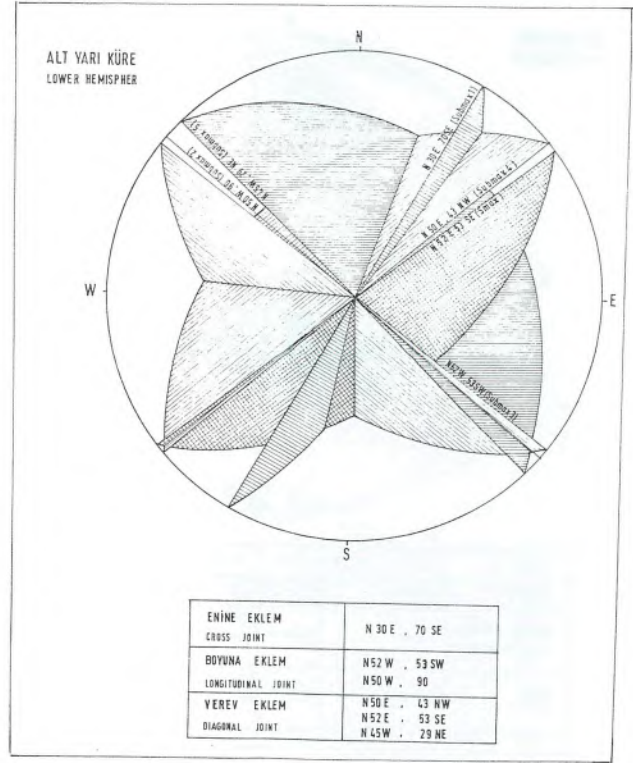


Şekil 8. Tahtacı kireçtaşı birimindeki eklemlerin stereografik izdüşümü.

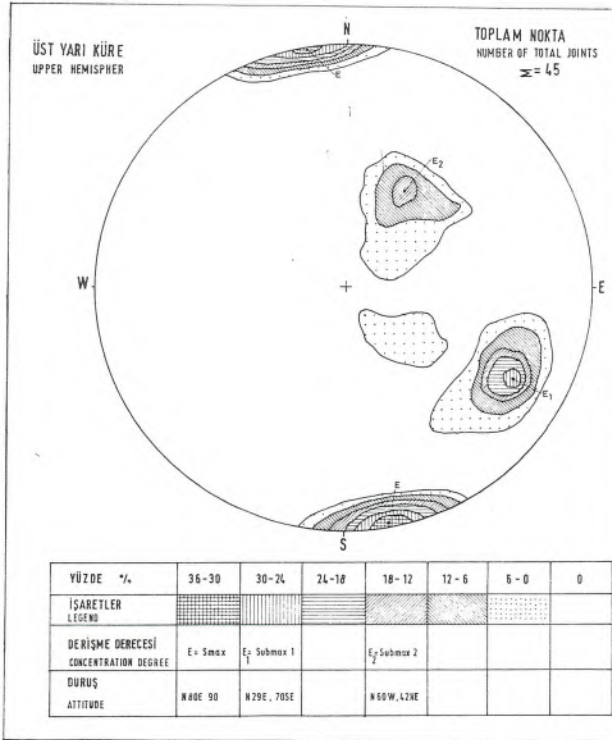
Figure 8. Stereographic projection of the joints of the Tahtacı limestone unit.



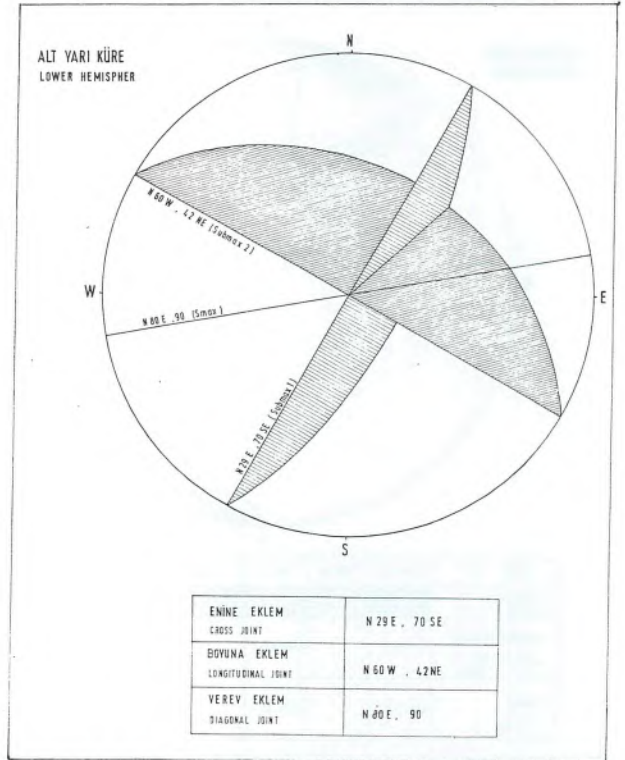
Şekil 9. Kükürce kireçtaşı biriminde eklemlerin eşit alan izdüşümü.  
Figure 9. Equal-area projection of the joints measured in Kükürce limestone unit.



Şekil 10. Kükürce kireçtaşı birimindeki eklemlerin stereografik izdüşümü.  
Figure 10. Stereographic projection of the joints of the Kükürce limestone unit.



Şekil 11. Azıtepe kireçtaşı biriminde eklemlerin eşit alan izdüşümü.  
Figure 11. Equal-area projection of the joints measured in Azıtepe limestone unit.



Şekil 12. Azıtepe kireçtaşı birimindeki eklemlerin stereografik izdüşümü.  
Figure 12. Stereographic projection of the joints of the Azıtepe limestone unit.

Reklenen su akımı (Dakikada galon/1000) Anticipated Water Inflow (gpm/1000)	RSR C PARAMETRESİ YERALTISUYU EKLEM DURUMU			RSR PARAMETER C GROUND WATER JOINT CONDITION		
	A VE B PARAMETRELERİ TOPLAMI			SUM OF PARAMETERS A + B		
	13 - 44			45 - 75		
	EKLEM DURUMU/Joint Condition*					
	İyi/Good	Orta/Fair	Fena/Poor	İyi/Good	Orta/Fair	Fena/Poor
Hic yok/ None	22	18	12	25	22	18
Az (<200 galon/ dak. Slight(<200 gpm)	19	15	9	23	19	14
Orta (200-1000 galon/ dak.) Moderate (200-1000 gpm)	15	11	7	21	16	12
Çok (>1000 galon / dak.) Heavy (>1000 gpm)	10	8	5	18	14	10

\* Eklem Durumu : İyi = Sıkı veya çimentolu  
Orta = Az gunlenmiş veya ayrılmış  
Fena = Çok gunlenmiş, ayrılmış veya açık.

\* Joint condition : Good = Tight or cemented  
Fair = Slightly weathered or altered  
Poor = Severely weathered, altered or open

Tablo 3. RSR - C Parametresi.  
(Wickham ve Diğerleri, 1974'den alınmıştır.)

Table 3. RSR - Parameter C.  
(After Wickham et al '1974)

	Marn	C.K. Kct.	T. Kct.	K. Kct.	A. Kct.
	Marl	C.K. Lms.	T. Lms.	K. Lms.	A. Lms.
A Parametresi	18	12	18	18	12
Parameter A	18	12	18	18	12
B Parametresi	19	28	28	19	19
Parameter B	19	28	28	19	19
C Parametresi	15	15	16	15	9
Parameter C	15	15	16	15	9
RSR=A+B+C	52	55	62	52	40
Destek No.	1	2	3	4	5
Support Num.	1	2	3	4	5

Destek 1 : 1 m. aralıklı bulonlar ve 75 mm. püskürtme betonu veya 1.2 m. aralıklı çelik kafes (6H20).  
Support 1 : Bolts spaced 1 m. and 75 mm. shotcrete or ribs 6H20 at 1.2 m.

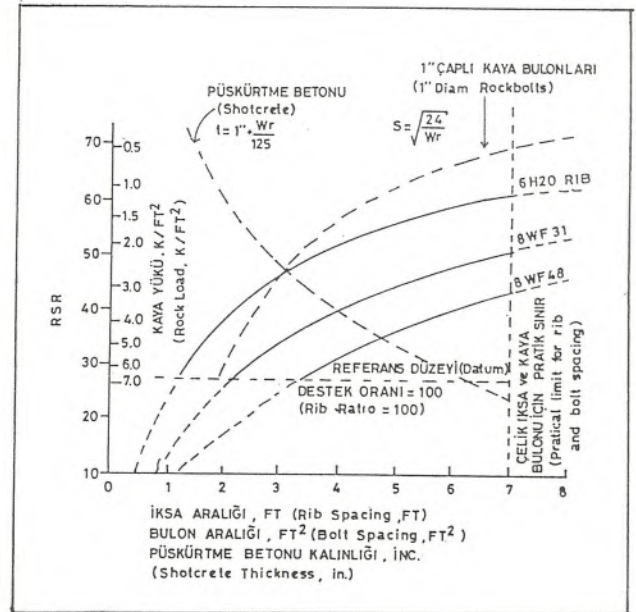
Destek 2 : 1.2 m aralıklı bulonlar ve 72 mm. püskürtme betonu veya 1.5 m aralıklı çelik kafes (6H20).  
Support 2 : Bolts spaced 1.2 m. and 72 mm. shotcrete or ribs 6H20 at 1.5 m.

Destek 3 : 1.5 m aralıklı bulonlar ve 57 mm. püskürtme betonu.  
Support 3 : Bolts spaced 1.5 m. and 57 mm. shotcrete

Destek 4 : 1 m aralıklı bulonlar ve 75 mm. püskürtme betonu veya 1.5 m aralıklı çelik kafes (6H20).  
Support 4 : Bolts spaced 1 m. and 75 mm. shotcrete or ribs 6H20 at 1.5 m.

Destek 5 : 80 mm aralıklı bulonlar ve 120 mm. püskürtme betonu veya 90 mm aralıklı çelik kafes (6H20) veya 1.2 m. aralıklı çelik kafes (8WF48).  
Support 5 : Bolts spaced 80 mm. and 120 mm. shotcrete or ribs 6H20 at 0.8 m or ribs 8WF48 at 1.2 m.

Tablo 4. Alaköprü-İhsu kuvvet tünel güzergahı boyunca yapılan RSR sınıflaması  
Table 4. RSR classification along the Alaköprü-İhsu power tunnel.



Şekil 13. 20 feet çaplı tünel için iksa abağı.  
(Wickham ve Diğerleri, 1974'den alınmıştır.)  
Figure 13. Support chart for 20 feet diameter tunnel.  
(after Wickham et al, 1974)

Tahtacı kireçtaşı orta sertlikte, az derecede faylı ve kıvrımlıdır, A= 18 (Tablo 1). Tahtacı kireçtaşına ait eklem örneğine göre (Şekil 7 ve 8) tünelin açma yönü tünel eksenine dik ve eğim yönünde olup önemli eklemlerin eğimi 50°-90° arasındadır B=28 (Tablo 2). Az ayrılmış eklemlerden dakikada 200-1000 galon arasında su beklenmektedir C= 11 (Tablo 3). Buradan Tahtacı kireçtaşına ait RSR değeri 57 olup gerekli destekleme önlemi (Şekil 13) Tablo 4'te gösterilmiştir.

Kükürce kireçtaşı orta sertlikte az kıvrımlı ve faylıdır. A=18 (Tablo 1). Kükürce kireçtaşına ait eklem örneğine göre (Şekil 9 ve 10) tünelin açma yönü tünel eksenine paralel ve önemli eklemlerin eğimi 50°-90° arasındadır B=19 (Tablo 2). Az günlenmiş veya ayrılmış eklemlerden dakikada 200 galondan az su beklenmektedir C=15 (Tablo 3). Buradan RSR değeri 52 bulunmuştur. Kükürce için destekleme önlemi Şekil 13 teki grafik yardımı ile bulunmuş ve Tablo 4'de gösterilmiştir.

Azıtepe kireçtaşı orta sertlikte, orta derecede faylı ve kıvrımlıdır A= 12 (Tablo 1). Azıtepe kireçtaşına ait eklem örneğine göre (Şekil 11 ve 12) tünelin açma yönü tünel eksenine dik ve eğim yönündedir. Sık eklemlerli olan azıtepe kireçtaşında önemli eklemlerin eğimi 50°-90° arasında değişmektedir B= 19 (Tablo 2). Çok günlenmiş, ayrılmış eklemlerden dakikada 200 galondan az su beklenmektedir C=9 (Tablo 3). RSR= 40 olup gerekli destekleme önlemi Tablo 4'te gösterilmiştir.

İnceleme alanındaki ofiyolitli melanjin matriksini oluşturan kaya birimleri, oldukça bozulmuş ve dayanımsız olduklarından RSR sınıflamasına göre çok zayıf kaya durumundadırlar. Matriks için gerekli iksa; çok sık aralıklı bulonlar ve kalın püskürtme betonu ile 6H<sub>2</sub>O ebatında çelik kafestir.

## SONUÇLAR

Alaköprü-İhsu kuvvet tünel güzergahındaki kaya birimleri RSR (Rock structure rating) sınıflamasına göre değerlendirilmiş ve her ayrı birim için farklı destekleme önlemleri önerilmiştir. Gerekli destekleme önlemlerinin alınması şartı ile Alaköprü-İhsu kuvvet tünel güzergahı, tünel inşaatı için uygundur.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Ertunç, A., 1977, Gökusu-Ermenek bent yeri olanakları ve göl alanları jeoloji ön raporu: EİE yayını, 77-39, Ankara.
- Öneç, s., 1987, Ermenek baraj yeri jeoteknik ara raporu: EİE yayını, 87-64, Ankara.
- Özsan, A., 1989, Görmel baraj yeri ve göl alanının (Ermenek-Konya) mühendislik jeolojisi ve kayaların jeoteknik özellikleri: Türkiye Jeol. Bült., 32/1-2, 9-13.
- Özsan, A., 1990, Görmel barajı (Ermenek, GD- Konya) Kuvvet tünel güzergahının mühendislik jeolojisi incelemesi: Jeoloji Mühendisliği, 36, 5-10).
- Wickham, G.E., Tiedemann, H.R., and Skinner, E.H., 1972, Support Determination Based on Geologic Prediction: Proceedings, Rapid Excavation Tunneling Conference, American Institution of Mining Engineers, pp 43-64.
- Wickham, G.E., Tiedemann, H.R., and Skinner, E. H., 1974, Ground Support Prediction Model-RSR Concept: Proceedings, Rapid Excavation Tunneling Conference, American Institution of Mining Engineers, New York, pp 691-707.

## LEVHA TEKTONİĞİ VE ADA YAYLARI\*

Çeviren : Ali DİNÇEL

MTA Genel Müdürlüğü, Araştırma Planlama ve Koordinasyon Dairesi, ANKARA

**ÖZ :** 1960 ların sonunda hızla gelişen levha tektoniği kavramı ada yaylarının anlaşılmasını olanaklı kılmıştır. Bu tarihten önce, konuyla ilgili kavramlar yavaş yerleşmiş, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde karşıt görüşlü yerbilim anlayışı tarafından engellenmiştir.

Ada yaylarının volkanik kuşakları, yitilen levhaların yaklaşık 100 km üstünde oluşurlar. Yakınsayan levha sınırları zama-na bağlı olarak karmaşık bir şekilde gelişirler ve büyük ölçüde uzunlukları boyunca değişirler. Depremsellik, daldıklarından daha dik bir şekilde batan ve ilerleyen üst levhalar tarafından ezilen dilimlerin yörüngelerini değil ama durumlarını belirler. Yitim, içi duraylı bir levhanın belli bir zamanda yalnızca bir kenarının altında meydana gelir. Yüzeysel bir eklenir kamanın arkasındaki ezilen levhadaki egemen rejim, çarpışmanın olduğu yer hariç yayılımlıdır. Yay ardı havzası litosferi, uzayan ve kendi kavilerini arttıran, göçen ada yaylarının arkasında veya onlar tarafından oluşturulur. Bir çarpışma iki aktif yayı karşılaştırır. Bu durumda araya gelen litosfer, ya her ikisinin, ya da bir aktif kenarın yahut bir pasif kenarın altında batar. Genel olarak her tip çarpışmayı, kümenin dışındaki yeni bir hendek (trench) den gelen hafif kabuğun bileşik kütesinin altındaki yeni yitimin kırılması izler. Buna karşılık, yeni bir yitim sistemi yaygın olarak çarpışma ürünüdür. Yay ardı havzası kabuğunun bir şeridi bir çok durumlarda, yeni hendeğin önünde kümeye bağlanmak üzere ayrılır ve ön kenarı kendi altında doldurulan melanj olarak yükseltelen, bir yay öntü havzası için temele dönüşür.

Hendeklerdeki çökme hakim bir şekilde uzunlamasına ve uzak kaynaklardan olabilir. Eklenir kamalar dinamikdir, bu kamalar tektonik eklenmelerle her iki uçta ve dipte oluşan kalınlaşmalarla ve ileriye doğru gravite akmalarıyla oluşan incelmelerle meydana gelirler; melanj ise büyük ölçüde, tektonik üst üste gelmeler ve akıntı sürüklenmeleri şeklindeki zıt işlemlerin ürünüdür, denizaltı kaymalarıyla ilgili değildir. Yüksek basınç metamorfik kayaları, üst üste levhaların önündeki kamalar içinde değil, bu levhaların altında oluşurlar.

Yay mağmaları, litosferin gelişen bileşimi ile uyumlu olarak değişen ve litosfer içinde yükselen malzemeleri çokça birleştirir. Yay kabuğu, intrüzyon kayalar ve termal genişlemelerle jeantiklinal şekilde kabarıp. Denizaltı ada yayı volkanik kayaları deniz suyu ile olan hidrotermal reaksiyon sonucunda sodyum zenginleşmesi ve kalsiyum tükenmesi nedeniyle geniş ölçüde spilitleşirler. Olgunlaşmış ada yaylarının alt kabuğu, mafik, ortaç ve felsik-orta bileşimindeki granülit fasiyesi kayalarından ibarettir. Mohorovicic süreksizliği, başlıca ultramafik bileşiminde çok miktardaki kayaların kristalleşmelerinin yüzeysel limitini temsil eden bir yapıcı sınırdır.

### GİRİŞ

Yay sistemleri, kıtasal, geçiş veya okyanusal nitelikte olabilen üst üste gelen levhaların altında, batan okyanusal levhalarda gelişirler. Pekçok tekçe yay, değişik kabuk tipleri ile karşılaşmalar bile devamlıdır. Kıtasal ve okyanusal yaylar ise bir devamlılık içindedir ve beraberce gözden geçirilmelidir. Yaylar sabit durumdaki sistemler değildirler. Hızlı ve karmaşık şekilde gelişir ve değişirler. Tek bir devamlı yayın farklı kısımları bile büyük oranda farklı tarihçe ve özelliklere sahip olabilirler. Yaylar genel olarak diğer yaylar ve hafif kabuksal kütleler arasındaki çarpışmalarda, sonucu tersine çeviren yitimler tarafından açılırlar ve çarpışma tarihçeleri gidişleri boyunca oldukça değişir. Yayların okyanusal kesimleri zaman içinde göç ederler ve uzarlar. Devamlı bir yayın bir kesimi, on milyonlarca yıl sonra başka bir kesimden açılabilir.

Böyle özellikler pekçok modern yay sistemleriyle açıklanabilmektedir. Daha sonraki tartışmada başlıca örnekler olarak Endonezya-Güney Filipin-Batı Malezya bölgesi yayları kullanılacaktır. Bu tercih hem en iyi bildiğimiz yer olması, hem de modern değişiklikler ve karmaşıklıklar açısından en büyük özellikler taşınması nedeniye yapılmıştır.

Bu makalenin birinci bölümünde, 1970'de ada yayları fikrinin doğmasını mümkün kılan hareketlilik kavramının gelişmesi yeniden gözden geçirilecektir. Deneyimden elde edilenler, hem okyanusal özellikler hem de kıtalara eklenen topluluklar olarak ada yaylarının karakterlerinin ve davranışlarının bir özetidir.

### KAVRAMLARIN GELİŞMESİ

Bugün kabul edilmiş olan basit ada yayları fikrinin gelişmesi, 1960'lardan önce yerbilimleri toplumlarının çoğunda, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde büyük ölçekli yanal hareketlilik konusunda oldukça yavaş ve kararsız şekilde oluyordu. Burada vurgulanan yavaş gelişme, Amerika Jeoloji Kurumu'nun (GSA) yayınlarında yer alan ve kıtaların kayması lehinde düşünen bir jeolog olarak kendi görüşlerimi ve deneylerimi de kapsamaktadır. Menard (1968) mükemmel bir katılımcı görüş olarak 1960'lardaki deniz jeofiziği verilerinden hareketle deniz tabanı yayılması ve dolayısıyla levha tektoniği hakkındaki kavramların gelişimini sunmuştur. Glen (1982), bu evrimdeki anahtar bileşeni sağlayan paleomanyetik zaman skalasının gelişimini açıklamıştır.

\* Geological Society of America Bulletin adlı derginin 1988 yılında yayımlanan 100. sayısında, W.B. Hamilton tarafından yazılan ve 1503-1527 sayfalar arasında basılan "Plate tectonics and island arcs" adlı makaleden tercüme edilmiştir.

## Hareketçiler ve Sabitçiler

Kıtaların sürüklenmesi teorisi ile ilgili ilk önemli öneri Frank Taylor'un (1910) GSA bülteninde yayınlanan makalesidir. Taylor Atlantik Ortası Sırtı'ndan ve Arktik Okyanusu'ndan uzağa kayarak sürüklenen Atlantik ve kuzey kıtalarının önünde kıvrımlanmakta olan "Tethyan" ve "Pasifiği Dolayan" orojenik kuşakları önermiştir. Hendekler bunların üzerine ters fayla gelen yayların ağırlığı ile sıkıştırılırlar. Güney Alaska'daki tektonik gidişlerinin 90° lik sapması (Carey'in daha sonraki terminolojisine göre) bir "oroklin"di. Nares Daralması bir doğrudu atımlı faydır. Kanada yayı bölgesinin geometrisi ise, Groenland, Baffin, Arktik Adaları ve Kanada anakarasının ayrı levhalar olarak hareket etmesini gerektirir. Taylor C(1860-1938), Büyük Göller bölgesinin Pleyistosen jeolojisi hakkında pekçok makale yayınlamıştır ve yayılan buz kütleleriyle benzerlik kurarak, kıta sürüklenmesi kavramına yönelen görüşlerin güçlenmesini sağlamıştır.

Levha tektoniği yolundaki bazı ana çalışmalar 1960 öncesinde, Amerika Birleşik Devletleri dışında görülmektedir. Meteorolog Alfred Wegener (1915 ve sonraki revizyon çalışmalarında), Gondwana kıtalarının paleoklimatik ve paleontolojik özelliklerinin gerektirdiği, yanyana gelme durumlarını tanımlamış ve okyanusların yoğunluğu fazla olan malzeme tarafından örtüldüğü sonucuna varmıştır. Emile Argand (1924) kıtaların içindeki orojenik kuşakların kıta çarpışmalarının ürünü olduğunu görmüştür. Deniz tabanı yayılmasını ve yitimini sınırlı olarak kavramış olan Argand, ada yaylarını göç eden kıvrımlanmış kütleler olarak düşünmüştür. Aynı zamanda Argand, Kuzey Atlantik Okyanusu'nun çarpışma ile Appalach'ları ve Caledonid'leri oluşturarak Paleozoyik esnasında kapandığını, sonraları tekrar açıldığını varsamış ve erken okyanus için "Proto-Atlantik Okyanusu" terimini kullanmıştır (Wilson, 1966, hatalı olarak bu kavrama kırk yıl sonra başvurmuştur.) Arthur Holmes (1931 ve diğer makaleleri) sürüklenme için diğer jeolojik kanıtları da eklemiştir. Bu modelin açıkça belirlenmesinden 30 yıl önce sürüklenmenin nedeni olarak, yayılan okyanus havzalarının altındaki yükselen ve iraksayan mantonun konveksiyon akımlarını ve göç eden hendeklerdeki iraksama ve batmayı göstermiştir. A.L. Du Toit (1937) Gondwana kıtaları arasındaki jeolojik bağlantıların çözümünü sistematize etmiş ve büyük ölçüde açıklamıştır. S.W. Carey (1959) hernekadar genişleyen bir dünya kavramı içinde bocalamışsa da pekçok görüşü doğru olarak kanıtlayan hareketli kıtalar tektoniğinin global bir analizini yayımlamıştır.

Clegg, Almond ve Stubbs (Clegg ve diğerleri 1954) Triyas tabakalarında ölçtükleri manyetikleşme yönlerini, Britanya'nın Triyas sonrası dönmesi ve enlemsel değişmesinin kanıtları olarak önermişlerdir. Hemen sonra diğer İngilizler (Creer ve diğerleri 1957, Runcorn, 1959 gibi) ve başka gruplar sürüklenmenin güçlü kanıtları olarak vurguladıkları kıtasal paleomanyetik verileri sunmuşlardır. Cox ve Doell (1960), GSA bülteni için global paleomanyetik verileri yeniden gözden geçirmişler, sabitçilik yönünde açıklamalar getirme amacıyla olmalarına rağmen, elde ettikleri pekçok kanıtlarla, birkaç yıl içinde, sürüklenmenin sorumlusu durumuna gelmişlerdir. Paleomanyetik verileri sürüklenme lehine kullanan çağdaş ve kapsamlı bir sentez (Deutsch, 1963; yazılışı 1960), Arthur Munyan tarafından düzenlenen ve sürüklenme lehinde düşünenlerin

de çağrıldığı ender sempozyumlardan birinde yayınlanmıştır. O sıralar bu yönde yazan ve bildiri verenlerin az sayıda olmalarına rağmen, paleomanyetik enlemler, paleoklimatik ve paleocoğrafik verilerden elde edilenlerle bağdaştırılmıştır ve tamamlayıcı veriler sadece kıtasal sürüklenmeye değil, çarpışan daha az sayıdaki kıtaların arasındaki orojenik kuşaklarla, kıtaların kümelenmesine de yaygınlaştırılmıştır (Böyle bir ilişkinin sınırlı ve modern bir şekilde yeniden gözden geçirilmesi Vander Voo tarafından yapılmıştır, 1988). Opdyke ve Runcorn (1960) Amerika Birleşik Devletleri'nin batısında, Geç Paleozoyik'teki Paleo-rüzgar yönlerinin, Paleomanyetik enlemlerden tahmin edilen alize rüzgarlarının yönlenmelerine uyduğunu tartışmışlardır.

1969'dan önce, sabitçilik dönemlerinde, Kuzey Amerika'nın çeşitli bölümlerinin jeolojisini açıklayan makalelerle dolu GSA yayınlarına hareketçilik (mobilizm) maalesef yavaş yavaş gelmiştir. Gutenberg (1936) Pasifik Havzası'nın üstüne binen Atlantik Okyanusu'nun gravitasyonel düzleşme ve yanyana olan kıtaların yayılması ile açıldığını ileri sürmüştü ve Atlantik Okyanusu'nun ince bir kıtasal kabuğa sahip olduğunu göstermek için telesmik verileri yanlış yorumlamıştır. Halbuki Wegener bunun böyle olmadığı sonucuna varmıştır. Gutenberg (1954) bizim şimdi derin mantodan gelen litosfer levhalarının yeniden birleştikleri kuşak olarak tanımladığımız düşük hızlı bir astenosfer için kanıtlarını özetlemiştir. Benioff (1949, 1954) hendeklerden yaya doğru dalan eğik sismik zonları (daha önce Japonya'da K. Wadadi ve Güney Amerika'da H.H. Tuner tarafından tanımlanmıştır) ve zonlardaki sığ kosmik kaymanın ters fay özelliğini açıklamıştır.

GSA makalelerinde orojenez hakkında nadiren yapılan geniş sentezler genellikle çöken jeosenklinaller, büzülmeler, termal yükselmeler ve sübsidans ve gravite kaymaları konularının çeşitli şekilleri halindeydi. Jeolog Billings (1960) ve jeofizikçi Birch (1965) megatektonik hakkında yaptıkları GSA başkanlık söylevlerinde, her ikisi de, hareketçiliği reddetmek yönünde aşırı derecede etkili olmuşlar ve petrolog Knopf (1948) tarafından verilen daha önceki söylevi gözardı etmişlerdir. Gilluly'de (1949) söylevinde sürüklenmeye yer vermiştir. Kendisi 1950'lerde geçici olarak bunun savunucusu olmuş, 1960'larda ise açık savunulardan biri durumuna gelmiştir.

Benim dünyadaki hareketliliğe ait görüşü kabullenmem, mezun olduğum okulda, Du Toit'nın (1937) "Dolaşan Kıtalarımız" başlıklı makalesiyle ilgili verdiğim 1949 tarihli konferansa olmuştur. Du Toit, Holmes ve diğerlerinin kıtaların sürüklenmesi gerçeğini kanıtlarıyla ortaya koymalarına rağmen Amerikan jeologlarının ve jeofizikçilerinin çoğu konuya ilgi göstermemişlerdir. Du Toit'nın oluşturduğu jeoloji konusundaki görüşlerinin gerçekten temsil edildiğini anladığım Antarktika'daki 1958 arazi mevsimindeki çalışmalarından sonra ben de (Hamilton, 1963c, 1964d; yazılışları 1960 ve 1961; gibi) sürüklenme lehindeki konularda yazmaya ve bildiri vermeye başladım. Bu yıllarda nadiren yapılan hareketçilik sempozyumlarının dışında, yayınlanmış sürüklenme lehinde materyel bulmak genel olarak güçtü. Halbuki sürüklenme karşıtı makale yayınlamak kolaydı ve övgüyle karşılanıyordu. Okyanus kabuğunun manyetik lineasyonlarının, normal ve ters jeoman-yetik alanların ardışıklı dönemleri sırasında deniz tabanı yayılmasına bağlı olduğunu doğru olarak yorumlayan bir 1962 tarihli L.W. Morley

tasarımı, hem Nature'da hem de Journal of Geophysical Research'de (JGR; Glen 1982) reddedilmişti. Diğer taraftan, kıtaların sürüklenmesini imkansız kılan Yer'in katılığı ve ısı kaybını gözönüne alarak geçersiz varsayımlara dayanan G.J.F. Mac Donald, genç bir bilim adamı olarak defalarca yayımlanan hesaplamalarıyla (örneğin Mac Donald 1964) geniş bir çevrede alkışlanıyordu (kötü varsayımları birleştirerek çok sayıda jeofiziksel model kurma girişimleri hala devam ediyor, fakat bugünlerdeki varsayımlar daha çok hareketçilik doğrultusundadır). F.G. Stehli'nin su sıcaklıklarını gösteren Permiyen fosillerinin dağılımını yanlış anladığı, pekçok sürüklenme karşıtı makalesi (Stehli 1957, 70 ve pekçok diğeri) belli başlı dergilerde yayımlanmıştır. JRG, Axelrod'un paleofloraların akla uygun açıklamalarını içeren bir sürüklenme karşıtı makalesini yayımlamıştır (1963; o tarihten beri de sürüklenme için önemli biyocoğrafik kanıtları yayınlamaktadır). Ben ayrıntılı bir sürüklenme lehinde makale yazarak bunu çürütmek istedim, fakat editör, belgeye dayanmayan yalnızca kısa bir notu kabul edebildi (Hamilton, 1964). Kıtaların sürüklenmesi ve kümelenmesi konusunda Geç Paleozoyik ve daha genç dönemlere ait paleontolojik, paleoklimatik ve paleomanyetik kanıtların global ölçekte sunulduğu uzun bir incelememi, 1960'ların başlarında U.S. Geological Survey'in monografik yayını için yazmıştım. Bu tez içeriğine göre esas itibarıyla doğrudurdu. Fakat yazı karşıt görüşlü inceleme kurulu üyelerinin birinden diğerine devredilmesiyle 2 yıl boyunca geciktirildi ve ben vazgeçmek zorunda kaldım. Bu monografinin bazı bölümleri kısa makaleler halinde yayımlanmıştır (örneğin Hamilton, 1964 ve 1968; sonuncusunun yazılma tarihi 1965'tir.)

San Andreas Fayı üzerindeki pek geniş doğrultu atımlı ötelenme, Nill ve Dibblee (1953) tarafından bir GSA makalesinde belirtilmişti. Benim ilk GSA makalem (Hamilton, 1961) bunun üzerine inşa edilerek San Andreas Fayı ile California Körfezi'nin oblik açılması arasında bağlantı kuruyordu (Yazımın müsveddesi Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists tarafından gülünç bir spekülasyon diye nitelendirilerek reddedilmişti ve gerçekten de önerdiğim mekanizma gülünçtü). Gondwana kıtalarındaki Üst Paleozoyik tillitlerinin dağılımı, Amerikan jeologlarının bu çökellerin buzullara ait olmadıkları şeklindeki eğilimlerine karşın, buldukları kıtalardaki jeologlar tarafından uzun zamandan beri kıtasal sürüklenmenin kuvvetli kanıtları olarak belirlenmişlerdir. Hamilton ve Krinsley (1967) bunların buzul kökenine sahip olduklarını, arazi kanıtlarına ek olarak petrografik ve elektron - mikrografik kanıtlara dayanarak tekrarlamışlar ve sürüklenme için tartışmışlardır. J.C.Crowell ve arkadaşları, Frakes ve Crowell (1967) ile başlayarak Gondwana'nın buzul çökeltisi tabakalarına sedimentolojik yöntemler uygulamışlar (Frakes ve Crowell, 1969 bir GSA makalesi; 1968'de başka yerde yayımlanan makaleleri) ve buzul malzemelerinin dağılımının kıtasal sürüklenme ile açıklanması gerektiğini tartışmışlardır.

#### Yayımcılar ve Yitimciler

Kıtaların sürüklenmesi için ilk kanıtlar kıtalardan sağlanmıştır ve okyanus tabanının buna nasıl uyduğu ise pek açık değildir. Bazı kıtasal sürüklenme savunucuları, Wegener'den başlayarak, kıta kümelerinin yoğun okyanusal malzemeye karşı yüzdüğünü varsaymışlardır. Oysaki diğerleri, Taylor'dan başlayarak, deniz tabanı yayılmasını düşünmüşlerdir.

Yayıma için doğrudan kanıt 1950'lerde toplanmış olan osea-nografik verilerle sağlanmıştır (Glen, 1982). Bruce Heezen ve Marie Tharp (Heezen ve diğerleri, 1959 olarak) Heezen'in Yer'in genişlemesi nedeniyle yayılan sırtların dünyayı çevreleme özelliklerini tartıştıkları diğer makalelerinden yararlanarak GSA adına okyanusların batimetrik haritalarını sundular. Halbuki Maurice Ewing (Ewing ve diğerleri, 1964) bir süre sırtların yayılmadığını savunmuştu. Raff ve Mason (1961) ise, Vacquer, Raff ve Warren'in (Vacquer ve diğerleri 1961) doğrultu atım olarak yeni yayılım olmadığı anlamında tanımladıkları kuzeybatı ABD'nin batısındaki deniz tabanının manyetik lineasyonlarının bir haritasını sundular.

Holmes (1931) deniz tabanı yayılması, yitim ve göç eden levha sınırları gibi günümüzde kullanılan terimleri tasavvur etmiş, ancak bunlar yerbilimleri toplumunun büyük çoğunluğu tarafından dikkate alınmamıştır. Griggs'in (1939) önerdiği deniz tabanının hendeklerden kıtalara ters faylandığı görüşü de genel bir ilgisizlikle karşılanmıştır. ABD Donanması, sırtların yersel bükülmelerle oluştuğu görüşünde olan Hess (1948) tarafından sunulan, batı-orta Pasifiğin sırtlarının, ada yaylarının ve kenar havzalarının batimetresini yaptı. Dietz (1954) aynı bölge hakkında Japon Danonma haritasını yayınlayarak Japonya ve Okhotsk Denizlerinin ada yayları olarak açıldığını ve kıta parçalarının Asya'dan uzağa göç ettiklerini ileri sürdü. Coats (1962) yitilmeyi belkide açıkça ilk defa tasavvur etti ve çökel kayaların ergimesiyle oluşan mağmatik yayların, Benioff sismik zonu boyunca yayların altına ters faylandığını kabul etti.

Yayımla üretilen deniz tabanının, yitilmeyle yayların ve kıtaların altında kaybolabileceği şeklindeki son tanımlama ilk defa Hess tarafından yapılmıştır (1962, Glen, 1982). Fakat Dietz (1961) bunu daha uygun hale sokmuştur. Onların ilk görüşleri aslında iki boyutluydu ve Holmes'inkilere göre daha ilkelidi. Halbuki Wilson (1961), yayılan sırtların kendiliklerinden göç ettiklerini, boylarını ve şekillerini değiştirdiklerini düşündü. Wilson, 1950'lerde sabitçiliği aşırı bir biçimde savunduğu halde, 1960'ların başlarında hareketçi kavramın önemli bir savunucusu oldu.

#### Levha Tektonikçileri

1963'ten 1968'e kadarki kısa dönemde jeofizik verilerden yararlanılarak yer litosferinin levhalara parçalandığı, tüm diğerlerine göre hareket halinde olanların sırtlarda çekilip ayrıldığı, hendeklerde ise bir diğerinin altına daldığı, transform faylarda birinden diğerine kayarak geçtiği şeklinde görüşler ortaya atılmıştır. Bu oyun dergilerde, özellikle JGR, Nature ve Science'de sahneye konmuştur. Bu dergilerin hepsi önceleri sabitçi görüşün kaleleriydi. Bu gelişmenin tarihçesi Glen (1982), Menard (1986) ve diğerlerinde ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

Vine ve Matthews (1963), Morley'in aksine, okyanus sırtlarına paralel manyetik anomalilerin, normal ve zıt manyetik kutuplaşmaların ardışıklı dönemlerdeki yayılmaları esnasında taşıyıcı kuşak kristalleşmesini kaydettikleri şeklindeki önerilerini yayımlayabilmüşlerdir. Bu önerilerine üç yıl boyunca tarafsız ve karşıt görüşlerin bir karışımı yanıt olarak ileri sürülmüştür. Fakat sonunda değişik gruplarca doğruluğu kabul edilmiştir Bunların arasında, sırtların manyetik simetrisini gösteren ve bir genelleştirilmiş jeomanyetik zaman

ölçeğine sahip derin deniz sondajıyla okyanus kabuğunun yaş belirlenmesini tamamlayan, iyi organize edilmiş Lamont Grubu da (Örneğin Heirtzler ve diğerleri, 1968) vardı. Coode (1965) ve Wilson (1965) da aynı sıralarda, sırtların işaret ötelemeleri olarak bilinen kırık zonlarının, sırtların daha sonraki durumlarını belirtmediklerini, fakat daha çok yayılma yönüne dik durumda bulunan sırt parçaları arasındaki yayılmanın ilerlemesiyle meydana gelen "transform fayları" (Wilson'un terimidir) olduğunu ileri sürmüşlerdir. Sykes (1967) bu kavramla uyum içinde olan kırık zonu depremlerinin kaymasını işaret etmiştir. Diğer jeofizikçiler hareketçi kavramı geliştirmek için daha doğrulayıcı verileri eklemişlerdir.

Euler-levha geometrisi, bir küre etrafında hareket eden şeffaf bir yarıkürede yeniden yapılanmalar oluşturan ve küresel geometriyi birleştirerek yeniden yapılanmaları çizen Carey (1958) tarafından dolaylı olarak kullanılmıştır. Bullard ve diğerleri (1965) Atlantik kıtalarının birbirlerine uymaları için bir bilgisayar kullanmış ve gereken Euler kutbunu açıkça belirtmiştir. Yayılan sırtlar ve transform faylarının küresel geometrisinin gerektirdiği global Euler-levhası davranışına son şekli ilk olarak veren Morgan (1968) olmuştur. Sadece birkaç ay sonra da Mc Kenzie ve Parker (1967; makaleleri Morgan'inkinden sonra yazılmıştır) ve onların arasından Le Pichon (1968) in makaleleri gelmiştir. Bunlar birkaç yıl önce sabitçi makaleler yayınlamışlardı. Mc Kenzie ve Morgan (1961) levhalar arasındaki üçlü kavşağın gelişmesinin geometrik davranışını çözümlenmişlerdir. Levha tektoniği (bu tarihte "yeni global tektonik") açıkça görülen bir gerçektir. Dikkatli davranan pekçok jeofizikçi kolayca ikna olmuşlardır. Halbuki pekçok jeolog onların gerisinde kalmıştı (Benim, az miktarda haberdar olduğum deniz jeofiziğini de birleştirerek, önceki karışık düşüncelerimden dönüştüm, bu konuya karışan jeofizikçilerin bir veya iki yıl ardından 1968'de olmuştur.) Geriye kavramların global jeolojiye uygulanması kalmıştı.

### Kıtasal ve Ada Yayılı Jeologları

Jeologlar en sonunda, içinde ada yayları ve kıtaların özellikleriyle ilgili deneysel bir iskelet kurmuşlardı. Davis (1969) kısmen daha önce algıladığı (Davies, 1968) Mesozoyik yaşlı yitim olayının örneği olarak Klamath Dağlarını tartıştı. Von Huene ve Shor (1969) hernekadar Aleutian Hendeğini yitim olarak değil de aşağı doğru eğrilme olarak yeniden ele almışlarsa da, ada yaylarının levha tektoniği terimlerinden biri olarak yorumlanması GSA Bülteninde ilk defa 1969'da görülmüştür (Isacks ve diğerleri, 1969; Molnar ve Sykes, 1969; Rololfo, 1969). Aynı yıl Jura yaşlı bir tektonik büyüme ve Kretase And tipi tektonik ürün olarak California'nın analizini yaptığım benim makalem yayınlandı. Bu makale, geniş bir orojenik bölgede ada yaylarının ve uzaklardan gelen diğer taşıyıcı kuşak parçalarının toplu olarak ilk defa açıklandığı yayındır (Hamilton, 1969a). (Bu makalenin müsveddeleri, fikirlerimi U.S. Geological Survey inceleyicilerine ve genel görüşlere göre çok aşırı bulan bir danışman tarafından altı ay bekletilmiştir. 1970 GSA toplantısında sunulmak üzere verilmiş buna ait bir özet de reddedilen birkaç istekli makale arasında yer almıştı). Dickinson (1969, 1970 c) ve Hamilton (1969 a, 1969 b) Sierra Nevada gibi batolitlerin kıtasal ada yaylarının kökleri olduklarını, "jeosenklinallerin" anateksillerinin ürünleri olmadıklarını tartışmışlardır. Bu, Hamilton ve

Myers'in (1967), batolitlerin genelde silisli volkanik karmaşıkların üzerine geldiği ve migmatitlerin altında yer aldığı şeklindeki ve o tarihte geniş olarak reddedilmiş olan görüşümüzün daha genişletilmiş haliydi. Mavi şistler gibi yüksek basınç-düşük sıcaklık metamorfik kayalar kuşaklarının hendeklerle olan olası ilişkisi Miyashiro (1961) tarafından Ernst (1965) gibi "aşağı bükülme" ile oluşan gerilme ile açıklanmıştır. Halbuki Blake ve diğerleri (1969) ve Coleman (1967) tektonik "aşırı basınçlar"ı düşünmüşlerdir. Mavi şistlerin yitilmenin koşullarında oluştuğu Ernst (1970) ve Hamilton (1969 a) tarafından açıklanmıştır. Hsü (1968 ve diğer makaleleri), Hamilton'un (1969 a) California kıyıları kama lanma gelişmesi koşullarına bağladığı tarihte, gravite kaymalarına eğilim gösteriyor ve Franciscan melanjları kavramını ortaya atıyordu.

1969'da yedi GSA toplantısının tümünde, hareketçilik konusunda yalnızca bir düzine kadar bildiri sunulmuştur. Bunların yarısı ise sabitçi görüşü savunuyordu. 1969 sonunda William R. Dickinson tarafından California'da Asilomar'da oldukça önemli olan GSA Penrose Konferansı toplanmıştır. Konu "orojenik kuşaklardaki mağmatizma, sedimantasyon ve metamorfizma için yeni global tektoniğin anlamı" idi (Dickinson, 1970 a, 1970 b). Katılan 90 kişi arasında, yalnızca yeni alanda etkin olan birkaç jeolog değil, 1970'ler esnasında levha tektoniği jeolojisine önemli katkılar koyacak pek çok jeolog da bulunuyordu. Dickinson'un konferansı, "yakınsayan levha" tektoniğinin kıtaların evrimini büyük ölçüde kontrol ettiği düşüncesini aniden yaygınlaştırılmıştır.

1970 yılı GSA yayınlarında hareketçi görüş doğrultusundaki makalelerin artış gösterdiği bir yıl olmuştur. Bracey ve Vogt (1970), Grow ve Atwater (1970), ve Luyendyk (1970) ada yaylarının tektoniği hakkında önemli makaleler sunmuşlardır. Atwater (1970) batı Kuzey Amerika'nın Senozoyik Jeolojisi'ni, gelişen üçlü kavşak yapısına oturtmuştur. Bird ve Dewey (1970) Appalaşlar'ı ben de (Hamilton, 1970) Uralidleri, yan yana gelen kıtaların altında ve kıtalara doğru gelişmiş ada yaylarının altında yitilen okyanuslardaki kıtasal çarpışmaların ürünü olarak açıkladık. Coney (1970) sentezcilerin neler öğrendiğini özetledi. Bu arada diğer levha tektoniği makaleleri, sürüklenme lehindeki makaleler ve ayrıca hendekler veya kıta tektoniği ile yitilmenin bir şey yapamayacağını savunan karşıt görüşlü makaleler de vardı. 1970 yılında diğer dergilerde levha tektoniği ve kıtasal jeoloji konusunda, orojenik sistemlere geniş açıdan bakan Dewey ve Bird'ün (1970) ve Dickinson'un volkanizmayı, plutonizmayı ve sedimantasyonu levha kavramı (1970 c) çerçevesinde bütünleştiren önemli makaleleri de vardı.

1970'den beri GSA yayınlarında levha tektoniği, yitilme ve ada yaylarıyla ilgili çok sayıda makale yayınlandı. Ben burada 1970'lerin başlarından itibaren kıtaların ve yayların jeolojisinin anlaşılmasını ileri götüren birkaçına değineceğim. Ada yayı göçmesi ve yay ardı yayılımı Karig (1971, 1972) ve Selater ve diğerleri (1972) tarafından belgelenmiştir. Grow (1973) Aleutian Adaları'ndaki eklenir kama ve yay ardı havzasına dair o tarihe kadarki en iyi jeofiziksel çözümlemeyi getirmiştir. Silver (1971 a, 1971 b) California'nın tektoniğini anlamak için kriter olan Mendocino üçlü kavşağının çözümlenmesine deniz jeofiziğini uyguladı. Barbat (1971) ve Page (1972), California'da Kretase sisteminde okyanus malze-



mesini altına alan dokanağı tanımlamada çok yararlı oldular. Levha tektoniği kavramı içinde Alpin sistem için Dewey ve diğerleri (1973) ve Ernst (1973), Andlar için James (1971), güney Appalaşlar için Hatcher (1972) ve Karayib bölgesi için Malfait ve Dinkelman (1972) geniş sentezler sundular.

Levha tektoniği hernekadar ada yaylarının davranışının doğru olarak anlaşılabilmesi esasına dayandırıldıysa da zorunlu olarak gereken verilerin toplanması uzun zaman almıştır. Hess (1948) ve Dietz (1954) diğerleri arasında, yay sistemlerinin tektonik batimetri üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmışlardır. Kay (1951) bulgularını sabitçi jeosenklinik teorisi ile açıklamış olsa bile ada yaylarını kıtasal orojenik kuşakların önemli bir parçası olarak tanımlamıştır. Bu önemli bir ilerlemedir. Hess (1955) manto peridotit (modern deyimle ofiyolitlerin) kuşaklarının orojenik kuşaklar içinde devamlı olduğunu farketmiş, fakat bunu jeosenklinik teorisi ve dikey tektonikle açıklamıştır. Dietz (1963, 1966) konveksiyon halindeki manto üzerinde kıtasal sürüklenme ile taşıyıcı kuşağın ilişkisini, ayrıca kıta kenarı tektoniği ile yakınsama ve yitim ilişkisini ilk açıklamaya çalışanlardan biri olmuştur. Ben de batı Idaho'nun metavolkanik kayalarının okyanusal ada yayı petrolojisiyle oluştuğunu ve doğu yönünden kıta kabuğu kayaları tarafından bindirmeye uğradığını gösterdim (Hamilton 1963a, 1963 b). Ayrıca, Karayib ve Scotia yay sistemlerinin, kuzey ve güney kanatlarının kenarları üzerinde, doğuya doğru göçeden yaylar halinde levhalandığını (Hamilton, 1963 d. yazılışı 1961) ileri sürdüm. Daha sonra da, batı Pasifik yaylarının arkalarındaki kıtalara göre daha hızlı bir şekilde doğuya doğru göç ettiklerini ileri sürdüm (Hamilton, 1966). 1966 daki makalemde hem okyanusal ada yaylarının hem de kenar denizlerinin tabanlarının kıtasal "öjeosenklinikaller" de birleştiklerini petroloji ilkelerine göre savundum. Krause (1965, 1966) Endonezya ve Malezya yayları ve kenar denizleri için uygun hareketçi görüş doğrultusunda açıklamalar getirmiştir. Burk (1965) denize doğru, Aleutian yayından sahildeki Alaska yayına doğru, şeklinde tanımladığı geçişi açıklayan dikey tektonik açıklamaları yapmıştır. Dickinson ve Hatherton (1967) ve Kuno (1966 ve önceki makaleleri) ada yayı volkanlarının alttaki eğik sismik zonla denetirilmesinde çapraz doğrultulu değişimleri göstermişlerdir. Halbuki daha sonra bu ilişkileri yitilme anlamında algılamışlardır (Dickinson 1969, 1970 c; Hatherton ve Dickinson, 1969). Vening Meinesz (1954) Endonezya yaylarındaki öncü sayılabilecek gravite çalışmasını GSA için özetlemiştir. "İzostatik" anomalileri yay önü sırtları boyunca kuvvetli negatif olarak hesaplamış ve hendeklerin gravitasyonel dengenin uzağında, dinamik olarak aşağı çekildiğini ileri sürmüştür. Buna "tektojeniz" demiştir. Deniz tabanının altındaki tüm malzemenin aynı yoğunlukta olduğu şeklindeki geçersiz varsayımıyla gravite anomalilerini hesaplamıştır. Benzer şekilde bir araştırma da Batı Hint adalarının gravite anomalileri hakkındadır. Ewing ve Worzel (1954), kalın, düşük yoğunluklu malzemenin dinamik dengesizlik değil, negatif anomaliler verdiğini fark etmişlerdir. Bu makalede hendekler için bir açıklama getirmemişlerdir. Halbuki bu dönemdeki diğer makalelerinde ise uzamanın kökenini tartışmışlardır. Biz şimdi (Ewing ve Worzel'in bekledikleri gibi) yay önü sırtları boyunca uzanan eklenir kamaların maksimum kalınlıklarını ve Vening Meinesz'in anomalilerine bu kamaların kalınlıklarının egemen olduğunu biliyoruz. Sırtların ser-

best hava anomalileri pozitifdir ve batimetri ile geniş ölçüde körele edilebilmektedir (Watts ve diğerleri 1978) ve eklenir kamanın yükü, bazı kısımlarda yitilen levhanın kiriş gücüyle desteklenmektedir. Karig ve diğerleri (1976) eklenir kamanın yükselmesiyle yitilen levhaların depresyonunu nicelik bakımından değerlendirmişlerdir.

### Şimdiki Durum

Levha tektoniği bize kıtaların ve ada yaylarının jeolojisini kavramaya başlayabilmemiz için bir temel vermiştir. Modern yakınsayan levha sistemlerinin tektonik ve mağmatik bileşenleri arasındaki ilişkiler çok sistemattiktir. Türetilen genelleştirmeler tahminler yapmamıza, anlamamızı berraklaştırmaya izin vermektedir. Fakat levha tektoniğinin çekim örneğinin apaçık başarısı aşırı bir saygınlık yaratmıştır. Bu güncel levha sistemlerini anlamaktan çok safça türetilen varsayımları yansıtan, geçersiz yakınsayan levha modellerini içeren, jeoloji ve jeofizik literatüründe bir karmaşayı ortaya çıkarmıştır. Problemler sonraki araştırmacı kuşağına aktarılmaktadır. İncelediğim sekiz güncel fiziki jeoloji ders kitabının hepsi levha yakınsamalarına kaba, yanlış anlamalarla bakmaktaydı ve pek çoğunun levha ıraksamalarına bakışı da yeterli değildi.

### LEVHA TEKTONİĞİ

Şimdi yedi büyük, çok sayıda orta ve küçük boyutta olan litosferik levhaların (yapışık levhalar fikri küçük ölçekli sonuç almamıza yetmemektedir) tümü diğerleriyle hareketli ilişki içindedirler. Tüm levha sınırları da yakınsayan, ıraksayan, doğrultulu atımlı, oblik-değişen derecelerde hareket halindedirler. Sınırların pek çoğu da uzunluk ve şekil olarak zamanla büyük değişime uğramaktadırlar. Hernekadar levhalar içte katı (rigid) olmaya, sınırlarda ise karşılıklı eğilimlere meyilli iseler de pek çok levhanın iç kısımları şiddetli deformasyonlara uğramaktadır. Bitişik levhalar arasındaki göreceli hızlar yılda 13 cm. ye kadar çıkmaktadır.

### Mekanizma

Günümüzde büyük levhaların "Tam" hızları (bunların yaklaşık bir toplam sıfırlık çerçevedeki göreceli hızları, gerçek kutupsal sapmaları gözönüne alan veya almayan nitelemelere (Davis ve Solomon, 1985) veya yarı saptanmış sıcak noktalara bakarak yapılan yorumlamalar) sırtların ve kendi çerçevelerindeki hendeklerin uzunluklarıyla doğru orantılı olarak ve kendi içlerindeki kıtasal litosferin miktarıyla ters orantılı olarak denetirilir. (Carlson, 1981). Bu parametreler arasındaki niceliksel denetirmelerden anlaşıldığına göre, levhalar başlıca gravitasyonel kuvvetler tarafından ileri doğru sevk edilir ve ortalama olarak inen dilimin çekişi 2.5 kattır. Sırtlardan uzaktaki levhaların kayması hareketli levhalardaki kadar önemlidir. Halbuki kalın kıtasal litosfer hareketi sürüklenme ile geciktirilir (Carlson 1981). Litosfer ile daha az yoğun astenosfer arasında, bir okyanusal litosfer levhasının temelinin 80 veya 100 km. kabarması, sırt kayması oluşturmak için levhanın tepesinin 3 veya 4 km. lik batimetrik kabarmasından çok daha önemlidir. Böylece belli başlı levha hareketleri, başlıca soğuma neticesinde litosferin yoğunluğunda ve kalınlığındaki büyük yanıl değişimler aracılığıyla açıkça kontrol edilir (Carlson, 1981; Hager ve O'Connell 1981). Oysaki

negatif yüzme kabiliyeti, mekanik davranış ve yitilen dilimlerin deprenselliği büyük ölçüde yoğunluk fazı değişimlerine bağlıdır (Pennington, 1983; Rubie, 1984). Bu karışıklıkların pekçoğu Jarrad (1986) tarafından tartışılmıştır. Litosferin hızı genelde yüksek enlemlere göre alçak enlemlerde daha büyüktür ve böylece Dünya'nın dönmesi, yürütme kuvvetlerine (Solomon ve diğerleri 1975) jiroskopik germe mekanizması tarafından oluşturulan belki de muhtemelen bir ek faktör olarak görülebilir. Küçük levhaların hareketleri başlıca, bitişik büyük levhaların hareketleri tarafından meydana getirilir.

Üst mantodaki konveksiyon, levha hareketinin başlıca nedenlerinden değildir, bu oldukça karmaşık bir oluşumdur (Alvarez, 1982) Yayılan sırtlar levhaların bir tarafa hareket ettikleri yerlerde, sıcak mantonun bir boşluğa fıskırdığı ve sırtların göç ettikleri yerlerde oluşurlar ve oldukça değişen oranlarda şekil ve uzunluk sunarlar. Litosfer hareketlerini karşılayan geri dönen akıntı olasılıkla, okyanusal levhaların altında yayımlı olan astenosferde çok daha fazla oluşur (Chase, 1979). Fakat kıtaların karıştığı Scotia ve Karayib boşluklarında olduğu gibi ince litosferin altındaki kanallarda da konsantrasyon olabilir (Alvarez 1982, bu işlemin Hamilton, 1963 d, tarafından daha önce öngörüldüğünü vurgulamıştır).

Hareket eden levhaların altında, uzun ve sürekli olarak astenosferik yukarı fıskırma yerleri ve volkanizmanın göç eden zonları biçiminde yüzeyde görülen sıcak noktalar, levha kinematığının pekçok çözümü ve açıklamasında yer almışlardır. Bunların yaygın olarak, mantoda tespit edilmiş ısının kaynaklarını temsil ettikleri düşünülmektedir. Alternatif bir açıklama ise sıcak noktaların litosferdeki çoğalan riftlerin ürünü oldukları, bundan sonra dipteki ısınmadan daha çok olan üstteki soğumaya başlıca yanıt oldukları şeklindedir. Sıcak nokta volkanizması, bölgesel levha ve volkano-yüklem basınçlarının karşılıklı etkileşimleriyle ilgili olarak açıklanabilen üst litosfer kırıklarıyla kontrol edilir (Tartışma ve alıntı için konuyla ilgili kaynaklar olarak Clague ve Dalrymple, 1987 ve Brink ve Brocher, 1987'ye bakınız). Okyanusal sıcak noktalar en iyi davrandıkları yerlerde bile birinden diğerine 1-2 cm/yıllık (Molnar ve Stock, 1987) belki de biraz daha fazla hızlarla hareket ederler. Pekçok çizgisel volkanik zincirler sıcak nokta izleri olarak önerilmişlerdir, gerçekten sistematik yaş sıralanmaları yoktur (Turner ve Jarrad 1982 gibi) ve en iyi örnekler fazla düzensizlikler gösterirler. Lav üretkenliğinin levha hızının bir fonksiyonu olmadığı şeklindeki sıcak nokta kavramının gerekliliğine açık bir biçimde rastlanmamıştır (Mc Nutt, 1988).

### Isı ve Zamanla Değişmeler

Levha hareketleri Dünya'nın ısı kaybının çoğunun sorumlusudur. Dünyadaki toplam ısı kaybının % 60'ı, yayılan sırtlardaki mağmatizma tarafından ve sırtlardan hareket etme şeklindeki yeni okyanusal litosferin daha sonraki soğuması tarafından kaybedilir (Sclater ve diğerleri, 1981). Dünya'daki ısı kaybının oranı olasılıkla ısının zamanla azalmasına ve petrolojik termobarometre tarafından tanımlanan eski kabuksal mağmatik olmayan termal gradyanların modern zamanlara göre biraz daha dikçe olmasına bağlıdır. Levha hareketleri zamanla, ortalamaya göre daha yavaşlamaktadır. Bu gelişmede levha oluşumu ve tüketiminde % 10 veya % 20 oranında değişmeler sunan dalgalanmalar olabilmekte, ayrıca kabuk ve mantonun

petrolojik evrimindeki başlıca yöne bağlı olmayan değişiklikler görülebilmektedir (Parsons, 1982 ile karşılaştırın). Bununla birlikte, levha tektoniği şimdi olduğu gibi, en az Proterozoyik ve Fanerozoik sırasındaki kadar açılacak gibi görülmektedir. Arkeen kabuğu daha büyük etkiler göstermektedir ve kısmen daha yüksek sıcaklıktadır, daha genç zamanlardakinden daha fazla mağmatizma ve daha çok ışık çıkartmaktadır, bu da kıta oluşturan elementlerin biraz differansiye olmuş mantodan direkt olarak geldiğini göstermektedir. Oluşan bu özel işlemler çok tartışılmıştır. Çoğumuz Arkeen jeolojisini sonraki zamandan daha fazla ve daha küçük levhaların daha hızlı hareketlerinin kaydedildiği şekilde yorumlamaktayız.

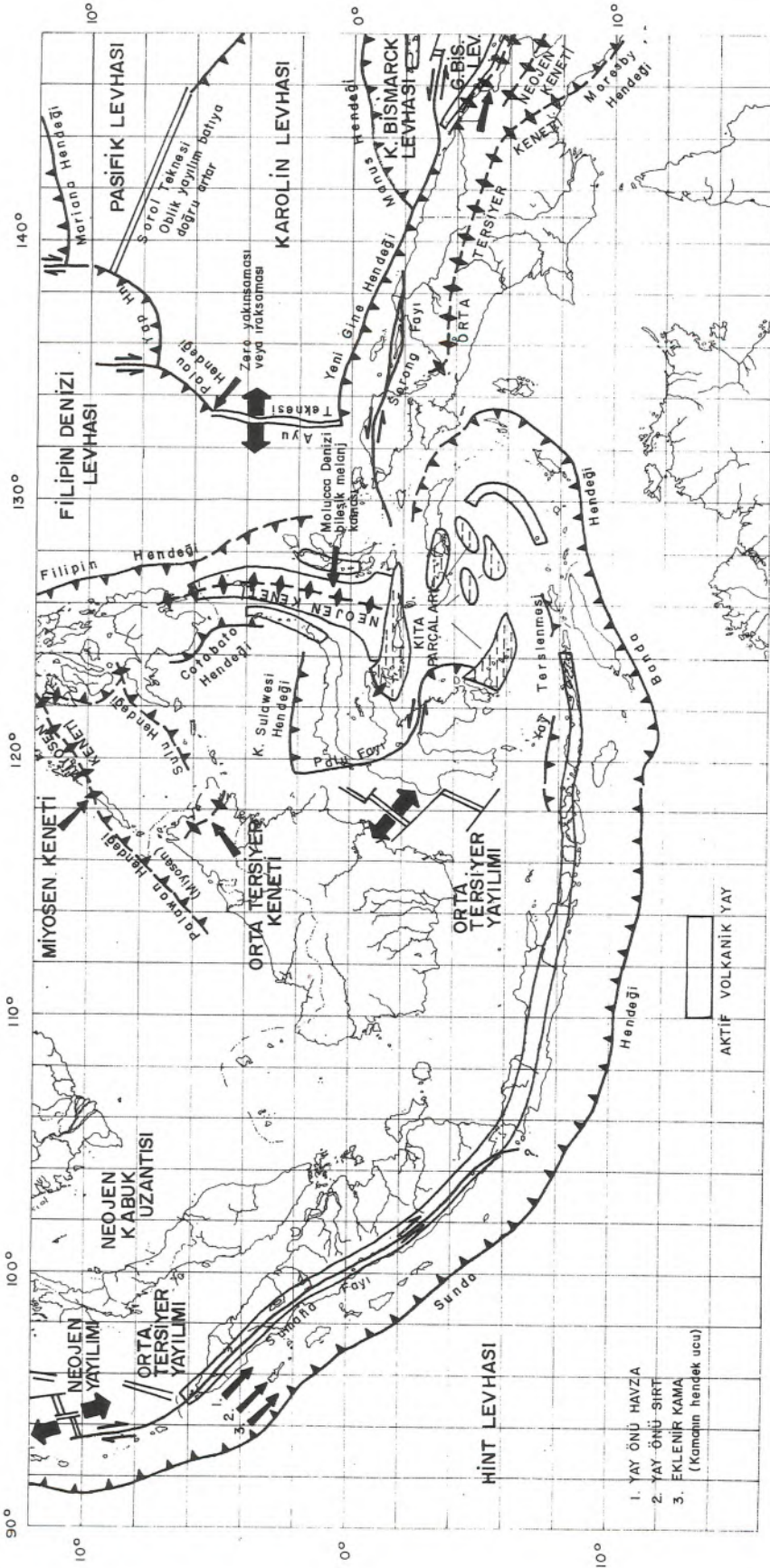
### Yitim

Yayınlanmış tektonik spekülasyonlar ve jeofizik modellemelerin çoğu taklit tahminlerdir. Bunlar yitilen bir levhanın bir menteşe etrafında döndüğü, mantoda tesbit edilmiş bir yarıktan aşağı doğru kaydığı, birbiri üzerine gelen levhaların genel olarak kendi mağmatik yayları ve önülke deformasyonu kuşaklarına çapraz olarak ve sıkışmalı şekilde kısaltıldıkları gibi tahminlerdir. Bu faraziyeler, hem içinde normal okyanusal litosferin yitilen levhası olan modern yakınsayan levha sistemlerinin özellikleri ve Benioff sismik zonuunun makul bir dik eğilmeye sahip olmasıyla, hem de tam levha hareketlerinin çözülmesiyle çürütülmektedirler. En çok yitilen levhalar "tam" harekette ilerlemelerine rağmen, menteşeler genellikle birbiri üzerine gelen levha ilerlemesi şeklinde araya giren okyanusal levhalara doğru geri çekilirler (geriye dönerler). Yitirilen dilimler, dilimlerin yörüngelerini değil de durumlarını gösteren Benioff sismik zonuunun eğikliklerinden daha dik şekilde batarlar. Belki de geriye dönme için en açık kanıt Pasifik Okyanusu'nun zamanla yan yana gelen kıtalara ve okyanus tabanı levhaları üzerindeki hendeklere doğru ilerleyen kenar denizi levhalarına dönüşmesidir. Fakat bu olayın diğer tip kanıtları da sunulmuştur. Bunlar arasında Carlson ve Melia (1984), Chase (1978), Dewey (1980), Garfunkel ve Olson (1987), Malinverno ve Ryan (1986), Molnar ve Atwater (1978) ve Uyeda ve Kanamori (1979) sayılabilir.

Bu yazarların çoğunun vurguladığı gibi batan bir dilimin üzerine gelen bir levhadaki tipik rejim kısalma değil bir uzantıdır. Palinspastik çizimler yapan jeologların gözünden kaçan bir şey de yitimin, içi duraylı olan bir levhanın belli bir zamanda sadece bir tarafının altında meydana geldiğidir. Geriye doğru hareket yalnızca, yoğun bir dilimin hafif mantoyu kendi yolundan ileriye ve yukarıya itilmesiyle (gravitenin hakim olduğu bir sistemde imkansızlık) mümkündür.

Bu yorumlamaların geçerliliğinin şüpheli olduğunu düşündürecek istisnalar tartışılabilir. Mariana yayı ve hendeği için geriye doğru hareketin düşünüldüğü levha hareketi çözümlenmeleri, doğu Asya ve onun kenar denizlerindeki dahili hareketlerin zorlama tahminlerinden daha güçlüdür. Yitim şu anda Karayib bölgesinin her iki tarafının altında (Antiller doğuda, Orta Amerika batıda) içeriye doğru olmaktadır, fakat araya giren levha sınırları pek anlaşılabilir değildir. Yitim şu anda güney Mindanao'nun hem doğu hem de batı tarafında olmaktadır. Fakat bu bölgedeki pekçok küçük levhanın yörüngeleri ve kısmen sınırları hafifçe zorlanmıştır ve henüz gereği kadar değerlendirilememişlerdir.





Şekil 2. Endonezya bölgesinin Geç Senozoyik tektonik elemanları. Hamilton 1978a ile 1981 yayınları ve diğer kaynaklardan alınmıştır. Sulawesi ve Yeni Gine arasındaki az anlaşılacak bölgedeki levha sınırları tamamlanmamıştır. Çarpışan Sangihe ve Halmehara yaylarının bileşik melanj kaması koyu renkte gölgelendirilmiştir.

## Yay Göçmesi ve Yay Ardı Yayılımı

Karig (1972, 1975) Mariana ada yayının, Pasifiğe doğru yeni yay ardı havzası okyanus kabuğunu oluşturarak onun arkasına göç ettiğini göstermiştir. Karig ve pekçok araştırmacı (Taylor ve Karner, 1983 gibi) ada yaylarının genellikle bu tarzda göç ettiklerini bulmuşlardır. Bazı göçler mağmatik yayın ikiye ayrılmasıyla oluşur ve arka yarından uzaklaşan yarı ileriye doğru göç eder. Bazı göçler ise tüm yayın arkasına deniz tabanı yayılması ile olur. Mağmatik şerit üste gelen levhanın ilerleyen kısmı ile ileri hareket edebilir, görel olarak gerileyen kısımdaki kalıntı yay şeklinde terk edilebilir veya bunların arasında uzunlamasına olarak ikiye ayrılırlar. Okyanusal adayaları eski litosferin duraylı levhalarının sınırlarını oluşturmazlar, fakat bunun yerine, batan dilimlerin üzerine, uzatmalı rejimlerde genişleyen genç litosfer levhalarının ön kısımlarını işaret ederler. Okyanusal yaylar genellikle, eski okyanus kabuğuna doğru olan yitilmenin kırılmasıyla açılmazlar, fakat daha çok ince ve kalın kabuk arasındaki sınırların yakınında yarırlar ve ince kabuğun levhaları üzerinde göç ederler (Hamilton, 1979; Karig 1982). Herhangi bir tek sistemde yay ardı yayılımının periyodları, düzensiz olarak bir volkanik yay şeridi boyunca olan mağmatizma periyodları ile ardalanmalıdır (Crawford ve diğerleri, 1981; bazı otoriteler farklı görüştedirler).

Bir ada yayı, üste gelen levhanın demirbaşı olmaktan çok yitilen bir dilimin ürünü olarak görülmektedir. Bir yay mağmatik kayalar kuşağı, tepesi 100 km veya daha derinde olan yitilen bir dilim kısmı üzerine oluşur (ve dilimin uzağa düşerkenki çevresini izleyerek göç eder). Yay ardı yayılımının mekanizması hala tartışmalıdır. Fakat diğer bazıları gibi (olasılıkla Hawkins ve diğerleri, 1984 ve Shervais ve Kimbrough, 1985 de kapsayarak) bana göre de, bazı okyanusal yay ardı havzası litosferleri bir yayın arkasındaki düzenli veya düzensiz yayılma ile oluşmalarına rağmen, bunların çoğu dolu ve bir kalın kabuk şeridini oluşturmaktan çok, yay kabuğunun değişen kalınlıktaki bir tabakasını levhalaştıran bir mağmatik yayın hızlı göç etmesiyle oluşurlar.

## Yay Fistoları

Yaylar göç ederlerken eğri şeklinde artarlar. Göç eden bir yay, yitilen levhadaki kalın kabukla karşılaştığı yerde ya yitilemez hale gelerek ya da sertleşen bir çevre oluşturarak sıkışmış hale gelir. Bu tip engellemelerden uzak yerlere göç ettiğinde ise fistolar ve şiddetle keskin yaylarla sonuçlanır (McCabe, 1984). Caroline Sırtı'na karşı oluşan sıkıştırma Yap-Mariana dizilmesini açıklayabilir ve Emperor Seamount Sırtı'na karşı oluşan sıkıştırma ise Kamchatka-Aleutian dizilmesini açıklayabilir.

## Ofiyolitler

Karalardaki ofiyolitler, uzun süre okyanus ortası sırt malzemelerinin yayılmasının örnekleri olarak kabul edilen üst okyanus litosferine aittirler. Pekçok araştırmacı şimdi bunun yerine, daha çok, belki de tümüyle kıtalara tektonik olarak birleştirilmiş büyük ofiyolit kütlelerinin, yay mağmatizmasının, yay ardı yayılmasının veya birlikte ikisinin ürünleri olduğuna inanmaktadırlar. (Bloomer ve Hawkins, 1983; Coleman 1984; Hawkins ve diğerleri 1984; Pearce ve diğerleri 1984; Shervais ve Kimbrough, 1985). Pekçoğu bu

karmaşıkların çarpışma öncesi evrimlerini yeni öğrenmişlerdir. Fakat düzensiz yayılmanın ve hızlı göç eden yayların mekanizması pekçok ilişkinin açıklanmasına olanak verecek görünümündedir.

Batı Luzon'daki Eosen yaşlı Acoje ofiyoliti Hawkins ve Evans (1983) tarafından bir "büyümeye başlayan ada yayı" olarak tanımlanmıştır. Hafifçe dalan Acoje kesimi, yaklaşık 9 km. kalınlıktaki tüm kabuğu ve yaklaşık 10 km alttaki mantoyu meydana çıkarır. Tepedeki 1 km. lik manto kesiminden başka tüm kesim serpantinize ve tektonize kalıntı harzburgitten ve yanındaki dunit ve kromitten ibarettir. Sonraki ergimelerden kristalleşmiş olan aşağı kesimdeki klinopiroksence zengin bolca kabuklar ise ya yakınlarda sunulurlar veya ayrılmış olabilirler. Tepedeki 1 km, veya daha fazla olan jeofiziksel mantonun 1 km. lik temelini dışındaki kesimi, biçim değiştirmemiş olivin ve klinopiroksen kümelerinden ibarettir. Bunlar birkaç yüz metrenin üzerindeki kalınlıklarda olan gabroik kayaların temel kısmı ile ara katkılıdır ve alttaki 7 km. yi veya üstte bulunan kabuğu oluştururlar. Toplam kalınlık 9 km. yi bulur. Bu gabroik kesim tabakalı iki piroksenli gabro kümülatlarından ibarettir. Kümülatlar yukarıya doğru yaklaşık 1 km kalınlığındaki masif gabro ve noritlere geçerler. En üst kısımda ise küçük plütonlar ve plajiyogranit daykları (hornblendli tonalit ve lökotonalit) boldur. En üstteki 1 veya 2 km.lik kabuk kesimi dayklar, siller ve bazalt bileşimindeki yastık akıntılarında ibarettir ve yayılan sırt lavından ziyade modern ilksel ada yaylarıdır. Kabuksal kesim, okyanus sırtlarında oluşandan daha kalındır. Sabit durumdaki bir magma odasındaki oluşum akla yakın görülmektedir. Yayılan bir kenar havzası yerleşiminde bir yay mağmatizması kuşağının hızlı göç etmesi sonucuna varılabilir. Acoje ofiyolitinin tanımının az da olsa verilmesi, kalınlıktaki düzensiz değişimler hariç, dünya etrafındaki kıtasal büyüme alanlarındaki ofiyolitlerin pekçok kesimlerine müracaat edilmesini önlemek zorunda bırakmaktadır. Arap Yarımadası'ndaki Kretase Oman ofiyoliti (Lippard ve diğerleri, 1986) ve California'nın Jura Sahil Sırtı ofiyoliti (Hopson ve diğerleri 1981), Lippard, Hopson ve onlarla çalışanların en önemli açıklamalarının, yayılan sırt mağmatizması şeklinde olmasına rağmen, boyutsal ve petrolojik olarak Acoje karmaşığına benzer iyi çalışılmış örneklerdir. Bu tip ofiyolitlerin parçaları, eklenir kamaların maskelenmesinin az olduğu açık okyanus yerleşmelerindeki sırtların yaya doğru olan yamaçlarından (üste gelen levhaların ön kenarları) sürüklenmişlerdir (Bloomer and Hawkins, 1983).

Orojenik kuşaklar içindeki ofiyolitlerin yerleşmesinin bana göre iki ana işlemi vardır ve bu işlemlerin ikisi de yayılan sırt litosferinin gelişmiş parçacıklarının yakalanmasını temsil etmezler. Aslında bir kıta veya diğer ada yayı ile ilerleyen bir yayın çarpışmasında, üste gelen levhanın ince ofiyolitik ön kenarının, yitilen levhanın kalın kabuksal kısımlarının üzerine hücumu söz konusudur. İşte bu anlamda bir faylanma, yitimi ifade eder ("Üzerleme"nin varsayılan işlemi, okyanusal litosferin büyük bir yaprağının yitilen bir dilimden ayrılması ve itilmesidir. Bu, ters faylanmanın tersi anlamında, üste gelen bir ada yayının veya kıtasal levhanın kalın kabuğu üzerinde olur ve pekçok yazar tarafından böyle kabullenilmiştir. Fakat bu işlem mekanik çözümlenmelere meydan okumaktadır ve kanıtlanmak zorundadır. Burada "Üzerleme" terimini, ilksel tanımlamasının tersi anlamında, yitilmenin açıklanması olarak

kullanan yazarların kavramı karıştırmaları anlatılmıştır).

Ofiyolit yerleşmesinin ikinci ana işlemi birincinin doğal bir sonucudur ve bir yay çarpışmasının yaygın bir ürünü tarafından oluşturulur. Karşı dalmanın yeni bir yitilme sistemi, çarpışan yayın ve ona bağlı kütlelerin arkasında, altında ekle-nir kama malzemelerinin doldurulmasıyla yükseltilecek yay ardı havzası kabuğunun bir şeridini deler. Böyle bir ofiyolit şeridi bir levhanın ön kenarında kalabilir veya diğer kabuksal kütleler onunla çarpıştıktan sonra bir kenet sisteminin parçasına dönüşebilir. Buna ilişkin örnekler daha sonraki bölümlerde anlatılmıştır.

## TEKTONİK: ENDONEZYA VE YÖRESİNDEKİ YAYLAR

### Giriş

Ada yaylarının karmaşık özellikleri ve tarihçeleri Endonezya ve çevresindeki bölgelerden örneklenmiştir. Buradaki aktif tektonizma ve mağmatizma, Asya, Pasifik ve Hint-Avustralya litosfer megalevhalarının ve düzinelerce daha küçük levhanın karşılıklı etkileşimlerini belirler. Çeşitli raporlar ve haritalardan en son biçimini alan bir monografide (Hamilton, 1979) ve ona eşlik eden bir tektonik haritada (ayrıca tek olarak da basılmıştır: Hamilton, 1978a) ben, Endonezya, güneydoğu Asya, güney Filipinler, batı Melanezya ve onlara bitişik denizlere ait kıyı ve kıyı ötesi jeolojik ve jeofiziksel verileri bütünleştirerek modern bir levha davranışının ve levha tektoniği özelliklerinin evriminin sentezini yapmaya çalıştım. Fikirlerim kitabı tamamladığımdan beri daha da gelişti, fakat buradaki yorumlamalar farklı düşüncelerim hesaba katılmadan bu monografiden alınmıştır. Bu monografi hem bölgede yeni elde edilmiş çok sayıda veriyi, hem de bunların diğer bulgularla sentezini içermektedir. Kitabın tamamlanmasından beri yayınlanmış bazı araştırmalara burada yer verilmiş ve ayrıntılar güncelleştirilmiştir (Hamilton 1988b); yeni veriler, benim sentezimin ayrıntılarının değiştirilmesini gerektirmiştir. Fakat genelde ise doğruluğunu kanıtlar niteliktedirler. Şekil 1 ve 2 tartışılan özelliklerin yerlerini göstermekte, şekil 3 ve 4 ise bazı fikirleri açıklamaktadır. Mammecikx ve diğerleri (1976) tarafından hazırlanan batimetrik harita benim haritalarım için baz teşkil etmekte kullanılan haritaya göre daha ayrıntılıdır. Harita kıyı ötesi jeofizik verilerini, kısmen birleştirilen verileri ve Hamilton'dan (1974a, 1974b) alınan yorumlamaları özetlemektedir. Bu harita Anderson ve diğerleri (1978, termal nitelikler), Hayes ve Taylor (1978, depremler) Hayes ve diğerleri (1978, kabuk yapıları), Mrozowski ve Hayes (1978, çökel izopakları), Watts ve diğerleri (1978, serbest hava gravitesi) ve Weissel ve Hayes (1978, manyetik anomaliler) tarafından düzenlenmiştir.

Endonezya bölgesinin değişik yitim sistemleri üç megalevha ve pekçok daha küçük levhalar arasındaki karşılıklı etkileşimleri belirlemektedir. İçten duraylı kuzeybatı Eurasia; Hindistan-Hint Okyanusu-Avustralya Megalevhasına göre

göreceli olarak, bu bölgede, yaklaşık kuzeye doğru hareket etmektedir. Halbuki Pasifik megalevhası batı-kuzeybatıya doğru hareket etmektedir. Asya kıtasal megalevhası ise düzinelerce, içten deforme olmuş yarı levhalara ayrılmıştır. Pekçok küçük okyanusal ve kıtasal levhalar da megalevhaların kısımları arasına girmişlerdir ve bu küçük levhaların pek çoğu da içten oldukça deforme olmuştur. Güneydoğu Asya, girinti yapan Hint yarı-kıtasının yolunun dışında, doğuya doğru toplanmıştır ve okyanusal Bengal Körfezi'nin üzerinde saat yönünde dönmektedir (Hamilton, 1979; Tapponier ve diğerleri, 1986). Hint ve Asya megalevhalarının arasındaki yakınsama, devamlılık gösteren Burma-Andaman-Sunda-Banda yitim sistemi tarafından şimdi yeniden başlatılmıştır. Halbuki Pasifik ve Asya megalevhaları arasında, gidişleri daha çok kuzeye Filipinler'e ve daha uzaktaki doğu sınırları boyunca olan, pekçok yitim sistemi yeniden başlatılmıştır. Karmaşık yitim ve doğrultu atım sistemleri, Hint ve Pasifik megalevhaları arasındaki karşılıklı etkileşim zonunda, Yeni Gine ve kuzeyi boyunca ve kuzeydoğu Endonezya ve çevresindeki bölgede yer alan tektonik düğümlenmede, levhaları birbirinden ayırmaktadır.

Şimdiki kaba levha hareketleri 50 milyon yıl veya daha çok devam ederse kıtasal döküntüler, karma ada yayları ve daha çok Endonezya-Filipin-Kuzey Melanezya bölgesinin ekle-nir kamaları, muhtemelen Avustralya ve Asya arasında ezileceklerdir. Sonuç, bizim herhangi bir yerde Tethyan, Hersiniyen, Kaledoniyen, Pan-Afrikan vb. isimlerle adladıklarımıza benzer başka bir geniş orojenik alan olacaktır.

### Sunda Yitim Sistemi

Büyük bir yitim sistemi Banda Yayları etrafındaki Burma'dan devamlı olarak oluşmaktadır. Bu bölgede 3000 km. lik Sunda merkezi kesimini, Sumatra, Java, Bali ve Sumbawa boyunca bu levha sınırını tartıştım. Bu kesim, kıtalar, olgunlaşmış ada yayları ve bunlar arasındaki geçişlerin diğer aktif kenarları boyunca temsil edilen, ortak merkezli tektonik özelliklerden oluşur. Güneyde hendektir ve kuzeye doğru ekle-nir kamalanmanın yüzeyine yükselir, üste gelen levhanın önünde ise bir yay önü sırtı olarak son noktaya erişir (1). Adalar Sumatra boyunca sırta dayanırlar. Fakat sırt Java, Bali ve Lombok'un güneyinde tamamen deniz altındadır. Sırt ve mağmatik yayın arası denizaltı yay önü havzasıdır. Sunda kesimi boyunca Hint okyanusu litosferi yitilmektedir. Bu yitilme yüksek ve orta açılarda, Sumatra'da kıtasal doğrultu boyunca, Java'da geçişli ve Bali ve Sumbawa'da ise okyanusal şeklinde olan değişken bir yay sistemi altında olmaktadır. Yitilme sisteminin bu kesimi sadece Orta Tersiyer zamanından beri aktiftir.

**Hendek:** Sunda Hendeği, herhangi bir yerdeki kıta kenarları ve olgun ada yayları boyunca yitim sistemlerinin izlerini işaretleyen hendekler gibi, sadece 7° veya daha az yamaçları olan iç ve dış "duvarlara" sahiptir. Hendek, yitilen Hint Okyanusu litosferindeki beklenmedik bir menteşeyi veya litosfer levhaları arasındaki dokanağı göstermez. Fakat daha çok, üste gelen levhanın önündeki bir yüzeysel ekle-nir kama ile bu

- (1) Ben önceleri (1979 da olduğu gibi) "yay dışı sırt" terimini bu özellik için kullandım. Çünkü klasik terim "ön ülke" ile daha yaygın olarak kullanılanı kabullendim. Benzer olarak "yay önü havza" bugünkü literatürde yaygındır. Bu benim önceki yayınlarımdaki "yay dışı havza" ya karşılık gelmektedir. "Ön ülke havzası" da "yay ardı havzası" ve onun karşısı olan "yay önü havza" da olduğu gibi bir yayın kenarındadır.

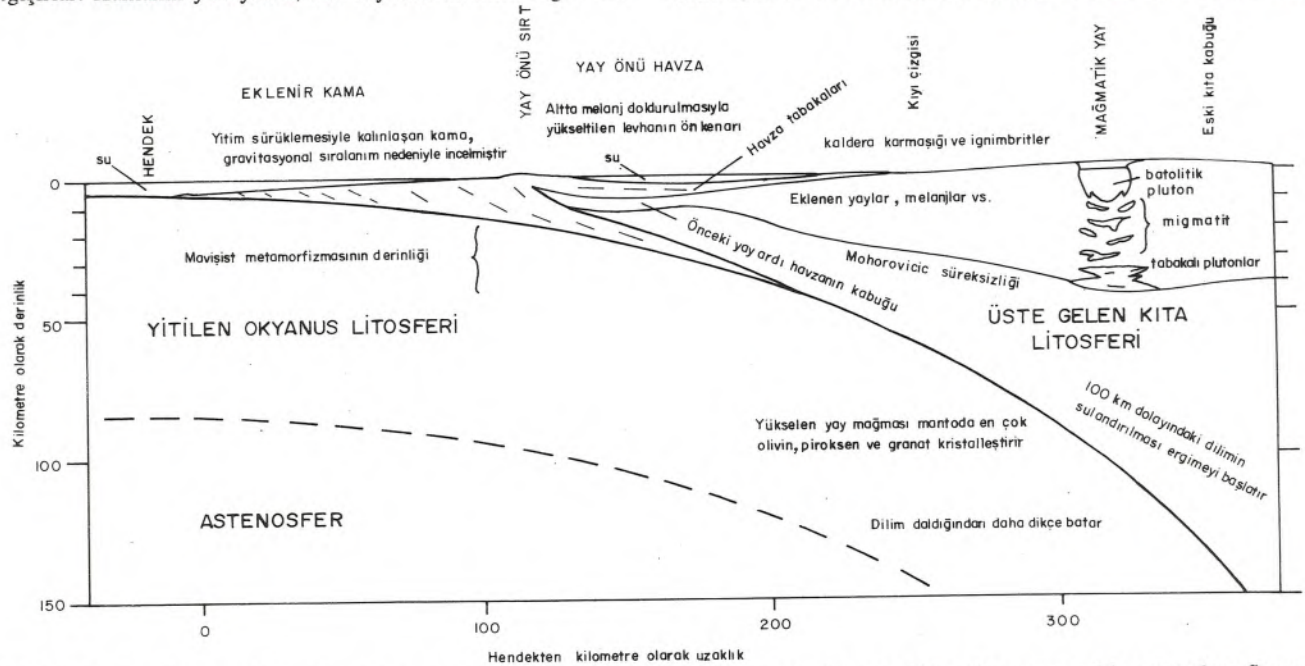
kamanın bastırıldığı okyanus litosferi arasındaki dihedral açıyı işaret eder. Hendeğin okyanus tarafına doğru olan kenarındaki bir dış kabartı bu baskının elastik bir yanıtıdır. Yitilen levhanın mantonun içine, aşağı doğru eğildiği yerlerdeki tektonik menteşe batimetrik hendekten 100-200 km. yaya doğru uzanır. Okyanusal ada yayı sistemlerinin hendekleri yaygın olarak, 25 defa düşey abartılmış yansıma profilleri ile çizilirler. Bu şekilde çok dik yamaçların görsel etkisinden yararlanılmış olur. Aslında gerçek yamaçlar genellikle tatlı eğimlidirler.

Hendeklerdeki kırıntılı çökelişi, başlıca uzunlamasına bir geometriye sahip türbiditler şeklindedir ve hendek tabanı dolgularının uzun profilleri hafifçe kaynaklardan uzağa doğru eğimlidirler. Sunda Hendeği çökelleri büyük ölçüde, Java'nın Ganj ve Brahmaputra nehirlerinden geliştiği kadar uzaktan yani 3000 km.den gelmişlerdir. (ayrıca Ingersoll ve Suczek 1979 ve Moore ve diğerleri 1982'ye bakınız.) Bu beslenme güncel olarak Ninetyeast Sırtı ile Andaman kesimindeki hendeğin çarpışmasıyla kesilmiştir. Aleutian Hendeği türbiditleri ise benzer bir mesafede Alaska nehirleriyle yıkanmaktadır. Böylece kaynak alanlar hendek türbiditlerinin bir eklenir kamada levhalandığı, karşıdaki üste gelen levhanın yakın kısımlarına biraz benzerlik gösterdiği durumundadır. Dickinson (1982) bunun Pasifik okyanusu çevresindeki çeşitli fosil eklenir kamalar için gerçek olduğunu işaret etmiştir. Karasal kırıntılar hendekler boyunca veya kıtalardan gelen abisal-yelpaze malzemeleri tarafından yıkanılır, eklenebilirler ve yay sistemlerinin okyanusal kesimlerinin altında yitilirler.

**Eklenir Kama Yitilen Hint Okyanusu Litosferinden** kazınan çökeller ve diğer malzemeler, üste gelen Sunda levhasının önündeki eklenir kamada kar kürenmesinde olduğu gibi yığılırlar. Kamanın yüzeyinde, ters fayların kiremitler gibi üst

üste gelmesiyle açıklanan, uzunlamasına sırtlar ile havzalar tarafından izler açılır (Karig ve diğerleri 1980b). Hendek dolgu-su, bir kamanın önünde kazımlar yapacak olan yansıma profiline görülebilir. Burada en sıg malzemeler ayak ucuna karşı, en derin olanları ise kamanın daha uzak tarafının altında birbirine eklenirler. Kuvaterner mercan resifleri yay önü sırtı boyunca uzanan adalarda deniz seviyesinin kaldırılma olayı muhtemelen kamanın aşağıya doğru levhalanmasıyla kalınlaşmasının bir sonucudur. Sunda kamasının temeli (yitilen levhanın tepesi) hiç olmazsa yay önü sırtının kadar yaya doğru tatlı eğimli olarak dalar; kama hendekten 75-150 km. uzakta, 15 km. kadar kalınlıkta ince bir dinamik enkaz yığındır. Yansıma profilleri bunun ve herhangi bir yerdeki benzer kamaların iç yapılarını göstererek, genelde yarı sabit olan dizilme açılarını, yaya doğru 30° lik dalmayı, kamadaki durum bağımsızlığını, yitilen levhanın tepesindeki tatlı eğimli dalan dekolmanı sergiler (Daha dik düzlemler de sunulabilir. Çünkü bunlar yansıma profillerinde görüntülenmeyeceklerdir). Pekçok eklenir kamanın yüzey yamaçları, kamaların enlerini ve kalınlıklarını umursamayan, büyük ölçüde benzer, yukarı doğru yakınsak eğriler çizerler ve bunlar olasılıkla dinamik denge profilleridir.

Böyle özellikler bana, bir eklenir kamanın eş zamanlı olarak aşağı doğru levhalanmasını ve temelini geriye sürüklenmesi nedeniyle kalınlaştığını, gravitasyonel yayılma nedeniyle olan ileri akma tarafından da inceltildiğini göstermiştir. Sonuç, kamanın iç yapısındaki kiremit şeklindeki dizilmeler, bir dinamik profilin varlığını sürdürmesi, bir buz kalıbına benzer şekilde kamanın hem yanal hem de düşey olarak gelişmesidir. Diğer bazı gözlemciler kamaların daha statik özelliklerini dikkate alarak, ayak uçlarındaki

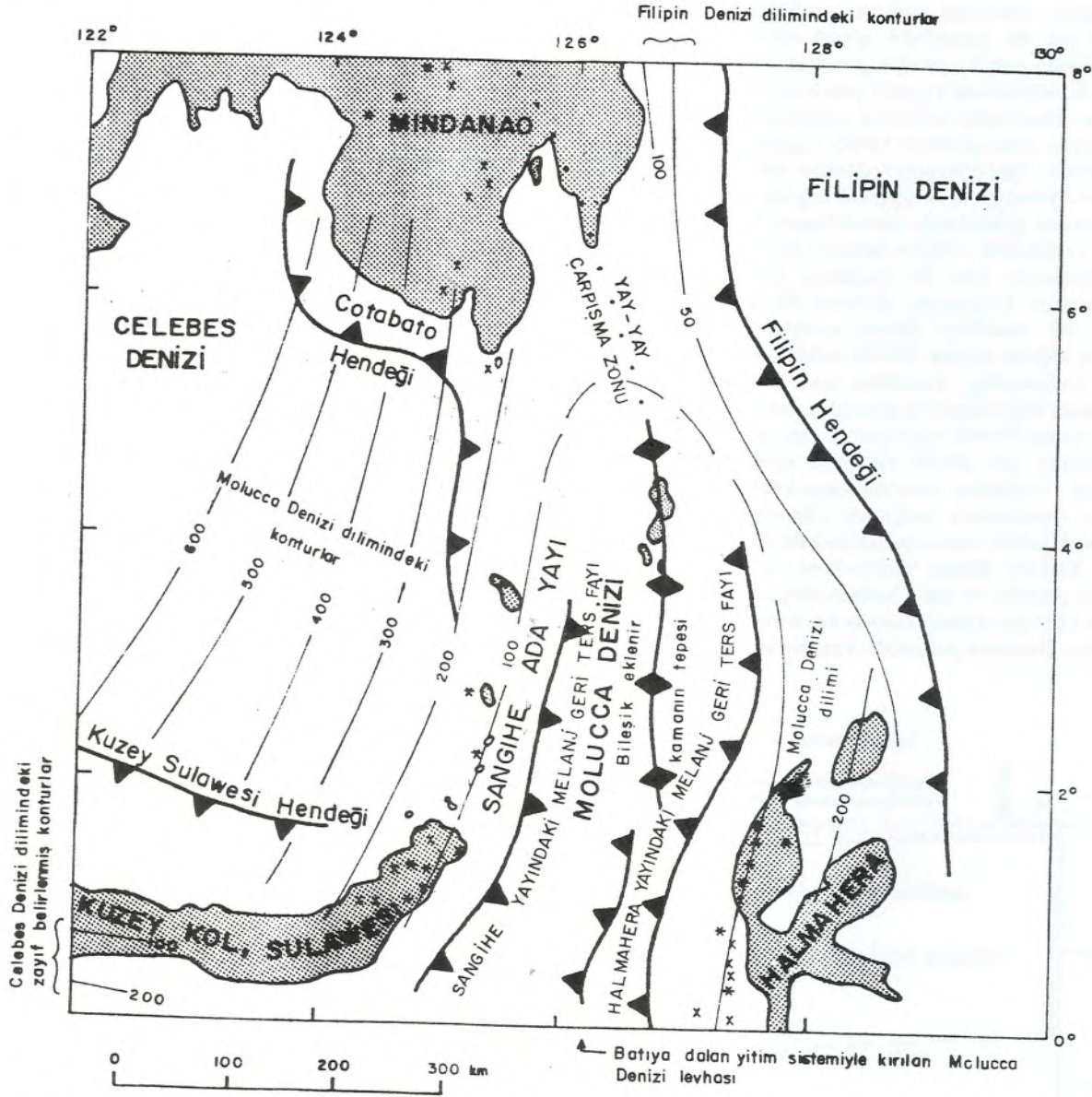


Şekil 3. Bir kıta kenarı yitim sisteminin enine kesiti. Diyagram bugünkü Sumatra'ya göre (Hint Okyanusu solda, güneybatı Sumatra sağda ve kuzeydoğudadır) ve yüzey boyutları, jeoloji, depremsellik ve refraksiyon sismolojisinin sonraki abartmalarına göre ölçeklenmiştir (daha çok Hamilton 1979). Boyutlar ve jeoloji büyük ölçüde California'nın Orta Kretase'sini andırır (Hamilton 1978 b. 1988 a ile karşılaştırınız.) California'nın bazı kısımlarının derin erozyonu derinlikle bütünleşen değişimlere benzerlik gösterir.

kazınma ve kiremit şeklindeki dizilmeler nedeniyle genişletildiğini, fakat yay tarafındaki parçalarında işe nispeten duraylı olduklarını düşünmektedirler.

Eklenir kamayı kesen yansıma profilleri, dizilen, dağılan ve yapışik şekilde kıvrılan malzemelerin oranlarının

büyük ölçüde değiştiklerini, fakat sistematik olarak yakınsama oranları ve yönleriyle, ayrıca eklenmekte olan çökel kesimlerinin kalınlıkları ve karakterleri ile ilgili olduğunu göstermektedir (Moore ve diğerleri 1980b). Sunda kamasında henüz hiç bir sondaj kuyusu açılmamıştır. Diğer benzer çökelce



Şekil 4. Molucca Denizi bölgesinin levha tektoniği özellikleri, Doğuya bakan Sangihe ada yayı ve batıya bakan Halmahera ada yayı arasındaki Molucca Denizi levhasının bunların altında battığı (yitildiği) sırada zamanla güneye doğru bir çarpışma meydana gelmiştir. Karşıdaki eklenir kamalar erimişler ve ilerleyen yayların üzerine doğru geri akmışlardır. Genç Cotabato Hendeği kümenin eski kısmının batı kenarını delmiştir; açıkça tanımlanmış Benioff sismik zonu olmayan ters fay depremleri bununla ilişkilidir. Filipin Hendeği kümenin doğu kenarında, sadece bir adet sığ batıya dalımlı sismik zonuna sahiptir. Halmahera'nın altındaki doğuya dalımlı zonla olan ilişkisi ise açık değildir. Mindanao ve kuzey Molucca Denizi içinde işaretlenmiş çarpışma zonu bir sol eğimli basınç değiştiren levha olarak hala aktif olabilir. Konturlar kilometre cinsinden yitilen dilimlerin tepe kısımlarının derinliğini; \*tarihsel dönemlerdeki aktif volkanları Kuvaterner volkanlarını gösterir. Başlıca Hamilton'un (1974 b, 1979) veri ve yorumlarından fakat Cardwell v.d (1980), Mc Caffery (1982) Mc Caffery v.d. (1980) ve Moore ve Silver (1982) in veri ve yorumlarıyla değişiklikler yapılarak alınmıştır.



zengin modern kamalarda yapılan sondajlar onlara, kamaların kendi ayak uçları civarında killi-pullu matrikse sahip kırık formasyonların oldukça değişken parçalarının, kamaların uzak aralarında ise yapışık şekilde kiremit gibi dizilmiş tabakaların bulunduğunu göstermiştir. Sunda kamasının tepesindeki ada görüntüsü başlıca Nias'ta etüd edilmiştir (Moore ve Karig, 1980; Moore ve diğerleri, 1980a). Buradaki yapışık metamorfize olmamış Alt Miyosen-Alt Pliyosen tabakaları yapısal olarak kuzey doğuda kamanın üzerine gelirler, diğer yerlerde ise yaşları belirlenmemiş malzemelerin polimiktik melanj bileşimindeki formasyonu kiremitler şeklinde dizilmiştir. Melanj hafifçe metamorfizedir, son derece makaslanmış ve parçalanmıştır. Hakim litoloji derin su kökenli terrijen kırıntılı çökellerdir, fakat üst okyanus kabuğundan gelen çört ve bazalt parçalarını seyrek olarak daha derine yerleşmiş mafik ve ultramafik okyanus kaya parçalarını içermektedir. Fosiller yapışık tabakaların zamanla derinlikleri azalan sulara depolandıklarını açıklamaktadır. Melanjdaki tabakaların depolanma dokanalarının bulunamamasına rağmen, Moore ve arkadaşları Neojen tabakalarının kamanın tepesinde depolandıklarını ve onun kiremit gibi dizilmesini sağladıkları sonucuna varmışlardır. Alternatif olasılıklar, hiç olmazsa daha yaşlı Neojen malzemelerinin yitilen levhayı kazıdıkları ve kamaya doğru az bir iç deformasyonla kiremit gibi dizildikleri veya bunların yay önu havzasının dış kısmı oldukları zamanki okyanusal temelde depolandıkları, temelin yitilen levha ve kendi yitilmesiyle oluşan tektonik erozyon tarafından kaldırılmasından beri olduğu şeklindedir. Sonuncu olasılıkta ise yay önu sırtının, zamanla denize doğru değil, yaya doğru göç edeceği (Moore ve diğerleri ve Karig, 1982) düşünülmektedir. Yaşı verilmemiş polimiktik melanj formasyonu zamanla daha yaşlı Neojen tabakaları çökelişiminin büyük ölçüde üstüne gelebilecektir. Benzer sonuçlar varımlar, California sahilinin benzer Kretase sistemi içinde bana uygun gelmektedir. Burada geometrik ilişkiler daha iyi bilinmektedir, fakat yorumlamalar tartışılmalıdır.

Bazı araştırmacılar (Örneğin, Silver ve Reed, 1988) anlamları belirsiz yansıma profillerini, eklenir kamalarda üste gelen levhaların perdelenmelerinin, genellikle yaya doğru olan yamaçlar oluşmasıyla açıklayıp yorumlamışlardır. Bu tür doğa olaylarının açık olarak görülememeleri, benim düşünceme göre, böyle yorumların genel değişebilirliklerinin kanıtlarından biridir.

Fosil eklenir kamaları öğrenenlerin çoğu bunların içindeki pekçok kırık formasyonun ve melanjın kalın olistostromlar oluşturacağını düşünmüşlerdir (denizaltına birden bire düşmeler). Küçük düşmeler kamaların yüzeylerinde bol olabilir. Ancak yalnızca bir büyük düşme (Moore ve diğerleri, 1976) Sunda'nın veya diğer modern hendeklerin tabanlarını kesen yansıma profillerinde belgelenmiştir. Ben geneldeki olanaksızlık nedeniyle eklenir kamaların çökel-melanj yorumlamalarını kabul ediyorum. Hendek yerleşmelerinde oluşan çökel melanjlar, kamalara doğru kiremit şeklinde dizilmeli ve işlem süresince tektonize olmalıdırlar. Kamalardaki kırık formasyon, yamaç aşağı kayma ile değil başlıca yitimle ilgili makaslanmanın ürünüdür. Polimiktik melanjın görünen eklenir kaması içindeki kırık formasyonlar ve mostra ölçeğindeki yapışık tabakalar oranı büyük ölçüde değişir. Aynı şekilde yumuşak çökelin kırılğan deformasyona olan oranı da çok değişkendir. Bu değişkenlikler yakınsama oranlarındaki farklılıkları, kama-

lara eklemekte olan çökel tabakalarının miktar ve karakterlerindeki farklılıkları, ayrıca kamalar içindeki durumların farklılıklarını yansıtır. Yitilen litosfer lavhasının parçaları ve sağlamlaşmış çökeller kamanın dibine karşı kazanırlar veya üste gelen levhanın altına taşınırlar.

Okyanusal litosfer üste gelen levhaların altında tipik olarak her milyon yılda yaklaşık 50-100 km. lik bir oranda kaybolur ve yitilen levhaların üstündeki en hafif malzeme, üste gelen levhalara karşı tektonik olarak eklenmeye uğrarlar. Hint Okyanusu litosferinin 3000 km. lik kısmı, Sunda yitim sistemi çalışırken 30 milyon yılda Sumatra ve Java'nın altında kaybolmuştur ve oldukça fazla "uzağa taşınmış" malzeme eklenir kamada birleşmiştir. Batı kuzey Amerika boyunca ve dünyanın pek çok diğer kısımlarında olduğu gibi yitim, karmaşıklarda daha çok belirlenmiştir. Bunlar böyle yitim sistemi dizilerinin ürünlerine eklenmişlerdir.

Aktif okyanus arası ada yaylarının yaya doğru olan yamaçları için örnekler, yitilen levhada az çökelin mevcut olduğu, böylece az eklenir kamanın mevcut olduğu Mariana ve Tonga hendekleridir. Mariana yamacı başlıca yay kökenli şümağmatik kayalardan ibarettir; kalkalkalen, toleyitik ve yüksek mağnezyumlu bazaltlar, andezitler, dasitler, iki piroksenli kümülat ve masif gabrolar, hem kümülat hem de kalıntı tiptekileri içeren serpantinleşmiş ultramafik kayalar (Bloomer, 1983; Bloomer ve Hawkins, 1983; Natland ve Taney, 1981). Tonga yamacında, ilksel yay kayalarının kabuk üst manto kesimine ait olanlarının hemen hemen tamamı görülmektedir (Bloomer ve Fisher, 1987). Burada üste gelen Mariana ve Tonga levhalarının temellerinde tektonik erozyon olduğu sonucuna varılmıştır. Benzeri karmaşıklar, eğer eskiden eklenen alanlarda karşılaşmışlarsa "ofiyolit" olarak niteleneceklerdir, fakat bunlar açıkça yay kökenlidirler (Bloomer ve Fisher, 1987; Bloomer ve Hawkins, 1983).

**Yay Önu Havza** Sunda sisteminde yay önu sırtı ve kıyı çizgisinin arası 150-200 km. eninde ve Sumatra kesiminde en az 5 km. tabaka içeren batimetrik ve yapısal yay önu havzasıdır (Beaudry ve Moore 1981; Hamilton 1979; Karig ve diğerleri 1980a). Havzanın yaya doğru olan tarafında, Alt Miyosen ve daha sonraki tabakalar, daha ilerideki kara tarafına doğru tedricen temel üzerine bindirirler. Okyanus tarafında ise tabakaların yay önu sırtına doğru olan deformasyonları artar. Deformasyon hem yaya doğru yönelmiş ters fayları, hem kıvrımları, hem de kıvrımların içine doğru diyapirik şeyl yükselmelerini içerir. Temel genellikle yansıma verileriyle tanımlanmamıştır. Ardarda daha genç tabaka paketleri yaya doğru yer almıştır. Bu yer alma Peru ve Şili'nin (Coulbourn ve Moberly 1977) ve Luzon'nun (Lewis ve Hayes 1984) yay önu havzaları için yayımlanmış verilerinde daha iyi belgelenmiştir. Havzayı belirleyecek temelin yükselmesinden önce, derin sudaki sırta doğru gelişmiş birimler şeklindeki çökelişimlerin olduğu Sunda yay önu havzasının okyanus tarafında, şimdi derin tabakaların yaya doğru eğimli olarak görüldüğü yansıma profillerini inceledim. Aleutian yay önu havzası kendi ön tarafının yükselmesine benzer şekilde gelişmiştir (Harbert ve diğerleri, 1986). Hem Sumatra (Kieckhefer ve diğerleri, 1980) hem de Java (Naomi Bearon, 1982, yazılı görüşme) havzalarının dış kısımlarının altındaki temel tipik okyanus kabuğu (kıta kabuğu değil) hızlarına sahiptir. Halbuki Sumatra kesiminde bu hıza ait kabuk kalınlığı tipik okyanusal litosferden oldukça fazladır.

Bu ve diğer modern yay önu havzalarının özelliklerini, önceden araştırılmış yay önu sirtlarının özelliklerini ve bir yay önu havzası dolgusunun, üste gelen kıtasal levha önüne tutturulan dar bir okyanusal üst litosfer şeridi ile kıtasal kabuk arasındaki sınıra karşı gelerek depolandığı şeklindeki düşünceleri ve benzeri bazı eski özellikleri birleştirdim. Havza başlıca eklenir kama melanji ve onun altındaki doldurulmuş çökel paketleri halinde, üste gelen levhanın ince okyanusal ön kenarının yükselmesiyle oluşur. Havzanın derinliği bu yükselen ön kenarın arkasındaki elastik aşağı bükülme tarafından artırılır. Yay önu, sırtı, üste gelen ön kenarın önündeki, kar temizleme makinası tarzında toplanmış eklenir kama enkazının zirvesidir. Ön kenarın üzerine gelen yıkıntılar, havzanın sığ tabakalarının üzerinde graviteye bağlı olarak yaya doğru üst üste gelirler. Tektonik erozyonun üste gelen levhanın ön kenarını düzenlediği şekilde, yay önu sırtı levhaya göre nisbeten yaya doğru göç eder ve yay önu havza daraltılır.

Benzer özellikteki yay önu havzaları, kıtaların yitim sistemi kenarları ve olgun ada yayları boyunca yaygındır. Sırt ve havzalar yapı kadar batimetrede de gösterilebilirler (modern Sunda sistemi ve California'nın "Vadi Fasiyesi"nin Alt Kretase kısmının paleobatimetrisi ve uzunlamasına depolanması gibi) veya yapısal sırt ve havzanın altına girdiği bir batimetrik şelf gibi görülebilirler (modern Şili, Alaska ve "Vadi Fasiyesi"nin daha çok Üst Kretase ve Paleosen kısımları gibi). Bu tür yay önu havzalarındaki temel tabakalar genellikle pelajik çökeller ile havzaları ve onları sınırlayan yitim sistemlerinin başlamasını bozan abisal yelpaze tabakalarıdır.

Yay önu havzalarının dış kısımlarının görünen temeli okyanus kabuğundan ibarettir (Örneğin, Kretase California'sı Hamilton 1978b, Ingersoll ve Schweickert, 1986; Orta Tersiye Luzon'u Bachman ve diğerleri, 1983; Karig 1982) ve kenar havzası kökeninin pekçok durumları tartışmalıdır Sunda sistemi dahil modern havzaların temelini benzer bir kökeni jeofizik verilere göredir. Üste gelen kıtasal levhaların ön kenarı genellikle, 100 km. genişlikteki bir okyanus litosferi şeridi olabilir. Aşağıda açıklandığı gibi, göç eden bir okyanusal ada yayının arkasında bu sırada yayın bir kıta veya diğer bir yayla çarpışmasıyla muhtemel bir şerit oluşur. Şerit, o sırada, yitim kutupsallığının zıtlaşmasının meydana gelmesiyle genişleyen kabuk kütesine birleşir.

**Kısalmanın Olmaması** Sunda ve diğer yay önu havza dolguları ve bunların ince üst levha litosfer temelleri, kendi genişliklerine karşıt olarak yaygın bir şekilde kısaltılmazlar. Halbuki bunlar sırta doğru olan taraflarında tektonik erozyonu ve kırışmayı etki altına alırlar. Endonezya ve diğer aktif yitim sistemlerindeki pekçok yay önu havzasını kesen yansına profilleri üzerinde kalın ve bozulmamış havza dolgusu tabakalar görülebilir. Deformasyonun olmaması, üste gelen levhaların ön kenarlarının yitilen levhaları kırıştırdığı şeklindeki yaygın varsayımı (örneğin, Hutchinson, 1980) çürütmektedir. Çok fazla makaslama, üste gelen bir levhanın önünde, itilen eklenir kamayı kiremit gibi üst üste getirir. Fakat bu levha genellikle kısaltılmaktadır. Pekçok modern mağmatik yaya karşıt durumda kısalma değil hafiften şiddetliye doğru uzama ortaya çıkmaktadır. Belki de bu, dikçe batan yitilen dilimlerin aşağı doğru, altta uzanan mantonun yerini alması nedeniyle olmaktadır; dilimlerin üzerlerindeki manto, astenosfer

ve litosferin uzamasıyla sonuçlanmaktadır.

**Yay Terslenmesi ile İlişki** Yitim sistemlerinin tipik faaliyetlerine, kalın kabuksal kütleler arasındaki bir çarpışmayı izleyen yitim kutupsallığının terslenmesi ile başlanır. Yitim artık yeni yeni genişleyen kabuksal kütle içinde oluşabilir ve yakınsama devam ederek yeni bir yitim sistemi, genişleyen kıta kütesinin okyanusal tarafını deler. Delme genellikle ince ve kalın kabuğun arasındaki sınırdadır. Fakat bu sınırdan 100 km. kadar okyanusa doğru okyanus litosferi içinde olur. Böylece okyanus litosferinin bir şeridi, yeni yeni belirlenen üste gelen levhanın ince ön kenarına dönüşmektedir. Bir ada yayı çarpışmasını izleyen bir terslenme durumunda bu okyanusal şerit, göç eden yay tarafından oluşturulan yay ardı havzasının en genç parçasıdır, ondan sonrası ise yalnızca çarpışmanın kendisinden biraz daha yaşlıdır. Böyle bir açıklama Geç Jura California'sı için çok iyi şekilde belgelenmiştir (Ingersoll ve Schweickert, 1986), ayrıca Sumatra ve Java dahil pekçok diğer yaydan alınan verilerle de uyumludur (Hamilton, 1988 b). Karşıt görüşler Karig (1982) tarafından anlatılmıştır.

**Yüksek Basınç Metamorfizması** Sunda sistemindeki Neojen melanji içinde şimdilik bilinen tek yüksek basınç metamorfik kayaları, Moore ve Karig (1980) tarafından Nias'ta bulunmuş olan granatlı amfibolit bloklarıdır (Glokofan şistlerin, daha doğuda Banda kesimindeki Neojen melanjında mevcut olduğu bilinmektedir). Mavi şist ve yer yer eklojit ve granatlı amfibolit fasiyeslerine ait yüksek basınç metamorfik kayalarının ise Endonezya bölgesinde ve dünyanın başka yerlerindeki Pre-Neojen Fanerozoik yitim karmaşıklarında geniş olarak yer aldığı bilinmektedir. Böyle kayaların petrolojisine göre bunlar daha çok 25-45 km. lik derinliklerde, nisbeten düşük-orta sıcaklıklarda metamorfize olmuşlar ve jeotermal gradyanın böyle derinlikler için normal değerlere dengelenmesinden önce sığ derinliklere dönmüşlerdir. Bu açıkça, yitimle üretilen bir geri akış oluşumudur (Örneğin, Cloos, 1985, ve Wang ve Shi, 1984). Dünya çevresindeki pek çok oluşukların jeolojik ilişkilerinden ve modern kamaların geometrisinden yola çıkarak, böyle metamorfik kayaların asla hendek, yay önu sırtı ve yitilen litosfer arasındaki bir eklenir kama içinde oluşamayacağı, daha çok üste gelen levhanın altında yitilen sadece kabuksal ve kabuk üstü malzemeleri oluşturacağı sonucuna varıyorum.

Yitilen levhalardaki çökel, kısmen eklenir kamanın yanından geçebilir ve üste gelen levhanın oldukça altında gidebilir. Bu durum güney California'daki antiklinal pencerelerinde, metamorfize olmuş okyanusal çökelinin ve kabuksal kayaların geniş olarak görüldüğü (Pelona, Orocochia ve Rand şistleri olarak adlandırılmıştır) alt kıtasal kabuğun altında meydana gelmiş Üst Kretase'nin üst seviyelerindeki yitilme ile doğrudan ortaya çıkmıştır.

**Mesozoyik yaşlı California ve diğer derince aşındırılmış eklenir kama sistemleri ve yay önu havzalarının benzerliği** nedeniyle, üste gelen Sunda levhasının yarı-havza ön kenarının altında, melanjin şimdi mavi şist fasiyesinde ve belki de eklojit fasiyesinde metamorfize olmakta olduğu sonucuna varıyorum. Havza dolgusunun altında okyanusal kabuk hızındaki kalın zon Kieckhefer ve diğerlerinin (1980) tanımladığı gibi, havzaya temel olan üste gelen levhanın, bunun altındaki meta çökel kayaların ve hala daha derine yitil-

mekte olan Hint Okyanusu levhasının kabuğunun oluşturduğu kalın bir yay tipi ofiyolitik sandviçin örneği olabilir.

**Mağmatik Yay** Sunda volkanları şimdi, manto depremlerinin eğilmiş Benioff zonunun tepesinin yaklaşık 100 km. üzerindeki bir kuşakta veya orta düzlemin yaklaşık 130 km. üzerinde püskürmektedirler (Hamilton, 1974 a, 1978 a; Hayes ve Taylor 1978). Bu mağmatik yay Sumatra'da kütasaldan, Java'da geçiş niteliğine, Bali, Lombok ve Sumbawa'da ise olgun bir okyanusal ada yayı tipine değişmektedir. Sunda sistemi volkanizması, Sumatra'da Erken Miyosen'e kadar başlamamıştır. Orta Tersiyer volkanik kayaları geniş yayımlıdır, fakat bunlara karada çok yetersiz bir şekilde yaşlar verilmiştir. Ancak başlangıç dönemi ve sonraki ana silisli mağmatizmanın devamlılığı belirlenmiştir. Tayland Körfezi'ndeki sondajlarda Alt-Orta Miyosen yaşlı fazlaca volkanojenik karışık krabalı killer ve daha yukarıda da şeyller tesbit edilmiştir. Volkanizmaya, sondajlarda geçilen ara katkı tabakalarının paleontolojik yaşıyla yaş verilmiştir. Bu yaş güney Java'nın kıyı ötesinde Geç Oligosen'dir. Bu mağmatizmanın Sunda sistemini mi yoksa Sunda sistemi kıtası ile çarpışan bir okyanusal ada yayını mı açıkladığı belirsizdir. Fakat orta ve batı Java ile kuzey ve kuzeybatıya olan şelflere karşı gelen Üst Oligosen ve sonraki tabakaların devamlılığı, bu bölgenin bu durumda Güneydoğu Asya'nın yapışık bir parçası olduğunu göstermektedir. Sumatra ana karasının Paleojen'i kara içinden, ileride değinilecek olan çarpışan yaya doğru Güneydoğu Asya kratonik kaynaklarından gelen alçak ve duraylı bir kara kütesine karşı gelen yay öncesi çökelişini işaret etmektedir.

Mağmatik yayın volkanları, içinde Java ve Sumatra'nın Miyosen öncesi kayalarının çok görüldüğü bir jeantiklinalin üzerinde yükselmektedirler. Bu jeantiklinal tahminen, magmatik şişmenin ve önceden var olan kabuğun termal olarak yükseltilmesinin bir ürünüdür. Kıtasal Sumatra, volkanik kayalar öncesinin jeantiklinaline sahiptir. Ben burada, volkanları oluşturacak kadar mağmanın yüzeye erişmesinden önce, büyük miktarlarda migmatitleri oluşturacak mağmatik sıcaklıklara yakın intrüzyonlar tarafından ısıtılan bir kabuksal sütunun bulunduğunu düşünüyorum.

Volkanik kayaların bileşimi sistematik olarak, içinde mağmaların püskürdüğü kabuğun karakteri ile değişmektedir. Sumatra'nın kabuğu, silisli radyojenik granitlerin olduğu Geç Paleozoyik'te kıtasaldı ve olasılıkla Prekambriyen sırasında da aynı şekildeydi. Ancak bu yaşı verecek hiç bir kaya belirlenmemiştir. Bu kıtasal kabuk üzerindeki modern mağmatik yay kayaları bileşim bakımından genellikle silisliye doğru ortaçtır. Bunlar hacim bileşimi olarak yaklaşık riyodasitlerdir (granodiyorit), az miktarda bazaltlar da vardır. Çok miktarda Geç Pleyistosen silisli ignimbrit erüpsiyonlarının eşlik ettiği çökmenin meydana getirdiği Toba Gölü kalderası, herhangi bir yerde bilinen en geniş kalderadır ve şimdiye kadar haritalanmış en geniş üst kabuk granitik plütunu olan, California'daki Sierra Nevada'nın Geç Kretase yaşlı Whitney Dağı plütunu ile hemen hemen aynı boyut ve şekildedir. Neojen öncesi kabuğu hemen hemen kitanın kalınlığında olan, fakat melanjlardan mafikten ortaça kadar ki mağmatik kayalardan ibaret olan Java'daki genç volkanik kayalarda mafikten ortaça kadar değişim gösterirler (başlıca piroksenli andezitler ve yüksek alümina bazaltlar ile ikincil olarak da dasitler). Benzer mafik ve ortaç kayalar, tama-

men Neojen yaşında kayaların görüldüğü Bali ve Sumbawa'nın olgun okyanusal ada yayını karakterize ederler. Daha da doğuda, ilerde tartışılacak olan Banda Yayındaki volkanik yay daha gençtir ve Sunda kesiminin olgun okyanusal kısmındakilerden petrolojik olarak daha az gelişmiş olan daha ilkel bazaltlardan ibarettir. Gelişmiş ve silisli magmatik kayalardan, daha ilkel ve mafik olanlara doğru deneştirilebilen geçişler, devamlı mağmatik yayların kütasaldan okyanusal litosfere doğru kestiği Pasifik çevresinin herhangi bir yerinde görülebilirler.

Hint Okyanusu litosferi Sunda kesiminin tümünün altında yitilmektedir ve tahminen yitimle ilişkili işlemlerle oluşan derin proto-mağmalar (yitilen sulu kayaların yitilmesinin dehidrasyonu sonucu mantonun ergimesi?), kesimin uzunlamasına olarak tümü boyunca mevcut olivince zengin bazaltik ergimelere benzemektedir. Yüzeze erişen volkanik kayalar, içinden geçtikleri kabukla ve kabuk içinde olan reaksiyonlar tarafından oldukça fazla değiştirilmişlerdir. Daha da doğudaki ilkel kayalar bile sığ derinliklerde dengelenmiş mağmaları belirlerler. Hiç bir derin manto mağması büyük değişiklikler olmaksızın yüzeye erişemez.

Ana Sunda mağmatik kuşağının kuzeyindeki volkanlar, bize yitilen dilimlerin derin kısımlarının üzerindeki erüpsiyonları karakterize eden, silise göre potasyum yükselmesi dahil, değinilen tüm değişiklikleri gösterirler.

**Sumatra'nın Neojen Öncesi Tektoniği** Sumatra ve Java'nın altındaki Hint Okyanusu litosferinin yitilmesine karışan modern Sunda sistemi sadece Orta Tersiyer'de faaliyete başlamıştır. Daha eski jeoloji oldukça farklı tektonik sistemlerdeki yitimi belirlemektedir. Sumatra'nın büyük bölümü hiç olmazsa Geç Paleozoyik'ten beri kıtasaldır ve Geç Paleozoyik ve Erken Mesozoyik kenetlerinde (Sutur) ve Malaya Yarımadası'nda olduğu gibi mağmatik yayların aynı sistemine aittir. Orta Jura zamanında orta Yeni Gine'de olduğu şekilde, şimdi Sumatra da riftleşmiş olabilir ve bunun bir riftleşmiş kenar tabakalı kama olduğu sonucuna Sumatra'dan sunulacak yetersiz verilerden hareketle varılmış olabilir. Diğer taraftan Java tamamen, mağmatizmanın Jura sonrası yitilmeyle ilişkili süreçleri ve tektonik eklenme ile meydana getirilmiştir. Sumatra'nın Neojen öncesi jeolojisini gözönüne alan pek çok istikşaf verileri, seyrek arazi traverslerinin ve kısa kaya tanımlamalarının zorlanmalarıyla oluşturulan (Bennett ve diğerleri 1981 ; Cameron ve diğerleri 1982; Rock ve diğerleri, 1983 gibi) 1 / 250.000 ölçekli fotojeoloji haritaları şeklinde, benim 1979 tarihli kitabımdan beri yayınlanmaktadır. Ben bu çalışmaları, eski kıta kabuğunun Geç Jura öncesi yaşlı kayalarının, güneybatıdaki polimiktik yitim melanjının geniş bir kuşağı ile Geç Mesozoyik ve (?) Paleojen yaşlı kırık formasyonunun sınırını teşkil ettiği şeklinde yorumluyorum. Bu eklenir kama karmaşığı hem bu yazarlar tarafından melanj ve serpantin olarak tanımlanan küçük alanları, hem de geniş yayımlı kırık formasyonunun ve polimiktik melanjin gözlendiğinin kısa tanımlarla belirtildiği doğu Woyla Grubu ve Babahrot ve Belok Gadang formasyonları olarak gösterilen daha geniş arazileri içermektedir (Bu raporda başvurulan kaya birimi adları az litostratigrafik önem taşımaktadır). Bu geniş eklenir kama bölgesi Sumatra'nın uzak kuzey orta kısmı boyunca uzanmaktadır. Bunun dağılımı aktif sağ atımlı Sumatra fay sistemi tarafından karmaşık hale getirilmiştir. Fakat orta Sumatra'da güneybatı kıyısına yakındır. Güney Sumatra'da ise söz konusu

kıyı kuşağında Neojen öncesi kayalar görülmemektedir. Olasılı geniş melanj kuşağının batısına doğru, harita yapanlar tarafından batı Woyla Grubu olarak kabul edilen bir kaç lokalitede paleontolojik olarak Geç Jura ve Erken Kretase yaşı verilmiş, ada yayı tipinde, bir volkanik, volkanoklastik ve çökel kayalar kuşağı yer almaktadır.

Ben bu ilişkileri, kuzeye doğru göç eden bir okyanusal ada yayının orta Jura'da Yeni Gine'den ayrılması nedeniyle, bir sürüklenen kenar haline gelmiş olan Sumatra kenarı ile Paleojen'deki çarpışmasını açıkladığı şeklinde yorumluyorum. Sumatra ve Hint Okyanusu'nun yakınsaması devam etmiştir ve şimdi aktif olan yitim sistemi, ilerleyen yayın arkasında oluşmuş olan kenar denizi litosferinin dar bir şeridini terk ederek çarpışmayla genişletilmiş olarak, yani üst levhanın ön kenarı halindeki kıtanın güneyini delmiştir (Bennett ve diğerleri, 1981 ve Rock ve diğerleri 1983, güeybatı kayalarının ada yayı karakterlerini ayırt etmişler fakat benimkinden oldukça farklı yorumlamışlardır).

**Java'nın Neojen Öncesi Tektoniği** Java'daki modern yitim sistemi Geç Oligosen'den daha erken bir zamanda başlamıştır. Neojen öncesi kayalar, orta ve güneybatı Java'da sınırlı sayıda küçük alanlarda, Geç Kretase ve Erken Paleojen yaşlı polimiktik melanjlar halinde ve üstte gelen Orta veya Geç Eosen'den Oligosen'e kadar yaşlı kuvarslı kırıntılı tabakalar ve sıg su karbonatları şeklinde görülmektedir. Kuzey Java'nın yüzey altından ve Java Denizi şelfinden daha çok bilgi elde edilmiştir. Temele hakim olan Kretase ve Erken Paleojen yaşlı melanj, yaygın olarak görüldüğü güneydoğu Borneo'ya doğru olan şelfi keserek Java'dan kuzeydoğuya doğru giden geniş bir kuşak halindedir. Bu melanj kuzeybatıya doğru Borneo ve Java Denizi'nin temelinde geniş yayılımı Kretase yaşlı granitik ve volkanik kayalar olarak ikiye ayrılabilir. Paleojen esnasında batı ve orta Java ile Java Denizi, tektonik olarak ve mağmatik olarak hareketsizdi ve Malaya Yarımadası'nın tümünü, Sumatra'nın büyük bir bölümünü içeren yarı kıtaya doğru eriyerek birleştirilmişti ve yitim küçük kıtanın karşı kenarının altındaydı; Güney Çin Denizi litosferi de o sırada şimdiki kuzeybatı Borneo'nun altında güneye doğru yitilmekteydi. Paleojen'de kuzeye doğru göç eden bir yay Java ile çarpışmışsa Sumatra için beklenen yorumda olması gerektiği gibi, böyle bir yaya ait olabilen orta Java'nın güneyinde sondajla kesilen Üst Oligosen yaşlı volkanik kayalar da şimdi kıyı ötesinde yeraltında uzanmaktadırlar. Doğu Java, Bali, Lombok, Sumbawa ve Flores bilinen bütün Neojen öncesi karmaşıkların doğusunu kaldırıp atmakta ve sadece okyanusal Neojen yaşlı ada yayı kayalarını göstermektedir.

**Neojen Deformasyonu** Jeosenkinal teorisinin en popüler olanı, büyük kabuk kısalmalarını yay mağmatizmasının bir habercisi olarak varsayanıdır. Böylece bir deformasyon ne Sunda sisteminde ne de diğer modern mağmatik yaylarda belirlenmemiştir. Java'da Orta Tersiyer tabakaları açık bir şekilde kıvrımlıdır; deformasyon mağmatik merkezlerden uzağa doğru konsantrik olma eğiliminde olarak yoğunluk yönünden azalma gösterir (Djuri, 1975); ve mağmatik adaların ve büyük yapıların gravitasyonel yayılmaları muhtemelen deformasyonun ana nedenlerinden biridir. Sumatra'da modern volkanik kuşağın içinde fakat yerel merkezlerin uzağında bulunan Orta Tersiyer yaşlı mağmatizma öncesi tabakalar yarı yatay veya tatlı eğimlidirler ve normal faylanma gösterirler. Mağmatik

kabuk kalınlaşmasıyla ilgili gravitasyonel yayılma, Sumatra için de düşünülebilir. Sıkışma deformasyonu olmayan normal faylanma genellikle olgun ada yaylarının eski kısımlarında görülür. Fakat hafif kabuksal kütlelerin çarpışmalarının karıştığı veya tatlı eğimli bir yitilen levha üzerinde, üstte gelen bir kıtasal levha şeklindeki yakınsamanın çok hızlı olduğu yerlerde, şiddetli kısalma ve ana kabuk ters faylanması sonuçları ile karşılaşılabilmektedir.

#### **Banda Yitim Sistemi**

Banda Yay, Sunda kesiminden doğuya doğru devam eden büyük bir yitim sistemidir. Sistemin karakteri doğrultusu boyunca oldukça fazla değişmektedir. Okyanusal litosfer Sumatra'da bir kıtasal levha altında, Java'da geçişli litosfer altında ve Bali-Sumbawa-Flores kesiminde başka bir okyanusal levha altında yitilmektedir; Banda Yay'ında bir okyanusal yay şu anda Avustralya kıtası ve yeni Gine ile çarpışmaktadır. Bu çarpışma Neojen'de doğuya doğru tedricen daha gençleşmektedir ve yay karmaşığı kıtaya eklenirken, yitim yayın güney kolunun altında, güneye doğru dönüşerek terslenmektedir. Banda yayının güney kolu tamamen Neojen yaşlıdır ve doğuya doğru gidişi boyunca mağmatizmanın başlangıç döneminin yaşı tedricen gençleşmektedir; yay zamanla boyca uzamaktadır. Doğu Banda Yay'ında hendek, yay önü sırtı, havza ve volkanik yayın hepsi dar bir kavisin etrafında konsantrik olarak gidişlidir. Depremlerin iyi tanımlanmış bir Benioff zonu, Sunda Yay'ının eklenir kamasından ve Banda Yay'ının güney kolundan derin mantoya doğru kuzey istikametinde dalmaktadır. Sismik zon doğuda, batimetrik özelliklere konsantrik olan, hafifçe doğuya doğru dalan, fakat sadece Banda Yay'ının geometrik ekseninin biraz kuzeyine doğru belirsiz olmadan iz bırakılarak, kaşık şeklinde bir zonu belirleyen bir kavis çizer. Benim 1979 ve daha önceki yayımlarımın çeşitli sonuçları, başkaları tarafından kopya edilmiş ve bazıları buraya da alıntısı yapılan daha fazla jeofizik verileriyle genişletilmiştir.

**Hendek.** Sunda kesimindeki hendeğin okyanusal litosferi örtmesine karşılık, Banda kesimindeki sıg hendek, yayın tüm kavisini etrafında kıtasal kabuğu örtmektedir. Hendeğin ve eklenir kamanın diğerlerinden farklı tektonik morfolojisinin yayın etrafındaki devamlılığı, yansıma profillerinin sonuçlarıyla gösterilmiştir. Hendek, bir taraftan Avustralya-Arafura-Yeni Gine kıtasal şelfinden, diğer taraftan eklenir kamanın ucundan aşağı doğru yay çizen sıg su tabakaları arasındaki hafif dihedral açıyı işaret eder. Eklenir cephe, şelf tabakaları içinde gelişen yeni ters fay dilimleri halinde kesikli bir şekilde ilerler (Karig ve diğerleri, 1987). Kıtasal kabuk, hiç olmazsa yay önü sırtının iç kenarına doğru eklenir kamanın altında uzanacak kırılma (refraksiyon) verileriyle belirlenmiştir (Bowin ve diğerleri 1980; Jacobson ve diğerleri, 1979). Mc Caffrey ve diğerleri (1985) kıtanın ince ön kenarının Timor kesiminde 150 km. lik bir derinlikte yitilmekte olduğu ve hala derince yitilen okyanusal litosferin bağımsız bir şekilde ayrılıp battığı sonucuna varmışlardır.

**Yay Önü Sırtı** Eklenir kamanın tepesi Java'dan Flores'e tamamen denizaltındadır. Fakat kıtasal kabuk, üzerinde durduğu yerlerde geniş ve yüksek Timor adasını; daha alta daha küçük ve daha geç başlayan adaları Banda Yay'ının dar doğu kavisinin etrafında; geniş ve yüksek Seram'ı ise sistemin kuzey kolunda oluşturmaktadır. Düşük yoğunluğu malzemenin kalın bir kümelenmesi halinde yayın çevresindeki kamanın de-

vamlılığı, devamlı gravite anomalisi tarafından belirlenmiştir (Bowin ve diğerleri (1980)). Hamilton (1979)'da verilen ada jeolojisi tanımlamalarına eklenen ayrıntılar benim eklenir kamatanımlamalarımı oluşturmuştur. Kama polimitik melanj ve kırık formasyonların kiremit gibi üst üste gelmelerinden ibarettir. Bu formasyonlar genellikle yaya doğru eğimlidirler; kamanın üstünde ilerlediği kıta şelfinden gelen tabakalar, kamanın tepesinde çökelen tabakalar, abisal pelajik çökeller, hem ofiyolitik hem de kıtasal kristalen kayaların dilimlerini ve parçalarını içeren değişebilen yapışık tabakalardır. Yay ölü havzası malzemeleri, üste gelen levha temelinin, bunları tektonik olarak kaldırmasından sonra kamanın içine doğru üst üste dizilebilmektedirler. Kamanın tepesi hem kamanın içine doğru üst üste gelme nedeniyle kalınlaşmasıyla hem de kıtasal kabuk üzerine dışa doğru ilerlemesiyle yükseltilirken, Kuvaterner resifleri de deniz seviyesinden yaklaşık 1000 m. yükseltilmişlerdir.

Berry ve Grady (1981), merkezi Timor'un kuzey kenarındaki bir ofiyolit kütleli olan ve dışa doğru en üstteki amfibolit fasiyesinden yeşilist fasiyesine doğru azalan çökel kayalardaki metamorfizmayı araştırmışlardır. Hornblendten alınan potasyum-argon yaşları, metamorfizmanın yaklaşık

Orta-Geç Miyosen yaşında olduğunu göstermektedir. Berry tarafından haritalanmış ilişkileri yorumlarken, üzerine ilerlenen ada yayının sıcak ön kenarı olarak kabul ettiğim ofiyolit tabakasının altında, aşağı doğru metamorfizma sıcaklığının azaldığı sonucuna varıyorum. (Berry ve Grady ise düşey veya doğrultu atımlı tektonik olduğu sonucuna varmışlar ve sıcak kaynak önermemişlerdir). Tethyan bölgesi sıcakken yer değiştirmiş olan pekçok benzer ofiyolit kütlelerine sahiptir. Daha da batıdaki Timor kuzey sahilinde ise Üst Miyosen yaşlı toleyitik ve kalkalkalen bazaltlar güneye doğru kama üzerine ters faylanmışlardır (Abbot ve Chamalaun. 1981); ben yine ilerleyen yayın üzerine bindirme sonucuna varıyorum.

**Yay Ölü Havzası** Yay ölü havzası Banda Yayının etrafında (Sumba hariç) devamlıdır. Az deforme olmuş tabakalar havzanın dışındaki yay ölü sırt üzerine bindirmişlerdir ve iç tarafta magmatik yayın volkanoklastiklerinin içine doğru derecelenirler. Batimetrik havza, Weber derinliği'ni belirleyen dar atmalı şeklindeki kavsinin eksenine doğru (bu ekseninde derinlik tam 7.5 km. ye erişir), Banda Yayının her iki kolu boyunca, simetrik olarak derinleşmektedir. Havzanın üste gelen litosferin ince ön kısmının elastik sapsmasıyla oluştuğu, kenarının da, altta hem eklenir kama melanjı hem de kıta kabuğu tarafından



Şekil 5. Yeni Zelanda'da North Island'ın modern volkanik yayının volkanik kayaları. A. Jeantiklinal üzerinde duran yayın uzantsız güney ucundaki Lower Tama Gölü patlama kraterleri ve Ruapehu bazaltik andezit stratovolkani. B. Deniz yüzeyinin çok az üzerinde olan yayın hızlı uzanımlı kuzey kısmındaki orta Kuvaterner yaşlı normal faylanmış ve dönmüş silisli biyotitli riyodasitik ignimbrit tabakaları. Paeroa Range, Rotorua gölünün 25 km güneyindedir.

doldurulduğu sonucuna varıyorum. Bu depresyon üç taraftan gelerek Weber Deriliği'nde bir araya toplanır.

Havza Banda Yayının güney kolunun ve doğu kavisinin etrafındaki herhangi bir yere nazaran , kuzey ve doğu Timor boyunca daha dar olarak saptanmıştır. Ben, üste gelen levhanın ön kenarının tektonik olarak erozyonuna ve bu ön kenar üzerindeki tabakaların çökeldikleri Timor kamasının içine doğru kiremit şeklinde üst üste geldiklerini düşünüyorum. Havzanın bu ve diğer kesimleri içindeki yitimin yansıma profilleri hakkında; önerilemeyen yitim tarafından daralma oluşturulması (veya Weber Derinliği'nde derinleşme) hakkında hiç bir fikir yoktur. Kuzey kolunun batı Seram kesimindeki Buru'da, Banda Yayının konsantrikliği bozulmaktadır. Yay önu sırtının bu kısmından içeriye doğru hiçbir yay önu havza mevcut değildir. Tahminen tükenmiş mağmatik yayı temsil eden ve silisli kıtasal kayalar içinden püskürmüş olan Pliyosen yaşlı volkanik kayaların adaları (Abbott ve Chamalaun, 1981) sırttan sadece dar boğazlarla ayrılmışlardır. Örtün levhanın tektonik erozyonu burada açıklamanın bir parçası olabilmektedir.

Geniş Sumba adası, yay önu havzası veya her ne ise onun içinde yükselmektedir ve onun deforme olmamış Miyosen'den Kuvaterner'e kadar yaşlı tabakaları havzayla devamlılık gösterirler. Ada, Miyosen öncesi yaşlı kristalen ve çökel kayaların az anlaşılmalı bir karmaşığının üzerinde domlaşmış olan havzanın yükselmiş bir parçasıdır. Ben burayı Java şelfinden riftleşmiş bir kabuksal parçayı temsil eden eski kayalar olarak düşünüyorum (Hamilton, 1979), halbuki Silver ve diğerleri (1983) Avustralya'nın önünde, havzanın altında yitilmiş kabuk parçalarının bir temsilcisi olduğunu söylemişlerdir.

**Mağmatik Yay** Banda Yayının güney kolu ve doğu kavisinin etrafında mağmatik yay devamlı ise de, tarihesi duruma bağlı olarak sistematiği şekilde değişmektedir. Güney kolunun batı kısmında Erken Miyosen olan, doğu kısmında ise Pliyosen'e ve belki de dar doğu yayı içinde Kuvaterner'e kadar gelen mağmatizmanın başlangıç döneminin yaşının azalması ile, yayın güney kolu boyunca doğuya doğru uzanan büyük mağmatik yapının genişliğinin ve hacminin azalışı uymaktadır (Tarihi sonra belirlenecek benim monografimdeki veriler Abbott ve Chamalaun 1981 ve Suwana ve diğerleri, 1981, i içermektedir). Keskin doğu kavisinin etrafındaki mağmatik yay, sadece, dar ve zayıf devamlılık gösteren bir sırtın tepesindeki küçük, aktif volkan adaları tarafından temsil edilmektedir. Volkanik kayalar daha yaşlı kesimde andezitten gelişmiş bazaltlara, genç kesimde ise andezitten ilksel bazaltlara doğru uyum içinde değişmektedir. Volkanik kayalar, yayın kısa, düzensiz kuzey kolunda Pliyosen yaşlıdır. Fakat burada tektonik ilişkiler çok az anlaşılmalıdır. Volkanlar mağmatik yayın güney kolu boyunca ve yayın doğu kavisinin etrafında şu anda aktifler. Bunun istisnaları doğu Timor'un kuzey ve kuzeydoğusundaki yaklaşık 500 km.lik bir uzunluk ile Buru-batı Seram kesimindeki kısa kuzey kolu boyunca olan kısımdır. Buraların her ikisinde de volkanik etkinlik Pliyosen'de sona ermiştir. Banda Denizi altındaki yitimin kesilmesinin sonucu olarak bir kıta-yay çarpışması aşıkardır.

**Yay Terslenmesi** Tektonik geometrisinin göreceli olarak güneye doğru bir yitimi belirlediği Banda Yayının güney kolunun, her biri yaklaşık 500 km. uzunluğundaki iki kesimi, şu anda volkanik yayın kuzey temelindeki hendeklerle işaretlenmiştir. Bu kutupsallık ana Banda sisteminin tersi

yöndedir. Ben yansıma profillerindeki hendekleri saptadım ve yayın kıtaya çarpışmasını izleyen yay terslenmesini tartıştım. Breen ve diğerleri (1986), Karig ve diğerleri (1987) Mc Caffrey ve Nabelek (1984-1987), Reed ve diğerleri (1986) ve Silver ve diğerleri (1983c-1986) yansıma profillerinden, yan-tarama haritalamasından, deprensellikten ve diğer verilerden elde edilen terslenmiş, cepheye ait hendeklerin ve eklenir kamaların karakteri ile uzanımlarını daha fazla açıklamışlardır. Bu yeni hendeklerin doğuşu, orta ve doğu Timor'un kuzeyidir ve mağmatizması Geç Pliyosen'de kesilen volkanik yayın bu parçasıyla aynı zamana rastlamaktadır. Yeni hendeklerin batı kısmı, kuzeye dalımlı yitim sistemine açıkça ait olan mağmatizmanın hâlâ aktif olduğu fakat Geç Kuvaterner içinde azalmış görüldüğü Flores, Sumbawa ve Lombok'un kuzeyinde uzanmaktadır.

**Banda Denizi** Banda Yayına ilişik, küçük fakat karmaşık Banda Denizi, okyanusal kuzey ve güney Banda havzalarından ve denizaltı sırtlarının araya giren bir grubundan ibarettir. Bu sırtlar kıta kabuğunun parçaları olacak şekilde vuku bulan tırmıklanmadan dolayı bilinmektedir (Silver ve diğerleri, 1985). Mini kıta parçaları Banda Denizi'nin kuzey kısmı etrafındaki kısmen yarı kaynaşmış platformlarda görülmektedirler (batıda Buton'da, kuzeybatıda Banggai-Sula'da ve kuzey merkezde Buru-Ambon-batı Seram'da) (Hamilton 1979, Pigram ve Panggabean, 1983; Silver ve diğerleri 1983b; Silver diğerleri, 1985). İki ana Banda Denizi havzasının okyanusal kabuğunun oluşum yaşı henüz sondajlarla irdelenmemiştir. Ben havzaların göç eden bir Banda Yayının arkasında ve Senozoyik devrinde oluştuğunu öne sürmüştüm. Bowin ve diğerleri (1980), Lee ve Mc Cabe (1986), Pigram ve Panggabean (1983) ve Silver ve diğerleri (1985) benimle çelişkili olarak, her iki havzanın Mesozoyik litosferinin kapanlanmış küçük parçaları olduğu görüşündedirler. Kuzey Banda Havzası'nın güney yarı havzasından alınan istikşaf ısı akısı ölçümlerinin çok yüksek olmasına, yani Neojen riftleşmesinin orada da muhtemelen var olduğunun anlaşılmasına rağmen (Van Gool ve diğerleri, 1987), Senozoyik öncesine ait kıta kabuğu parçaları tarafından kesintili bir şekilde kenarları belirlenen Kuzey Banda Havzası'nın bölümleri için bu yorumlar akla yakındır. Güney Banda Havzası'ndaki eski kabuk şeklindeki bir yorum ise, Geç Neojen esnasında boyu uzatılan bu havzanın güney kenarını belirleyen Banda Yayısı için akla yakın değildir.

**Yorumlama** Banda mağmatik yayının başlangıç döneminin yaşı, Erken Miyosen'den Pliyosen'e ve belkide Kuvaterner'e kadar, yay boyunca doğuya doğru tedricen gençleşmektedir. Yani yayın boyu zamanla uzatılmaktadır. Yayın Avustralya-Yeni Gine kıtasıyla olan çarpışması ise, doğudaki dar kavisinin etrafında olandan daha erken olarak Timor'da zaman içinde tedricen doğuya doğru gerçekleşmektedir. Timor, geçmişte doğrultu atımlı faylar üzerinde Avustralya'ya kaymamış, fakat bu kesimde çarpışmadan dolayı ona bağlı kalmıştır. Banda Denizi litosferi, yeni bir hendekteki eklenir yay tarafından genişletilme şeklinde, hatta Banda Denizi altında göreceli olarak batıya doğru olan yay kavisliliği eksenindeki yitilme şeklinde, kıtanın altında, güneye doğru yitilmeye başlamıştır. Bana göre böyle ilişkiler, hızlı bir şekilde göç eden Banda Yayının arkasındaki yayılma ile oluşmuş olan veya yayın kendi hızlı göçüyle dışa doğru levhalanmış olan Güney Banda Havzası'nın

kabuğunu gerektirir. Banda Denizi, Avustralya ve Yeni Gine arasındaki Arafura iç bükeyliliği içine doğru kaymak için gerekli derli toplu şekillenme öncesindeki bir iç duraylı levhanın temsilcisi değildir. Banda levhası, daha çok, kendi önünde batan kıtaya bağlanmış Jura okyanus kabuğu halinde, muhtemelen kendi şeklini değiştirmiş olan bir içbükeyliliği doldurmağa gereksinen bir şekilde genişlemektedir.

Bu yazının büyük bölümü 1979 tarihli kitabımdaki ile benzerlik gösterir. Fakat ben, tüm Banda yayını ve Banda Denizi'ni bir dış yay ardı havza ile çiftlenen basit bir göç eden yay olarak düşünmekte açıkça hatalıydım. Yayın kuzey kolu (Seram ve Buru), Kuzey Banda Havzası ve denizaltı sırtları daha karmaşık açıklamaları gerektirmektedir. Bütün gözlemciler kıta parçalarının, Yeni Gine'den koparılmış olmaları gerektiğinde aynı görüştedirler. Fakat ayrıntılar oldukça belirsizdir. Uygulanabilir bir çözüm, Yeni Gine'nin kuzeye doğru hızlı hareketini ve Pasifik levhalarının batıya doğru hareketini ve muhtemelen Sunda sisteminin güneye doğru olan hareketini birarada ele almalıdır. Ayrıca böyle bir çözüm, değişik bir şekilde yönlendirilmiş tektonik elemanların şaşırtıcı sıralanmalarını, Bunda Yayının, hiç olmazsa güney ve doğu kısımlarının göç etmesi ve boyunun uzatılması kadar hesaba katmalıdır.

**Karayib, İskoçya ve Karpatya Yayları** Üç yüzlü at nalı şekilli bu üç yayın her biri, boyutu ve geometrik biçimi açısından Banda Yayına çok benzemektedir ve benzer kökenleri olduğunu gösteren pek çok özellikleri sergilemektedir. Her biri benim görüşüme göre (ama daha yerel inceleme raporlarına göre değil) doğruya doğru göç eden başlıca okyanus yayları anlamında açıklanabilir. Karayib ve İskoçya yayları Geç Mesozoyik'te Orta ve Güney Amerika ve Batı Antarktika'nın Pasifik taraflarıyla çarpışmışlar, fakat zamanla yay malzemelerini kuzey ve güney taraflarına karşı tedricen doğruya doğru sahile çekerek, bu kara kütleleri arasındaki okyanusal açıklıkların içinden göç etmeye devam etmişlerdir. İlk cephe çarpışmalarını, kıta kenarları boyunca sonradan oluşmuş And sistemleriyle başlayan yitim kutuplaşmalarının terslenmeleri izlemiştir. Karpatya Yayını Tersiyer esnasında bir kıta içbükeyliliğine doğru göç etmiş ve ayrıca zamanla kendi kanatlarını ardarda doğruya doğru sahile çekmiş, mini kıta parçalarını arkasından sürüklemiştir.

#### **Kuzey Endonezya ve Güney Filipinler**

**Molucca Denizi Çarpışma Zonu.** İçeriye doğru bakan ada yayları arasındaki bir çarpışma, doğruya bakan Sangihe ada yayı ve zamanla güneye doğru gelişen batıya bakan Halmahera ada yayı arasındaki çarpışmanın olduğu yerde, Molucca denizi bölgesinde devam etmektedir (Şekil 4). Kenet kuşağı kuzeyde tamamen kapalıdır ve Mindanao'da karada görülmektedir. Merkez kısmında kuzey Molucca Denizi bölgesinde, iki yayın eklenir kamaları çarpışmayla birleşmekte ve en azından 15 km kalınlaşmaktadır ve orta kuşaktaki bileşik yüzey hemen hemen deniz seviyesi ve yer yer de onun üzerine yükselmektedir. Aşırı kalınlaşmış birleşik kama her iki yanda, içe bakan hendekleri keserek ve yayların üzerine doğru gravitasyonla akmaktadır. Böylece melanjın yüzeysel ters faylanması yitilmeye zıt anlam kazanmaktadır. Çarpışmayı takiben bu merkez kesiminde yay mağmatizması durmuş ve Sangihe yayının yitim kutupsallığı terslenmiştir. Güney Molucca Denizi bölgesinde ise merkezde iki eklenir kama

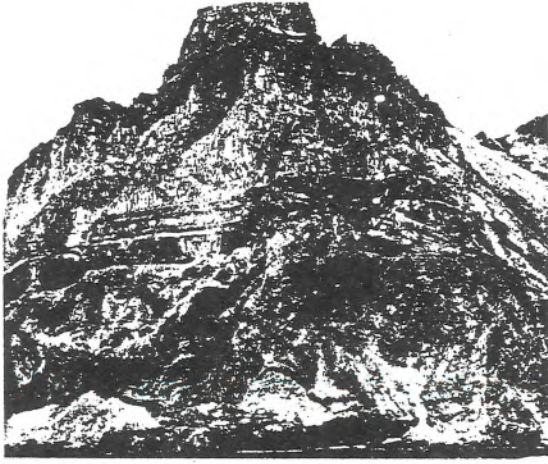
karşılaşmışlardır. Fakat yitim ve yay mağmatizması bunların çarpışma öncesi anlamında hala aktiftirler.

Bu çarpışan yaylar sistemi levha davranışının kavranması açısından önemlidir ve çok araştırılmıştır. Benim bunun üzerindeki çalışmamdan beri de Eli Silver ve değişik çalışma arkadaşları tarafından çok iyi araştırılmıştır. Bu çarpışma sistemindeki güncel bilgiler, geneldeki belgelerin sonuçlarının özetlenmesi şeklinde Cardwell ve diğerleri (1980), Hall (1987), Mc Caffrey (1982), Mc Caffery ve diğerleri (1980), Moore ve Silver (1982), ve Silver ve diğerleri (1983 a) tarafından yayınlanmıştır. Weissel (1980), güneybatı Celebes Denizi'nin deniz tabanı yayılması manyetik anomalilerini (kenar havzası Sangihe yayının arkasında açılmış, fakat şu anda kuzey Sulawesi, güneybatı Mindanao ve kuzey Sangihe yayı altında yitilmektedir) muhtemelen Eosen yaşlı olarak tanımlamıştır. Halbuki Lee ve Mc Cabe (1986) bunları, Geç Kretasen'in en üst yaşında kabul etmektedirler.

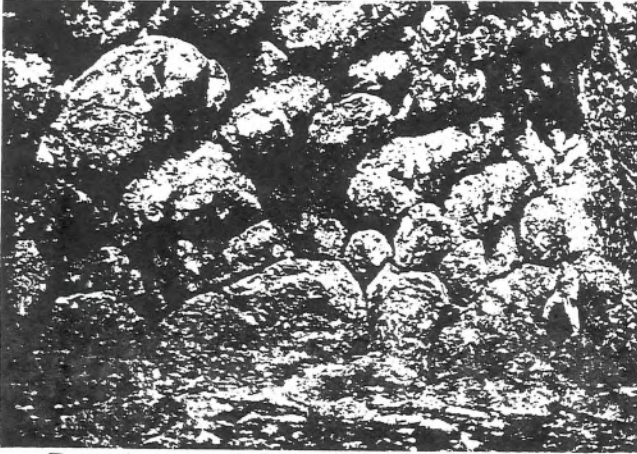
Molucca Denizi levhası Sangihe Yayını altında batıya doğru ve Halmahera Yayını altında doğuya doğru göreceli olarak eş zamanlı bir şekilde yitilmektedir. İyi belirlenmiş bir Benioff sismik zonu Celebes Denizi altında yaklaşık 560 km. lik bir derinliğe Sangihe Yayının altında batıya doğru dalmakta, diğer bir zon ise Halmahera altında 250 km. lik derinliğe doğuya doğru dalmaktadır. Her iki yayın aktif volkanları, Molucca Denizi bileşik melanj kaması altında kaynaşan her bir sismik zonun yaklaşık 100 km. üzerinde toplanmışlardır. Bu iki taraflı yitim, aşağıya doğru gelişmiş yarıklara (slots) doğru bir enjeksiyon süreci şeklindeki yitim koşulları olarak açıklanamaz. Bu yitilen Molucca Denizi levhasının her iki tarafında da kendi üzerinde ilerleyen üste gelen levhalar halinde, düşmesi gerekir.

Güney Molucca Denizi bölgesinin etrafındaki ilişkiler aşırı şekilde karmaşık ve hala çok az anlaşılmış durumdadır. Veriler ve sentezler Silver ve diğerleri (1983b) tarafından sunulmuştur.

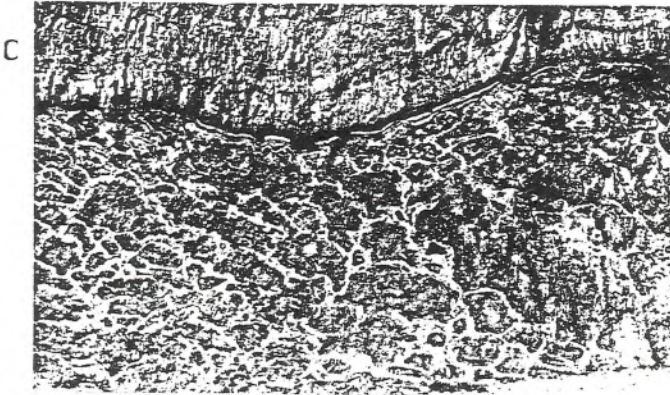
**Güney Filipinler'in Kümelenmesi** Filipin Adaları değişik şekilde çarpışan, terslenen, oroklinal olarak bükülen ve mağmatik olarak aşırı bastırılmış ada yayı bileşenleridir (mağmatik yaylar, eklenir kamalar, büyük ve küçük ofiyolitik kütleler ve çökel toplulukları). Çarpışan Sangihe ve Halmahera yayları ve araya giren kama, Orta Tersiyer esnasında kenetlenmenin tamamlandığı (Hawkins ve diğerleri, 1985) güney Mindanao'da kıyıya gelirler. Bunların ürünleri, çarpışmayı izleyen yay terslenmesi tarafından başlatılan Cotabato Hendeği'nden, göreceli olarak doğuya doğru mevcut yitimle çiftlenen yay mağmatizması tarafından aşırı baskıya uğratılmaktadır. Filipin Hendeği'nden batıya doğru eğilen Benioff zonu sadece sığ derinlikleri doğru uzanır ve belirgin bir şekilde Leyte'nin güneyindeki yay volkanlarıyla ilgisi yoktur (Cardwell ve diğerleri 1983). Bu Filipin Hendek sistemi ile Mindanao'nun geri kalan kısmının kinematik ilişkileri henüz açık değildir. Daha da batıda şu anda harekete geçmemiş, kuzeybatıya bakışlı Sulu Adası Yayını, batı Mindanao'nun Zamboanga Yarımadası olarak kıyıya gelmektedir, ayrıca yavaş yitimli güneybatıya bakışlı Negros yay sistemi, Sulu-Zamboanga Yayına karşı açıkça güneye doğru kapanmakta, daha önceki izdüşümüyle çakışmaktadır. Daha da batıda ise Güney Çin Denizi litosferi altındaki Palawan ada yayı Orta Tersiyer esnasında yitilmiştir ve batı orta Filipinler'de kıyıya gelir. Bu durum



A



B



C

Şekil 6. Aleutian Adalarındaki Unalaska'da Paleojen denizaltı ada yayı kayaları. A. Keratofirden oluşan dom (görüntünün sağ alt yarısı) ve soğansı kütleler (sol alt yarısı) kısmen parçacıklı tabakalı arjilitin (merkeze karşı) ve bir kırılmamış silin (üst yarlar) altına gelir. Yar 350 m yüksekliktedir. B. Siyah camdan ince kenarlı lithoidal latitlerin büyük yastık lavları. Görüntü 10 m yüksekliktedir. C. Altere arjilitteki büyük bağımsız yastıklar, ince arjilitlerin üzerine gelir ve deforme olmamış bir sil tarafından örtülür. Görüntü 25 m yüksekliktedir.

Güney Çin Denizi açıldığı zaman Çin'den riftleşen bir kuzey Palawan mini kıtası ile çarpışmasıyla daha da karmaşık hale gelmiştir.

Böylece güney Filipinler kümelenmesinde altı ayrı orta ve geç Senozoyik yitim sistemi açıkça belirlenmiş olmaktadır. Güney Filipinler'deki Kretase kadar yaşlı yay tipi malzemeler de görülen pek çok ek karmaşıklıklar da henüz anlaşılacak değildir. Bu tarihceye eklenen diğer görüşler Hawkins ve diğerleri (1985), Karig ve diğerleri (1986), Mc Cabe ve diğerleri (1987) ve Sarewits ve Karig (1986) tarafından tartışılmıştır. Uzağa giden pek çok yaylar ve parçalar tamamen bir okyanus arası yerleşme alanında kümeleniyor görülmüştür. Bu bileşik kütlelerin en son nihai yazgısı bir kıtaya eklenmek olacaktır.

#### Çarpışmalar ve Yitim

Bu bölümde kısaca değinilen böylesi örneklere göre şunlar açıkça ortaya çıkmaktadır; uzun süre izlenen sabit yitim sistemleri tipiktir; çarpışmanın, kümelenmenin, terslenmenin, riftleşmenin ve deformasyonun karmaşık sıralanmaları bir kuraldır; ve çarpışan parçacıkların kümelenmeleri bunların en son yerleşme yerlerinden uzakta toplanabilmektedirler. Tarihçeler ve kinematikler, devamlı olan karmaşıklarda, doğrultu boyunca ilginç bir şekilde değişebilmektedirler. Çarpışmalar ve terslenmeler zamanla doğrultu boyunca ilerlemektedirler ve doğrultu atımlı ve oroklinal deformasyon olağandır. Çarpışmalar derli toplu oluşmuş şekiller arasında meydana gelmezler, düzensiz kütleler karşılaşılır ve bunların beraberce itiş kâkışmalarından önce oldukça değişken deformasyonlar meydana gelir.

Geniş levhalar bir çarpışmadan sonra genellikle yakınsamağa devam ederler ve sonuç yeni kümelenmenin okyanus tarafında yeni bir yitim sisteminin başlamasıdır. Bu sık sık, koşullardaki bir atlayış kadar bir yitim kutuplaşması terslenmesini temsil eder. Bir kıtasal levha altındaki okyanus litosferinin yitilmesi bir levha çarpışmasının olağan sonucu olarak başlar. Megalevhalar arasındaki yakınsama devam eder. Fakat yitilen levhadaki hafif kabuk, yitilmek için çok düşük yoğunluktadır ve böylece yeni yitim sistemi yitim tarafından genişletilmiş olarak kıtasal levhayı okyanus tarafına doğru yarar. Böyle çarpışma sonrası terslenmeler şimdi Timor ve Molucca bölgelerinde devam etmektedir. Bu durumun birçok benzeri de pasifik çevresindeki jeolojiyle belirlenmiştir. Solomon-Admiralty yay karmaşığı iki terslenme sergiler. Bunlardan biri güncel olarak, bir hendek-hendek-transform üçlü kavşağı geçen yay kaymaları şeklinde doğrultu boyunca gelişmektedir (Hamilton (1979).

Ana yakınsamalı levha karmaşıkları 10 cm / yıl veya 100 km / yıl, şeklindeki oranlarda yitimi belirlemektedir. Büyük hareketler ve büyük karmaşıklık olağan durumdur. Yitim sistemleri muhtemelen tek oldukları kadar çok sayıdadırlar. Doğrultu boyunca büyük değişiklikler gösterirler ve diğer tiplerin farklı sınırları tarafından birleştirilirler.

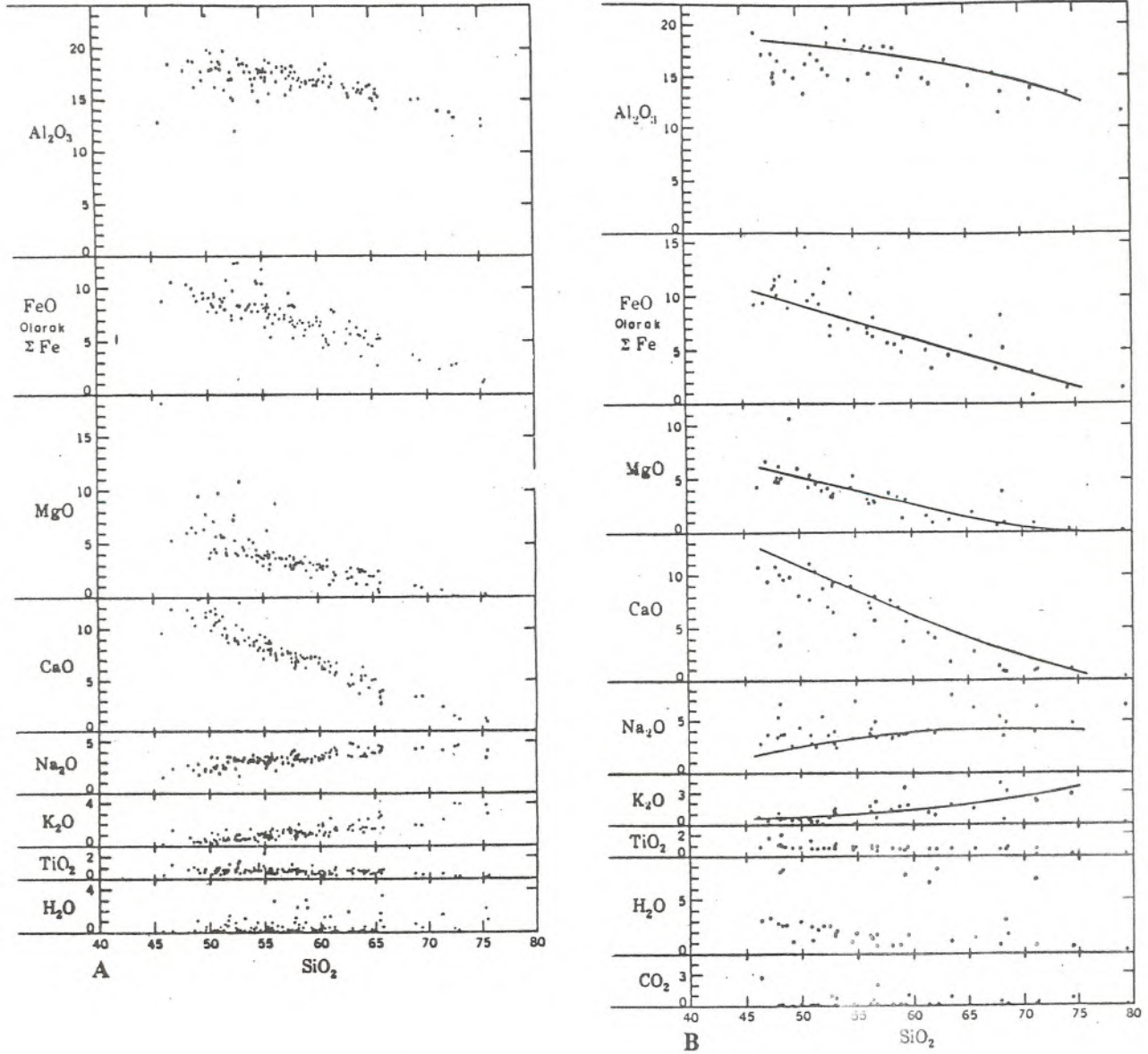
#### ADA YAYLARININ KAYALARI Volkanik Kayalar

Okyanusal ada yaylarının volkanik kayaları zaman içinde ilksel bileşimden gelişmiş olanına doğru bir ilerleme gösterirler. Küçük kabuk hacimli genç yaylardan püsküren



kayalar hakim olarak toleyitik bazaltlardır. Bunların pek çoğu sırt yayımlı bazaltlardan farklı olarak başlıca yüksek alan güç elementleri olan titan, zirkon ve hafniumu düşük oranlarda içerirler. Büyük kabuk hacimli olgun yaylardan püsküren kayalar ise tipik olarak kalkalkalen bazalt, andezit ve dasitlerdir (Kayalar göreceli olarak alüminyum ve kalsiyumca zengindirler). Plajyoklas fenokristalli, olivinli veya olivinsiz iki pirok-

senli bazalt ve andezitler, piroksenli dasitler yaygın tiplerdir. Halbuki pekçok andezit ve dasit ise hornblendlidir. Okyanus yaylarının kayaları izotop bileşimlerinde ilkeldirler ve ilkel izotoplardan yola çıkarak yorum yapmak oldukça tartışmalıdır. Kıta kabuğunun veya böyle bir kabuğun yerini almış kalın terrijen çökel kayalarının içinden püsküren yaylar, yaygın bir şekilde, hacim bileşiminde daha fazla silislidirler.



Şekil 7. A-B). Aleutian Adalarının volkanik kayalarının majör element bileşimleri. Çizimler Hamilton (1963 a, şekiller 65-67) tarafından, U.S Geological Survey raporlarından alınan veriler yerleştirilerek yapılmıştır. A. Yarı yüzeysel volkanların yüzde ağırlık analizlerinin silis değişimi diyagramı. B. Denizaltı volkanik kayalarının ve çağdaş intrüzif kayaların yüzde ağırlık analizlerinin silis değişim diyagramı. Çizimler yarı yüzeysel kayalardaki değişim gidişlerini göstermektedir (A'dan elde edilmiştir).

Bazı okyanus yayları, mafik üyeleri plajiooklastan yoksun fakat en yaygın üyesi magnezyen andezit ve boninit olan magnezyence zengin kayalar dizisini de içermektedirler (Bloomer ve Hawkins, 1987). Bu kayalar yüksek alan güç katyonları bakımından çok düşüktürler ve boninit ve yay toleyitiği mağmaları muhtemelen, sırt bazaltı meydana getirmek için daha önceden kısmi ergimeye uğramış olan büyük ölçüde harzburgit mantosundan türemişlerdir (Bloomer ve Hawkins, 1987, ayrıca Fisk, 1986 ya bakınız).

Kıta veya geçiş kabuğunda oluşan mağmatik yaylar, Sunda sistemi ve bunu izleyen Yeni Zelanda tartışılırken belirtildiği gibi oldukça gelişmiş volkanik kayaları içerirler.

Petrolojik modelleme başlıca, final volkanik kaya bileşimlerine, çeşitli majör ve iz element kombinasyonlarına ve son yıllarda kalkalkalen kayaların kökeni hipotezlerinin bir göstergesini oluşturmada önem kazanan izotoplara, farklı mantonun kısmi ergimesine ve yitilen malzemelerin karışmasına, çeşitli seviyelerdeki fraksiyona, kirlenmeye ve mağma karışımına dayandırılmaktadır. Bu konulardaki güncel makaleler Brophy ve Marsh (1986), Crawford ve diğerleri (1987), Hawkins ve diğerleri (1984), Kay ve Kay (1985), Myers ve Marsh (1987), Nye ve Reid (1986), Wheller ve diğerleri (1987) ve White ve Dupre (1986) dır. Bu açıklamalarda görüş birliğine varılan ana nokta ergimenin şu ya da bu şekilde yitim yüzünden olmasıdır.

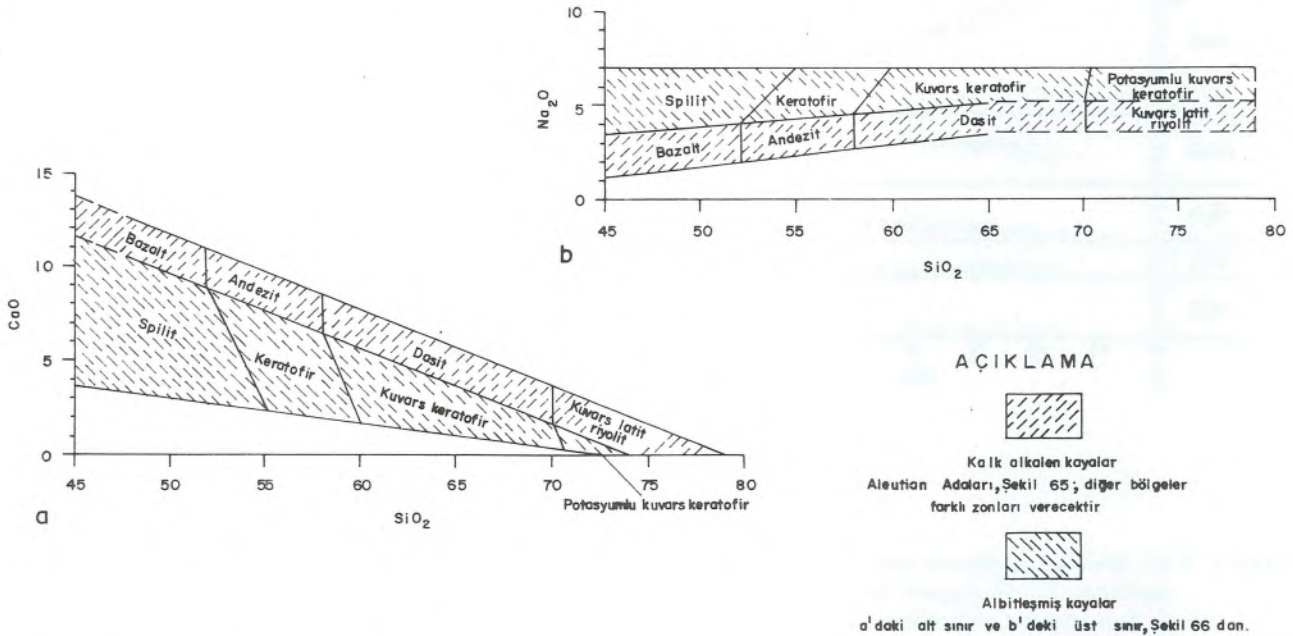
Bu matematik- petrolojik modelleme çoğunlukla, doğru çözüm şansı pek az olan bir veya iki aşamalı işlem kavramlarını bir araya getirir. Mantoda yükselen ergiyikler özel duvar kayalarıyla olan dengedeki kısmi ergimeleri sabitleştiremez (O'Hara, 1985). Kabuğa erişmekte olan ergiyikler fazlaca gelişmişlerdir. O'Hara ve Matthews'in (1981, 237) gösterdiği türden karışıklıklar muhtemelen kabuk odalarındaki daha sonra gelişen ergimelerden dolayı ortaya çıkan zorunluluklardır.

Eğer periyodik olarak dolan, periyodik olarak tapası açılan, devamlı olarak fraksiyona uğrayan mağma odaları mevcutsa bunlar, faz petrolojileri ve iz element kimyaları (şimdiye kadar ki geleneksel yorumlarda) kendi petrojenezleri için homojen olmayan kaynak bölgelerinde, değişebilir derecelerde kısmi ergimeler gösteren ürünler geliştireceklerdir. Odanın tavanının, mağması tarafından asimile edilmesinden ve kimyasal olarak homojen bir peridotit mantosu durumundaki mineraloji değişiminden ortaya çıkan ilave etkiler eklendiğinde karıştırılacak konular oldukça artmaktadır. Bundan başka bu ilişkiler, yalnızca mağma odası parametrelerinin veya püsküren ürünlerin bilinmesiyle manto kaynağı bileşimlerini ortaya çıkarmak için tersine çevrilemez. O'Hara ve Matthews yayımlı sırt bazaltik mağmatizması sistemlerinin en basitini tartışmışlardır. Yay mağmatizması sistemleri, içinden daha sonra mağmaların yükseleceği, tedricen değişen kabuk ve manto sütunlarının yaratacağı büyük ek karmaşaları ve değişik tip kabuğu kesen devamlı yaylar boyunca yer alan volkanik kayaların bileşimlerindeki sistematik değişmelerin sonuçlarını da dikkate alırlar.

### Yeni Zelanda Sistemi

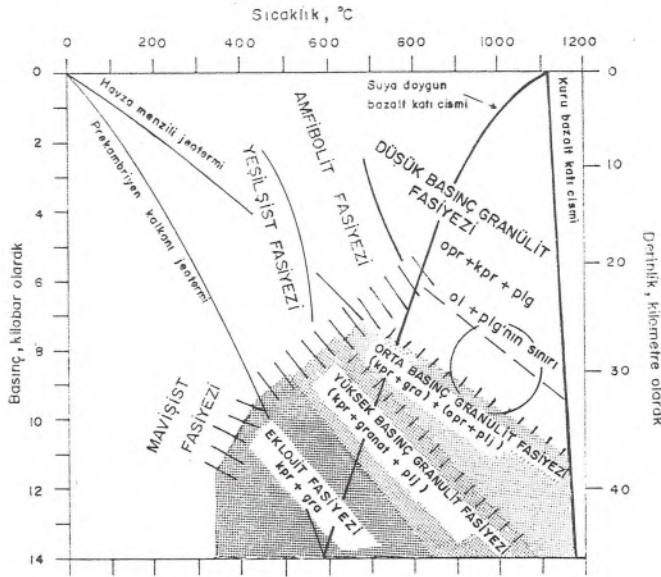
Yeni Zelanda'da güney North Island'daki bir uç noktada kıta şelfini kesen ve okyanusal Kermadec ve Tonga Adaları boyunca kuzey-kuzeydoğuya doğru 300 km. boyunca devam eden düzgün bir mağmatik yaydır. Yay yalnızca kıta-okyanus-yay mağmaları arasındaki zıtlığı değil, yay ve rift mağmatizması arasındaki ayrımları gösteren bazı popüler fikirlerin geçersizliğini de sergilemektedir.

Günümüzde yay, yitilen Pasifik litosferinin devamlı batıya dalan bir dilimi üzerinde uzanmaktadır. Basınç değiştiren bir levha sınırnı, Yeni Zelanda içinde yol veren sistem boyunca yakınsamanın ve yitimin hızı güneye doğru azalmaktadır.



Şekil 7 C).CaO, Na<sub>2</sub>O ve SiO<sub>2</sub> ağırlık yüzdeleriyle belirlenmiş andezit-keratofir ortaklığı üyelerinin şematik sunuluşu.

Yayın Yeni Zelanda kısmı, bir kıtasal kalınlaşma kabuğu üzerinde, fakat değişebilir metamorfizmaya sahip olan terrijen kırıntılı çökel kayalarının, Mesozoyik yaşlı eklenir kama malzemeleri oluşturmasıyla gelişmiştir. Sistemin okyanusal Kermadec-Tonga kısmı boyunca bir denizaltı sırtından küçük volkanik adalar yükselir. Göç eden okyanusal kesimin arkasında bir okyanusal yay ardı havza açılmıştır. Uzama zonu Yeni Zelanda kıta şelfi üzerine güneydoğuya doğru yükselir. North Island kuzeyi hızlı, güneye doğru uzantısı azalan, doğuya doğru göç eden ve boyu uzayan yay mağmatizmasının etkisinde kalmaktadır (Stern, 1985).



Şekil 8. Kıta kabuğu ve olgun ada yayları ile ilgili mineral topluluklarının genelleştirilmiş basınç-sıcaklık diyagramı. Sınırlar mafik ve ortaç kayalar için yaklaşıktır, fakat hacim bileşimi ile değişir; bir arada var olan mineraller her fasiyesi kesen bileşimde değişirler. H<sub>2</sub>O nun oldukça aktif olduğu yaklaşık 5 kilobardan daha büyük değişikliklerdeki basınçlarda amfibolit ve granülit fasiyeleri arasındaki sınır ve çok değişken P/T genişliğinin genellikle araya girdiği (gösterilmeyen) bir granatlı amfibolit fasiyesi. Kısaltmalar : kpr = klinopiroksen, gra = granat, ol = olivin, opr = ortopiroksen plaj = plajiolklas. Benzer hacim bileşimli kayalar tedricen düşük basınçlı granülitten eklojite doğru giderek daha yoğunlaştıkları. Bu plajiolklasın ferromagneziyen minerallerle reaksiyona girip ard arda daha yoğun fazlar üretmesi; plajiolklasın ard arda olivin ortopiroksen ve klinopiroksenle reaksiyona girmesi şeklinde olur. Halbuki albit mavi şist fasiyesinin daha yüksek T/P kısmında sabittir ve sandin de yüksek-sıcaklık eklojite sabittir. Alt kabuğun üst kısmında görülen pekçok mağmatik kayalar daire ile gösterilen alanın içinde veya yakınında kristalize olmuşlardır. Hamilton'dan (1988 a, şekil 2) verilen referanslardan alınmıştır.

Kermadec-Tonga lavları gelişmiş bir okyanus yayı tipindedirler (bazalt, bazaltik andezit, andezit ve daha az olan dasitlerin hepsi petrolojik olarak ilkel ve başlıca yüksek alümina tipleridir) (Ewart ve diğerleri, 1977).

Mağmatizma, eğer herhangi bir uzantı ilerliyorsa, az miktarda bulunan, tahminen mağmatik ısınma ve şişme nedeniyle yükselen, bir alçak jeantiklinal sırtının tepesinde geniş stratovolkanların (Şekil 5 A) oluştuğu, güney North Island'daki güncel yayın güney ucuna günümüzde erişebilmektedir. Volkanik kayalar hakim biçimde yüksek alümina andezitleri ve bazaltik andezitlerdir. Bu da kıtasal malzemelerin (eklenir kamanın terrijen tabakalarından gelen) kendi iz elementleri ve radyojenik izotoplarındaki birleşmelerini göstermektedir (Cole, 1979; Ewart ve diğerleri, 1977).

Orta-kuzey North Island'da yay, mağmatizmayla eş zamanlı olarak uzamıştır (Şekil 5 B). Hakim volkanik kayalar ignimbritler ve yüksek silisli riyodasit ve kuvarslı latit akıntılarıyla daha az gerçek riyolitler ve daha da az olan bazalt ve dasitlerdir (Cole, 1979 Ewart ve diğerleri, 1977). Yüksek silisli kayaların alta yer alan eklenir kama çökel kayaları ile olan izotopik benzerlikleri olasılıkla, yükselen manto diyapirleri ve göreceli ilksel yay mağmaları tarafından derin kabuğun ısıtılması nedeniyle olmuştur ve kırıntılı tabakaların kısmi erimelerinin yüksek derecede olduğunun bir göstergesidir. Uzama, mahtodan kabuksal sütun içine olan mağma ilavesinden daha hızlı olarak ilerlemekte ve bölge alçalmaktadır. Mağmatik kuşağın kuzey kısmı alçalan kıta şelfi üzerindeki deniz seviyesinin altındadır. Bu, kuvvetlice, iki şekilli olan mağmatik topluluk, eski bir yerleşmeye rastlarsa, pekçok petroloğun görüşüne göre yitilme yerleşmesine karşıt bir kanıt olacaktır (yine de bir mağmatik yay içinde oluşacağı bir gerçektir). Kıyı-üzeri mağmatik yayın hem uzayan hem de uzamayan kısımları yitilen dilimin tepesinin 100 km. üzerinde, yaklaşık birbirleriyle aynı yüksekliktedirler (Adams ve Ware, 1977).

#### Denizaltı Volkanik Kayaları

Okyanusal ada yayları, kabuk hacminin çok küçük bir parçasını içine alan yarı yüzeysel volkanlar üzerinde bulunan mağma tarafından oluşturulmuş yeraltı sırtlarıdır. Denizaltı kayaları bileşim olarak yarı yüzeysel kayalara benzer bileşimde püskürmüşler, ama hidrotermal deniz suyu tarafından oldukça farklı bileşimlere altere edilmişlerdir. Yaylara ait petrolojik verilerimiz, ezici bir çoğunlukla hacim bakımından önemsiz yarı yüzeysel kayalardan alınmıştır. Gill (1981) andezitler hakkında genel olarak mükemmel olan monografisinde denizaltı kayalarına aynı oranda değinmemiştir. Kıtalara tektonik olarak eklenen eski yaylar şimdi hemen hemen tamamen buldukları denizaltı seviyelerinde görülmektedirler. Böylece bunların denizaltı kayaları ile karşılaştırılmaları paleotektonik çözümler için olmaktadır. Fakat eklenen yaylar konusunda çalışan pekçok yerbilimci eski denizaltı kayaları ile güncel yarı yüzeysel kayaların petrolojisini hatalı olarak karşılaştırmakta ve pekçoğu sonuç olarak geçersiz paleotektonik bulgulara ulaşmaktadır. Denizaltı kayaları yaygın olarak, herhalde sırtların mağmatik şişmesi ile yükseltilen olgun ada yaylarının bazı adalarında gözükmektedirler. Denizaltı kayaları yaygın olarak, ince taneli sekonder minerallerin kahverengi veya yeşil renkli topluluklarına altere olmaktadır ve pekçok

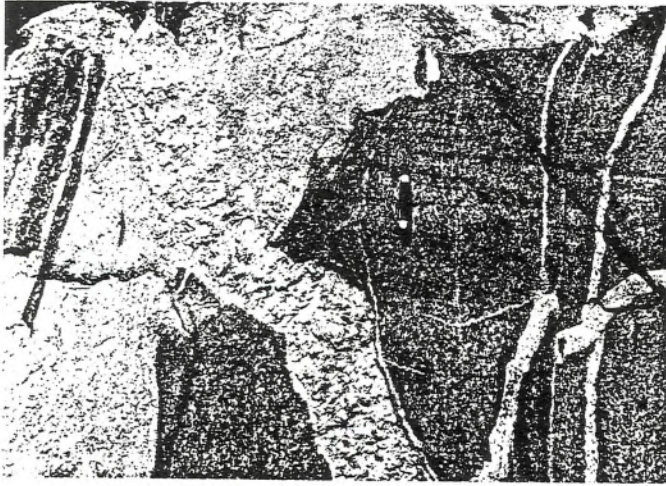
petrolog ve haritalama jeologları bunlardan çok az şey öğrenebilmektedirler.

Güncel aktif yayların denizaltı kayaları hakkındaki bilginin çoğu A.B.D. Geological Survey jeologlarının Aleutian Adaları'ndaki 1946-1954 arazi mevsimlerinde yaptıkları çalışmalarından elde edilmiştir. Bu çalışmalar ayrı ayrı Byers (1959), Drewes ve diğerleri (1961), Fraser ve Snyder (1959), Gates ve diğerleri (1971) ve Snyder ve Fraser (1963), tarafından yayınlanmıştır. Daha sonraki Aleutian çalışmaları arasında ise Hein ve diğerleri (1984) ve McLean ve Hein (1984) vardır. Eosen, Oligosen ve Miyosen yaşlı denizaltı kayaları adaların yüksek deniz uçurumlarında mükemmel gözükmektedirler (Şekil 6). Kaynağa yakın karmaşıklarda bazalttan dasite kadar lavlar, yastık lavlar, yastık breş içeren breşler ve gabrodan granodiyorite kadar türde olan ve küçük batolitler tarafından sokulan büyüklü küçüklü tabakalar ve boğumlu kütleler egemendir. Daha az görülen malzemeler ise volkanoklastik breşler ve vakeler, arjillitler ve çörtlerdir.

Şiddetli alterasyon denizaltı volkanik kayalarını oldukça etkilemiştir. Alterasyonun çoğu diyajenetik ve hidrotermaldir. Yakındaki plütonlardan gelen ısı ve soğuma akıntularından, küçük intrüzyonların kendilerinden gelen ısı ile sürülmüşlerdir. Klorit, epidot, albit, kalsit, kuvars, zeolitler, killer ve oksitler geniş olarak gelişmişlerdir. Değişken hidrasyona ek olarak oksidasyon ve karbonasyon, volkanik ve hipabisal toplanmanın çoğu, hacim bileşiminde son derece değişime uğramaktadır. Majör element değişimi, özellikle sodyum zenginleşmesi ve kalsiyum tüketilmesiyle belirlenir (bildiğim kadarıyla bu ve diğer güncel aktif yayların iç denizaltı karmaşıkları hakkında sistematik iz element çalışması yapılmamıştır). Denizaltı kayalarının sodyum ve kalsiyum içerikleri ada zincirinin altere olmamış yarı yüzeysel kayalarında sodyumdaki son derece zenginleşme ve kalsiyumdaki son derece tüketim şeklindeki miktarlardan oluşan bir spektrumunu belirlemektedir ( Şekil 7; Hamilton, 1963 a). Kayalar

bileşim olarak bazalt, andezit ve dasit ile bunların sodyumca zenginleşmiş ve kalsiyumca tüketilmiş eşdeğerleri olan spilit, keratofir ve kuvars keratofirdir (son terimler sık sık, plajiolasın albit, epidot ve diğer ikincil minerallere dönüştüğü, az değişmiş kalkalkalen hacim bileşimli yeşil şist fasiyesi metalvolkanik kayalarına yanlış olarak uygulanmaktadırlar). Sapmış, kalkalkalen mağmadan kristallenmiş, şu anda sodik olan kayalar, güncel yarı yüzeysel volkanlar gibi varsayım olarak sodik veya sulu ergiyiklerden gelmezler. Relik klinopiroksenler olağan değişimlerdir. Relik yüksek sıcaklık plajiolası ise normal labradordur ve çok miktarda albit düşük sıcaklık kristal yapısına sahiptir. Sapmış bileşimler düşük yeşil şist fasiyesiyle karşılaştırılabilecek koşullar altındaki sıvı değişimlerinin ürünleridir (Byers, 1959; Drewes ve diğerleri 1961; Wilcox, 1959). Reaksiyon yapan sıvı, sodyum ve karbon dioksidin yüksek aktivitelerine ve kalsiyumun düşük aktivitesine sahip olmalıydı ve denizaltı kayalarını ayırıcı bir şekilde etkilemiş olmalıydı. Deniz suyu Wilcox ve diğerlerinin (1959) üzerinde durduğu gibi belirgin nedendir. Deniz suyundan toplanmış tuzlu su düşük basınç ve yeşil şist fasiyesi sıcaklığıdaki gerekli albitleşmeyi üretir, sağlanan diğer reaksiyonlar silisi sıvı olarak serbest bırakılır (Rosenbauer ve diğerleri, 1988).

Yayılan sırt bazaltları genellikle deniz suyu tarafından oluşturulan değişken hidrotermal alterasyonu sergilerler. Fakat hacim bileşiminde şimdiye kadar belirlenen değişiklikler Aleutian kayalarının pek çoğunda olduğundan daha az şiddetli değildir (Alt ve diğerleri 1986; Thompson, 1983). Diğer taraftan, pek çok kara ofiyolitleri (büyümeye başlayan ada yaylarının ürünleri?) değişken şiddetle spilitleşmeler gösterirler (Hawkins ve Evans 1983; Hopson ve diğerleri 1981; Lippard ve diğerleri 1986). Su derinliği bir faktör olabilir. Günümüzdeki sıcak magmatik kayaları ve su derinliklerinde dolaşan deniz suyu arasındaki 2,5 km. den büyük olan dokanak, yayılan sırtlar nedeniyle gözlenen yay-kaya reaksiyonlarını



Şekil 9. Batı kuzey Amerika'ya tektonik olarak eklenen Mesozoyik ada yaylarının orta-kabuk kayaları. A. Tonalit gnaysa migmatize olmuş hafif trondhjemit kesen sodik pegmatit daykı, Batı-Orta Idaho, Riggins paftası, Sixmile Creek. B. Amfibolit metamorfik dehidrasyonundan kısmi ergimesi sonucu muhtemelen türeyen trondhjemit tarafından migmatize edilen amfibolit. KB Washington, kuzey Cascades, Diablo Gölü yakını.

üretmede yetersiz kalabilir. Yay topluluklarının şiddetli alterasyonu için olası bir açıklama, kaynama ile büyük tuzlu su toplanmaları oluşturarak, suyun 2 km. lik kritik derinliğinden daha sığ sudaki denizaltı yay mağmaları soğumasını gerçekleştiren veya sığ su yerleşmelerindeki plütonların etrafına yönelen şiddetli hidrotermal sistemlerdir. Suyun kritik noktası yakınındaki minerel-sıvı renksiyonlarının en uç değişimleri de önemli olabilir. Ayrıca, yay topluluklarındaki parçalı kayaların bolluğu da bunları oldukça geçirgen yapar.

Batu Idaho'nun eski bir ada yayının şimdiki kısmının kalkalkalenden spilitik keratofire kadar olan bileşim değişimlerini, denizaltı Aleutian kayalarıyla olan sayısal benzerliklerini göstermişim (Hamilton, 1963 a). Çeşitli araştırmacılar (Roobol ve diğerleri, 1983 gibi) eski denizaltı yay topluluklarındaki benzer tayfı belirlemişler, fakat güncel yarı yüzeysel volkanların bileşimlerinden sodik ayrılmaların alkaleen mağmatik ilişkiler göstermelerinin nedenlerini de tartışmışlardır.

#### Ada Yayı Kabuğu

Okyanusal ada yayı mağmatizması olgun yaylarda kıtaya benzer kalınlıkta kabuk oluşturur. Bu kabuğun çeşitli bölgelerde açığa çıkarak görülebilmesine rağmen bunun özellikleri, yarı yüzeysel volkanik kayaların bileşimi, esas alınan pekçok yay mağmalarının petrolojik modellerinde çok az bütünlendirilmiştir. Volkanların üst kabuk yarı tabakaları günümüzde aktif olan olgun okyanus yayları içinde geniş olarak görülmektedir ve bol miktarda gabro, tonalit ve granodiyorit ve genellikle daha az olarak daha sodik granitik kayaların intrüzif kütlelerini (daykları, silleri, şişmiş podları, stokları, küçük batolitleri) içermektedir. Plüton kayaları muhtemelen, volkanik kayalardakinden daha felsik ortalama dadırlar. Endonezya ve Melanezya örneklerini tanımlayan yayın kaynakçası Hamilton (1979) tarafından verilmiştir. Aleutian örnekleri ise Byers (1959), Drewes ve diğerleri (1961) ve başkaları tarafından tanımlanmıştır.

Okyanusal ada yaylarının kabuğunda daha derinde oluşmuş kayalar, kıtalara tektonik olarak eklendikleri ve oralarda derince aşındırıldıkları bazı yaylarda görülmektedirler. Şekil 8 hem metamorfik hem de mağmatik kayalara uygulanabilen, mafik kayalar için ilginç kristalleşme fasiyeslerinin bir derlemesidir. Fasiyez işaretlemeleri burada bu izlenimle uyum içindedir ve yazarların terminolojisi gerekli olmadan yerleştirilmiştir. Mafik ve ortaç plütonları enine kesen düzeylerin altındaki orta kabuk ada yaylarında, birçok durumlarda, izotopik olarak pirimitif amfibolitik, tonalit ve trondhjenitik gnayslar baskındırlar. Buralardaki amfibolitlerin derinlikle granatlılığı veya piroksen içirme özellikleri artmaktadır. Batu-orta Idaho ve Washington Eyaleti'nin Kuzey Cascade'ları bunun güzel örnekleridir (Şekil 9). Trondhjenit (sodik lökotonalit, terim bazı jeologlar tarafından lökogradodiyorit ve andezinli lökotonalit içirme için yanlış olarak kullanılmaktadır) alt kabuk koşullarında spilit bileşimindeki amfibolit kısmı ergimesini oluşturabilir (Rapp ve Watson, 1988).

Hem gravitasyonla hem de sıvı akıntısı ile fraksiyonlaşmış ve diyapirik olarak bükümleşmiş tabakalı ultramafik ve gabroik karmaşıklar bazı yayların köklerinde bulunmuşlardır (Burns, 1985; Himmelberg ve diğerleri, 1986; Irvine, 1974;

Murray, 1972; Snoko ve diğerleri, 1981). Bu karmaşıklar, oluşum derinliğinin geniş menzillerini temsil ederler. Bazıları olivin artı plajiyoklasın duraylılık alanı içinde diğerleri ise daha derinde kristalleşmişlerdir (Şekil 8'e bakınız). Ortopiroksenin pek çoğunda bol olmasına rağmen klinopiroksen bu karmaşıklarda hakim olan piroksen türüdür. Bu mafik ve ultramafik toplulukların bazıları daha felsik plütonlarla beraberdirler. Eosen'de (?) muhtemelen bir ada yayı karmaşığının içinde, güneydoğuya doğru kuzey-batı Hindistan üzerine saldırmış olan, Kretase ve Erken Tersiyer yaşlı dolaylı olarak aşındırılmış, kuzeye dalımlı bir kabuk kesimi, Pakistan'ın kuzeyindeki Kohistan'da etüd edilmiştir (Bard, 1983; Coward ve diğerleri, 1982; Dietrich ve diğerleri, 1983; Jan ve Howie, 1981; D.E. Karig, 1988; yazılı iletişim; Tahirkheli, 1982). Oldukça deformasyona uğramış bu kabuk kesimi belki 40 km. kalınlıktadır. Buradaki manto kayaları, mavişist ve melanj üstündeki kesimin yapısal temelindeki bir yontum kadar 5 km derinliğe uzanırlar. Üst ve orta kabuktan itibaren içindeki kontakt metamorfizma, bölgesel ölçüde, aşağı doğru düşük yeşilistten alt ve orta amfibolite ve granatlı amfibolit fasiyesine doğru artar. Mafik ve ortaç volkanik ve volkanoklastik kayalar ile bol türbidit arakatıkları, (Karig karmaşığının bu kısmını yay ardı havza kökenli olarak görmektedir) aşağı doğru artan başlıca masiften gnaysik diyorit ve tonalite kadar stoklar ve küçük batolitler yer almaktadır. Alt kabuk mafik granülitler ve mafik plütonik kayalardan ibarettir. Burada metamorfizm derecesi bazı intrüzyonların Syn-plutonik, diğerlerinin post-plutonik oluşuna bakarak, aşağıya düşük-orta dereceden yüksek basınç granülit fasiyesine doğru artmaktadır. Değişebilir metamorfizmadaki plutonik kayalar bazaltik mağmadan fraksiyonlanmışlardır ve norit, gabro ve ince kesitlerde anortosit içerirler. Mağmatik olivin ve plajiyoklas alt kabuğun alt kısmında değil ama üst kısmında beraberce kristallenmişlerdir. Ortaç bileşim kayaları alt kabukta daha boldur. Bu kesimin temelindeki manto kayaları, aratabakalı ve enjekte kalıntı kümülat ve mağmatik klinopiroksenit, peridotit, dunit ve daha az olarak olivince serbest norit ve gabrodan ibarettir. Bunlar değişken şekilde deforme olmuşlar ve yüksek basınç granülit fasiyesinde yeniden dengelenmişlerdir. Bard (1983) metamorfizmanın, mağmatizmanın olduğundan daha yüksek basınçlarda meydana geldiğine dikkat çekmiştir. Fakat fasiyez ilişkileri izobarik mağmatizma ve metamorfizmanın zıt bir sonuç çıkarmasına izin vermektedir.

Daha çok Erken Kretase'de muhtemelen hem kristalleşmiş hem de metamorfize olmuş olan, izotopik olarak ilkel bir okyanus ada yayının derin kabuk kesimi, güneybatı Yeni Zelanda'nın uzağında görülmekte (Matterson ve diğerleri 1986) ve Paleozoyik bileşenlerini içermektedir (Gibson ve diğerleri, 1988). Kayalar açınama kapsamında Blattner (1978), Gibson (1982), Gibson ve diğerleri (1988), Mattinson ve diğerleri (1986), Oliver (1980) ve Williams ve Smith (1983) tarafından etüd edilmiştir. Aşağıdaki sentez onların petrolojik ve yapısal verilerinden benim vardığım sonuçları sunmaktadır; onlar değişken olarak birbirleriyle ve benimle karşıt görüşlerdedir. Kabuk kesimi, Alpin fay boyunca basınç ötesi kısım olarak Neojen'de batıya doğru ilerlemiştir ve dolaylı olarak aşındırılmıştır. Gabro, diorit ve tonalit, içinde ultramafik kayaların mercceklerinin aşağı doğru artarak bol olarak bulunduğu kesimin batısında derinlere doğru hakim durumdadır.

Lökogabro, kalsik anortozit ve granodiyorit daha az bulunmaktadı. Mağmatik kristalleşme düşük basınç granülit fasiyesinin yüksek basınç kısmındadır. (iki piroksen; plajiyoklas ortopiroksenle sabit, fakat olivinle değil; granat yok). En derin yapısal düzeylerde, bu kayalar geniş bir şekilde, orta ve yüksek basınç granülit fasiyesinde ve yersel olarak eklojit fasiyesinde gnayslara doğru gerilerler. Biraz daha sığ kayalar geniş olarak mağmatik fabriklerini korurlar veya granatlı amfibolit fasiyesinde gerilerler. Fasiyes ilişkileri sonuç çıkarmaya izin vermektedir. Mağmatizma ve gerileme esas olarak isobariktir ve görülen en derin kayalar için yaklaşık 35. km lik bir derinlikte meydana gelmiştir. Karmaşık başka bir yerinde olivin ve plajiyoklas mafik plüton kayalarında beraberce kristalleşmişlerdir. Metavolkanik ve kalsilikat gnayslar mevcuttur ve gerileme amfibolit ve granatlı amfibolit fasiyesinde meydana gelmiştir. Ben isobarik mağmatizma ve gerilemenin 20-25 km. lik derinliklerde olduğu sonucuna varıyorum. Hem masif hem de tabakalı differansiye plütonik kayalar, alt ve orta kabuk seviyelerinin ikisinde de bulunurlar.

Büyümeye başlayan bir ada yayındaki kabuğun karakterine ofiyolitler hakkındaki önceki bölümde değinilmiştir.

### Kabuk ve Manto

Yukarıda tanımlanan iki olgun ada yayının alt kabuğunda Kohistan örneğindeki mafik kayalar hakimdir. Fakat Fiordland'da ise mafik, ortaç ve felsik-ortaç kayalar hakimdir. Alt kabuk kayalarının yüksek ses hızı ve yoğunluğu kendilerinin granülit fasiyesi mineralojilerinden dolayıdır (plajiyoklasın düşük basınçta granülitin pirokseni ve granatı şeklinde olacak fazlasının sunulması) ve gabroik hacim bileşimi gerekli değildir. Benzer şekilde manto kayaları ultramafik kayalar kadar yüksek basınç plajiyoklasça serbest kayaları içerirler.

Kohistan kesiminde görünen Mohorovicic süreksizliği fraksiyonlanmış mağmatik kayalar içinde bir geçişlilik sınırını ortaya çıkarır. Bu kayalar hakim olarak alta ultramafik, üstte ise granülitik ve olivince serbest noritik ve gabroik kayalardır. Süreksizlik yay mağmatizması tarafından meydana getirilmiştir ve bir fosil litolojik sınır değildir. Ben (Hamilton, 1981) başka bir yerde bunun mağmatik yaylardaki kabuk temelinin genel karakteri olduğunu tartışmışım (kıtalar ve olgun ada yaylarının Mohorovicic süreksizliği başlıca plajiyoklasça serbest mineralojinin veya ultramafik bileşimdeki çok miktardaki yay mağmatik kayasının kristalleşmesinin yüzeyel limitini temsil eder). Bir kıtasal mağmatik yayın Mohorovicic süreksizliğini kesen benzer ilişkilerin bir örneği kuzeybatı İtalya Alpleri'nin Ivrea zonuyla verilmiştir (Rivalenti ve diğerleri, 1981). Kabuğun temeline ulaşan yay mağmaları

bazaltik veya ortaç bileşimlere sahiptirler. Yine de mantonun derinliklerinde oluşan ilk ergiyikler muhtemelen olivince zengin kayalarla dengededirler. Böylece, ilksel mağmaların ultramafik bileşenlerinin çoğu manto içinde kristallenirler. Plajiyoklasın sabit olması için yüksek olan basınçlarda oluşan plajiyoklasça serbest kayalar da manto ile sınırlanırlar. Manto-kabuk sınırı, yükselen ergiyikler için kendi kendine sürekli bir yoğunluk filtresidir. Daha fazla gelişme manto içinde olur. Kabuğa ulaşan ergiyikler yüksekçe fraksiyonlanırlar. Yüzeğe erişenler ise daha da fazla fraksiyonlanırlar. O'Hara (1985), Guick (1981) ve Stolper ve Walker (1980) bu konuyla ilgili görüşlerini açıklamışlardır.

### KITALARA EKLENME

Ada yayları yay ardı yayılma ile göç ederler ve yitim zonlarına doğru taşınma kuşaklarıdır. Yani ada yayları er veya geç bir başka ada yayı ile veya kıtalarla çarpışırlar. Orta Mesozoyik'ten daha yaşlı tüm ada yayları, çok daha yeni yayların yaptığı gibi kıtalara eklenmektedirler. Kıtalar arasındaki çarpışmalar genellikle karmaşık şekilde değişen kalıplara sahip, uzun yitim dönemlerinden sonra olmaktadır ve çarpışan yaylar genellikle çarpışan kıtalar arasında yenen tektonik sapsiz nesnelerin geniş bir alanının ana bileşenleridir. Eklenen yaylar şu anda, Arkeen'den beri devam eden tüm devirlerdeki böyle alanları belirlemektedir. Pekçok örnek arasında bunları tartışanlar Burchfiel ve Davis (1981), Condie (1986), Dickinson (1981), Hamilton (1970 b, 1979, Hanson ve Schweickert (1986), Shervais ve Kimbrough (1985), Silver ve Smith (1983), Stoesser (1986), Sylvester ve diğerleri (1987) ve Windley (1984) dir.

Bu makalede daha önce tartışılan çarpışmaların karmaşık tarihçelerinin, yitim terslenmelerinin, riftleşmelerin, güncel yay sistemlerinin doğrultu atımlı ve oroklinal deformasyonlarının herhalde benzerleri de vardır. Fakat eskiden yay eklenmiş alanlar için sorunu çözmek güçtür. Ada yaylarının ve diğer yitimle ilgili karmaşıkların paleotektonik çözümlemeleri yapılmalıdır. Fakat karmaşık değişimlerin farkına varılması ve güncel yay sistemlerinin davranışlarını birleştirmek sık yapılmamaktadır. Güncele yönelik, modellerden ayrılmalar bilgisizce değil, dikkatle kaydedilmelidir. Güncel yayların etüd edilmesinin ve günümüzdeki benzerlerinin paleotektonik olarak çözümlemeleri anlamındaki üstü kapalı tahminlerin denenmesini, eski yayları yorumlayacak kimselere ısrarla önermekteyiz.

**TEŞEKKÜR** Bu makale (ilgili pek azının yer aldığı) yüzlerce jeolog ve jeofizikçinin yayınlanmış çalışmalarının ve yıllar boyunca yaptığım tartışmaların sonuçlarını açıklamaktadır.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Abbott, M. J., and Chamaison, F. H., 1981, Geochronology of some Banda Arc volcanics: Indonesia Geological Research and Development Centre Special Publication 2, p. 253-268.
- Adams, R. D., and Ware, D. E., 1977, Subcrustal earthquakes beneath New Zealand; locations determined with a laterally inhomogeneous velocity model: New Zealand Journal of Geology and Geophysics, v. 20, p. 59-83.
- Ali, J. C., Honnorez, J., Lavener, C., and Emmertmann, R., 1986, Hydrothermal alteration of a 1 km section through the upper oceanic crust, Deep Sea Drilling Project hole 504B—Mineralogy, chemistry, and evolution of seawater-basalt interactions: Journal of Geophysical Research, v. 91, p. 10309-10335.
- Alvarez, W., 1982, Geological evidence for the geographical pattern of mantle return flow and the driving mechanism of plate tectonics: Journal of Geophysical Research, v. 87, p. 6697-6710.
- Anderson, R. V., Langseth, M. G., Hayes, D. E., Watanabe, T., and Yasu, M., 1978, A geophysical atlas of the east and southeast Asian seas—Heat flow, thermal conductivity, thermal gradient: Geological Society of America Map and Chart Series MC-25, scale 1:6,442,194.
- Argand, E., 1924, La tectonique de l'Asie: Congrès Géologique International, Comptes Rendus de la XIIIe Session, en Belgique, 1922, v. 1, p. 171-372.
- Atwater, T., 1970, Implications of plate tectonics for the Cenozoic tectonic evolution of western North America: Geological Society of America Bulletin, v. 81, p. 3513-3536.
- Axelrod, D. I., 1963, Fossil floras suggest stable, not drifting, continents: Journal of Geophysical Research, v. 68, n. 3257-3263.
- Bachman, S. B., Lewis, S. D., and Schweller, W. J., 1983, Evolution of a forearc basin, Luzon Central Valley, Philippines: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 67, p. 1143-1162.
- Barbat, W. F., 1971, Megatectonics of the Coast Ranges, California: Geological Society of America Bulletin, v. 82, p. 1541-1562.
- Bard, J. P., 1983, Metamorphism of an obducted island arc—Example of the Kohistan sequence (Pakistan) in the Himalayan collided range: Earth and Planetary Science Letters, v. 65, p. 133-144.
- Beaudry, D., and Moore, G. F., 1981, Seismic-stratigraphic framework of the forearc basin off central Sumatra, Sunda Arc: Earth and Planetary Science Letters, v. 54, p. 17-28.
- Benoit, H., 1949, Seismic evidence for the fault origin of oceanic deeps: Geological Society of America Bulletin, v. 60, p. 1337-1356.
- 1954, Orogenesis and deep crustal structure—Additional evidence from seismology: Geological Society of America Bulletin, v. 65, p. 385-400.
- Bennett, J. D., and 10 others, 1981, Geologic map of the Banda Aceh quadrangle, North Sumatra: Indonesia Geological Research and Development Centre, 19 p. + map, scale 1:250,000.
- Berry, R. F., and Grady, A. E., 1981, Deformation and metamorphism of the Aileu Formation, north coast, East Timor and its tectonic significance: Journal of Structural Geology, v. 3, p. 143-167.
- Billings, M. P., 1960, Diastrophism and mountain building: Geological Society of America Bulletin, v. 71, p. 363-398.
- Birch, F., 1965, Speculations on the Earth's thermal history: Geological Society of America Bulletin, v. 76, p. 133-154.
- Bird, J. M., and Dewey, J. F., 1970, Lithosphere plate—continental margin tectonics and the evolution of the Appalachian orogen: Geological Society of America Bulletin, v. 81, p. 1031-1060.
- Blake, M. C., Jr., Irwin, W. P., and Coleman, R. G., 1969, Blueschist-facies metamorphism related to regional thrust faulting: Tectonophysics, v. 8, p. 237-246.
- Blattner, P., 1978, Geology of the crystalline basement between Milford Sound and the Hollyford Valley, New Zealand: New Zealand Journal of Geology and Geophysics, v. 21, p. 33-47.
- Bloemer, S. H., 1983, Distribution and origin of igneous rocks from the landward slopes of the Mariana Trench—Implications for its structure and evolution: Journal of Geophysical Research, v. 88, p. 7411-7428.
- Bloomer, S. H., and Fisher, R. L., 1987, Petrology and geochemistry of igneous rocks from the Tonga Trench—A non-accreting plate boundary: Journal of Geology, v. 95, p. 469-495.
- Bloemer, S. H., and Hawkins, J. W., 1983, Gabbroic and ultramafic rocks from the Mariana Trench—An island-arc ophiolite: American Geophysical Union Geophysical Monograph 27, p. 294-317.
- 1987, Petrology and geochemistry of boninite series volcanic rocks from the Mariana trench: Contributions to Mineralogy and Petrology, v. 97, p. 361-377.
- Bowin, C., Purdy, G. M., Johnston, C., Shor, G., Lawver, L., Hartono, H.M.S., and Jezek, P., 1980, Arc-continent collision in Banda Sea region: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 64, p. 868-915.
- Brace, D. R., and Vogt, P. R., 1970, Plate tectonics in the Hispaniola area: Geological Society of America Bulletin, v. 81, p. 2855-2860.
- Breen, N. A., Silver, E. A., and Husong, D. M., 1986, Structural styles of an accretionary wedge south of the island of Sumba, Indonesia, revealed by SeaMARC II side-scan sonar: Geological Society of America Bulletin, v. 97, p. 1250-1261.
- Brophy, J. G., and Marsh, B. D., 1986, On the origin of high-alumina arc basalt and the mechanics of melt extraction: Journal of Petrology, v. 27, p. 763-789.
- Bullard, E., Everett, J. E., and Smith, A. G., 1965, The fit of continents around the Atlantic: Royal Society of London Philosophical Transactions, ser. A, v. 258, p. 41-51.
- Burchfiel, B. C., and Davis, G. A., 1981, Triassic and Jurassic tectonic evolution of the Klamath Mountains-Sierra Nevada geologic terrane, in Ernst, W. G., ed., The geotectonic development of California: Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, p. 50-70.
- Burk, C. A., 1965, Geology of the Alaska Peninsula—Island arc and continental margin: Geological Society of America Memoir 99, 250 p.
- Burns, L. E., 1985, The Border Ranges ultramafic and mafic complex, south-central Alaska—Cumulate fractionates of island-arc volcanics: Canadian Journal of Earth Sciences, v. 22, p. 1020-1038.
- Byers, F. M., Jr., 1959, Geology of Umanak and Bogoslof Islands, Aleutian Islands, Alaska: U.S. Geological Survey Bulletin 1028, p. 267-369.
- Cameron, N. R., and 10 others, 1982, The geology of the Tapakuan quadrangle, Sumatra: Indonesia Geological Research and Development Centre, 18 p. + map, scale 1:250,000.
- Cardwell, R. K., Isaacs, B. L., and Karig, D. E., 1980, The spatial distribution of earthquakes, focal mechanism solutions, and subducted lithosphere in the Philippine and northeastern Indonesian islands: American Geophysical Union Geophysical Monograph 23, p. 1-35.
- Carey, S. W., 1958, The tectonic approach to continental drift, in Carey, S. W., ed., Continental drift—A symposium: Geology Department, University of Tasmania, p. 177-374.
- Carlson, R. L., 1981, Boundary forces and plate tectonics: Geophysical Research Letters, v. 8, p. 958-961.
- Carlson, R. L., and Melia, P. J., 1984, Subduction hinge migration: Tectonophysics, v. 102, p. 399-411.
- Chase, C. G., 1978, Extension behind island arcs and motions relative to hot spots: Journal of Geophysical Research, v. 83, p. 5385-5387.
- 1979, Asthenospheric counterflow—A kinematic model: Royal Astronomical Society Geophysical Journal, v. 56, p. 1-18.
- Clague, D. A., and Dalrymple, G. B., 1987, The Hawaiian-Emperor volcanic chain, Part I, Geologic evolution: U.S. Geological Survey Professional Paper 1350, p. 5-54.
- Clegg, J. A., Almond, M., and Stubbs, P.H.S., 1954, The remanent magnetism of some sedimentary rocks in Britain: Philosophical Magazine, ser. 7, v. 45, p. 583-598.
- Cloos, M., 1985, Thermal evolution of convergent plate margins—Thermal modeling and reevaluation of isotopic Ar-ages for blueschists in the Franciscan complex of California: Tectonics, v. 4, p. 421-433.
- Coats, R. R., 1962, Magma type and crustal structure in the Aleutian arc: American Geophysical Union Monograph 6, p. 92-109.
- Cole, J. W., 1979, Structure, petrology, and genesis of Cenozoic volcanism, Taupo Volcanic Zone, New Zealand—A review: New Zealand Journal of Geology and Geophysics, v. 22, p. 631-657.
- Coleman, R. G., 1967, Glaucofane schists from California and New Caledonia: Tectonophysics, v. 4, p. 479-498.
- 1984, The diversity of ophiolites: Geologie en Mijnbouw, v. 63, p. 141-150.
- Condie, K. C., 1986, Geochemistry and tectonic setting of Early Proterozoic supracrustal rocks in the southwestern United States: Journal of Geology, v. 94, p. 845-864.
- Coney, P. J., 1970, The geotectonic cycle and the new global tectonics: Geological Society of America Bulletin, v. 81, p. 739-748.
- Coode, A. M., 1965, A note on oceanic transcurrent faults: Canadian Journal of Earth Sciences, v. 2, p. 400-401.
- Coulbourn, W. T., and Moberly, R., 1977, Structural evidence of the evolution of fore-arc basins of South America: Canadian Journal of Earth Sciences, v. 14, p. 102-116.
- Coward, M. P., Jan, M. Q., Rex, D., Tarney, J., Thirlwall, M., and Windley, B. F., 1982, Geo-tectonic framework of the Himalaya of N Pakistan: Geological Society of London Journal, v. 139, p. 299-308.
- Cox, A., and Duxell, R. R., 1960, Review of paleomagnetism: Geological Society of America Bulletin, v. 71, p. 645-768.
- Crawford, A. J., Beccaluva, L., and Serri, G., 1981, Tectono-magmatic evolution of the West Philippine-Mariana region and the origin of boninites: Earth and Planetary Science Letters, v. 54, p. 346-356.
- Crawford, A. J., Falloon, T. J., and Eggins, S., 1987, The origin of island arc high-alumina basalts: Contributions to Mineralogy and Petrology, v. 97, p. 417-430.
- Creer, K. M., Irving, E., and Runcorn, S. K., 1957, Geophysical interpretation of palaeomagnetic directions from Great Britain: Royal Society of London Philosophical Transactions, ser. A, v. 250, p. 144-156.
- Davidson, J. P., 1987, Crustal contamination versus subduction zone enrichment—Examples from the Lesser Antilles and implications for mantle source compositions of island arc volcanic rocks: Geochimica et Cosmochimica Acta, v. 51, p. 2185-2198.
- Davis, D. M., and Solomon, S. C., 1985, True polar wander and plate-driving forces: Journal of Geophysical Research, v. 90, p. 1837-1841.
- Davis, G. A., 1968, Westward thrust faulting in the south-central Klamath Mountains, California: Geological Society of America Bulletin, v. 79, p. 911-934.
- 1969, Tectonic correlations, Klamath Mountains and western Sierra Nevada, California: Geological Society of America Bulletin, v. 80, p. 1095-1108.
- DeLong, S. E., Perfit, M. R., McCulloch, M. T., and Ach, J., 1985, Magmatic evolution of Semisopchnoi Island, Alaska—Trace-element and isotopic constraints: Journal of Geology, v. 93, p. 609-618.
- Deutsch, E. R., 1963, Polar wandering and continental drift—An evaluation of recent evidence: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 10, p. 4-46.
- Dewey, J. F., 1980, Episodicity, sequence and style at convergent plate boundaries: Geological Association of Canada Special Paper 20, p. 553-573.
- Dewey, J. F., and Bird, J. M., 1970, Mountain belts and the new global tectonics: Journal of Geophysical Research, v. 75, p. 2625-2647.
- Dewey, J. F., Pitman, W. C., III, Ryan, W.B.F., and Bonnin, J., 1973, Plate tectonics and the evolution of the Alpine system: Geological Society of America Bulletin, v. 84, p. 3137-3180.
- Dickinson, W. R., 1969, Evolution of calc-alkaline rocks in the geosynclinal system of California and Oregon: Oregon Department of Geology and Mineral Industries Bulletin 65, p. 151-156.
- 1970a, 2d Penrose Conference—The new global tectonics: GeoTimes, v. 15, no. 4, p. 18-22.
- 1970b, Meetings—Global tectonics: Science, v. 168, p. 1250-1259.
- 1970c, Relations of andesites, granites, and derivative sandstones to arc-trench tectonics: Reviews of Geophysics and Space Physics, v. 8, p. 813-860.
- 1981, Plate tectonics and the continental margin of California, in Ernst, W. G., ed., The geotectonic development of California: Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, p. 1-28.
- 1982, Compositions of sandstones in circum-Pacific subduction complexes and fore-arc basins: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 66, p. 121-137.
- Dickinson, W. R., and Hatherton, T., 1967, Andesitic volcanism and seismicity around the Pacific: Science, v. 157, p. 801-803.
- Dietrich, V. J., Frank, W., and Honegger, K., 1983, A Jurassic-Cretaceous island arc in the Ladakh-Himalayas: Journal of Volcanology and Geothermal Research, v. 18, p. 405-433.
- Diets, R. S., 1954, Marine geology of north-western Pacific—Description of Japanese bathymetric chart 6901: Geological Society of America Bulletin, v. 65, p. 1199-1224.
- 1961, Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor: Nature, v. 190, p. 854-857.
- 1963, Collapsing continental rises—An actualistic concept of geosynclines and mountain building: Journal of Geology, v. 71, p. 314-333.
- 1966, Passive continents, spreading sea floors, and collapsing continental rises: American Journal of Science, v. 265, p. 177-193.
- Djuri, M., 1975, Geologic map of the Parwokerto and Tegal quadrangles, Java: Geological Survey of Indonesia, scale 1:100,000.
- Drewes, H., Fraser, G. D., Snyder, G. L., and Barnett, H. F., Jr., 1961, Geology of Unalaska Island and adjacent insular shelf, Aleutian Islands, Alaska: U.S. Geological Survey Bulletin 1028, p. 583-676.
- Du Toit, A. L., 1937, Our wandering continents: Edinburgh, United Kingdom, Oliver and Boyd, 366 p.
- Ernst, W. G., 1965, Mineral parageneses in Franciscan metamorphic rocks, Panoche Pass, California: Geological Society of America Bulletin, v. 76, p. 879-914.
- 1970, Tectonic contact between the Franciscan melange and the Great Valley Sequence—Crustal expression of a late Mesozoic Benioff zone: Journal of Geophysical Research, v. 75, p. 886-901.
- 1973, Interpretative synthesis of metamorphism in the Alps: Geological Society of America Bulletin, v. 84, p. 2053-2078.
- Ewart, A., Brothers, R. N., and Mateen, A., 1977, An outline of the geology and geochemistry, and the possible petrogenetic evolution of the volcanic rocks of the Tonga-Kermadec-New Zealand island arc: Journal of Volcanology and Geothermal Research, v. 2, p. 205-250.
- Ewing, M., and Worzel, J. L., 1954, Gravity anomalies and structure of the West Indies, Part I: Geological Society of America Bulletin, v. 65, p. 165-174.
- Ewing, M., Ewing, J. I., and Talwani, M., 1964, Sediment distribution in the oceans—The Mid-Atlantic Ridge: Geological Society of America Bulletin, v. 75, p. 17-36.
- Fisk, M. B., 1986, Basalt magma interaction with harzburgite and the formation of high-magnesium andesites: Geophysical Research Letters, v. 13, p. 467-470.
- Frakes, L. A., and Crowell, J. C., 1967, Facies and paleogeography of late Paleozoic Lafamnia diamicite, Falkland Islands: Geological Society of America Bulletin, v. 78, p. 37-58.
- 1969, Late Paleozoic glaciation, I, South America: Geological Society of America Bulletin, v. 80, p. 1007-1042.
- Fraser, G. D., and Snyder, G. L., 1959, Geology of southern Adak Island and Kagalaska Island, Alaska: U.S. Geological Survey Bulletin 1028, p. 371-408.
- Garfunkel, Z., Anderson, C. A., and Schubert, G., 1986, Mantle circulation and the lateral migration of subducted slabs: Journal of Geophysical Research, v. 91, p. 7205-7223.
- Gates, O., Powers, H. A., and Wilcox, R. E., 1971, Geology of the Near Islands, Alaska: U.S. Geological Survey Bulletin 1028, p. 709-822.
- Gibson, G. M., 1982, Stratigraphy and petrography of some metasediments and associated intrusive rocks from central Fiordland, New Zealand: New Zealand Journal of Geology and Geophysics, v. 25, p. 21-43.
- Gibson, G. M., McDougall, I., and Ireland, T.R., 1988, Age constraints on metamorphism and the development of a metamorphic core complex in Fiordland, southern New Zealand: Geology, v. 16, p. 405-408.
- Gill, J. B., 1981, Orogenic andesites and plate tectonics: Berlin, Springer-Verlag, 390 p.
- 1987, Early geochemical evolution of an oceanic island arc and backarc—Fiji and the South Fiji Basin: Journal of Geology, v. 95, p. 589-615.

- Illup, James, 1949, Distribution of mountain building in geologic time: *Geological Society of America Bulletin*, v. 60, p. 561-590.
- Glen, William, 1982, *The road to Jaramillo*: Stanford, California, Stanford University Press, 459 p.
- Griggs, D. T., 1939, A theory of mountain building: *American Journal of Science*, v. 237, p. 611-650.
- Grow, J. A., 1973, Crustal and upper mantle structure of the central Aleutian arc: *Geological Society of America Bulletin*, v. 84, p. 2169-2192.
- Grow, J. A., and Atwater, T., 1970, Mid-Tertiary tectonic transition in the Aleutian arc: *Geological Society of America Bulletin*, v. 81, p. 3715-3722.
- Gutenberg, B., 1936, Structure of the Earth's crust and the spreading of the continents: *Geological Society of America Bulletin*, v. 47, p. 1587-1610.
- , 1954, Low-velocity layers in the Earth's mantle: *Geological Society of America Bulletin*, v. 65, p. 337-348.
- Hager, B. H., and O'Connell, R. J., 1981, A simple global model of plate dynamics and mantle convection: *Journal of Geophysical Research*, v. 86, p. 4843-4867.
- Hall, Robert, 1987, Plate boundary evolution in the Halmahera region, Indonesia: *Tectonophysics*, v. 144, p. 337-352.
- Hamilton, W. B., 1961, Origin of the Gulf of California: *Geological Society of America Bulletin*, v. 72, p. 1307-1318.
- , 1963a, Metamorphism in the Riggins region, western Idaho: *U.S. Geological Survey Professional Paper* 436, 95 p.
- , 1963b, Overlapping of late Mesozoic orogens in western Idaho: *Geological Society of America Bulletin*, v. 74, p. 779-788.
- , 1963c, Antarctic tectonics and continental drift: *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 10, p. 74-93.
- , 1963d, Tectonics of Antarctica: *American Association of Petroleum Geologists Memoir* 2, p. 4-15.
- , 1964, Discussion of paper by D. I. Axelrod, 'Fossil floras suggest stable, not drifting, continents': *Journal of Geophysical Research*, v. 69, p. 1666-1668.
- , 1966, Origin of the volcanic rocks of eugeosynclines and island arcs: *Geological Survey of Canada Paper* 66-15, p. 348-356.
- , 1968, Cenozoic climatic change and its cause: *American Meteorological Society Meteorological Monographs*, v. 8, no. 30, p. 128-133.
- , 1969a, Mesozoic California and the underflow of Pacific mantle: *Geological Society of America Bulletin*, v. 80, p. 2409-2430.
- , 1969b, The volcanic central Andes—A modern model for the Cretaceous batholiths and tectonics of western North America: *Oregon Department of Geology and Mineral Industries Bulletin* 65, p. 175-184.
- , 1970, The Uralides and the motion of the Russian and Siberian Platforms: *Geological Society of America Bulletin*, v. 81, p. 2553-2576.
- , 1974a, Map of sedimentary basins of the Indonesian region: *U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Series Map I-875-B*, scale 1:5,000,000.
- , 1974b, Earthquake map of the Indonesian region: *U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Series Map I-875-C*, scale 1:5,000,000.
- , 1978a, Tectonic map of the Indonesian region: *U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Series Map I-875-D*, scale 1:5,000,000, reprinted with corrections, 1981.
- , 1978b, Mesozoic tectonics of the western United States: *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Pacific Section, Pacific Coast Paleogeography Symposium*, 2nd, p. 33-70.
- , 1979, Tectonics of the Indonesian region: *U.S. Geological Survey Professional Paper* 1078, 345 p.; reprinted with corrections, 1981 and 1985.
- , 1981, Crustal evolution by arc magmatism: *Royal Society of London Philosophical Transactions*, ser. A, v. 301, p. 279-291.
- , 1988a, Tectonic setting and variations with depth of some Cretaceous and Cenozoic structural and magmatic systems of the western United States, in Ernst, W. G., ed., *Metamorphism and crustal evolution of the western United States*: Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, p. 1-40.
- , 1988b, Convergent-plate tectonics viewed from the Indonesian region, in Sengor, A.M.C., ed., *Tectonic evolution of the Tethyan domain*: Amsterdam, The Netherlands, Reidel.
- Hamilton, W. B., and Krinsley, D., 1967, Upper Paleozoic glacial deposits of South Africa and southern Australia: *Geological Society of America Bulletin*, v. 78, p. 783-800.
- Hamilton, W. B., and Myers, W. B., 1967, The nature of batholiths: *U.S. Geological Survey Professional Paper* 554-C, 29 p.
- Hanson, R. E., and Schweickert, R. A., 1986, Stratigraphy of mid-Paleozoic island-arc rocks in part of the northern Sierra Nevada, Sierra and Nevada Counties, California: *Geological Society of America Bulletin*, v. 97, p. 986-998.
- Harbert, W., Scholl, D. W., Vallier, T. L., Stevenson, A. J., and Mann, D. M., 1986, Major evolutionary phases of a forearc basin of the Aleutian Trench—Relation to North Pacific tectonic events and the formation of the Aleutian subduction complex: *Geology*, v. 14, p. 757-761.
- Hatcher, R. D., 1972, Developmental model for the southern Appalachians: *Geological Society of America Bulletin*, v. 83, p. 2735-2760.
- Hatherton, T., and Dickinson, W. R., 1969, The relationship between andesitic volcanism and seismicity in Indonesia, the Lesser Antilles, and other island arcs: *Journal of Geophysical Research*, v. 74, p. 5301-5310.
- Hawkins, J. W., and Evans, C. A., 1983, Geology of the Zambales Range, Luzon, Philippine Islands—Ophiolite derived from an island arc-back arc basin pair: *American Geophysical Union Geophysical Monograph* 27, p. 95-123.
- Hawkins, J. W., Bloomer, S. H., Evans, C. A., and Melchior, J. T., 1984, Evolution of intra-oceanic arc-trench systems: *Tectonophysics*, v. 102, p. 174-205.
- Hawkins, J. W., Moore, G. F., Villamor, R., Evans, C., and Wright, E., 1985, Geology of the composite terranes of east and central Mindanao: *Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series*, v. 1, p. 437-463.
- Hayes, D. E., and Taylor, B., 1978, A geophysical atlas of the east and southeast Asian seas—Tectonics: *Geological Society of America Map and Chart Series MC-25*, scale 1:6,442,194.
- Hayes, D. E., Houtz, R. E., Jarrard, R. D., Mrozowski, C. L., and Watanabe, T., 1978, A geophysical atlas of east and southeast Asian seas—Crustal structure: *Geological Society of America Map and Chart Series MC-25*, scale 1:6,442,194.
- Heezen, B. C., Tharp, M., and Ewing, M., 1959, The floors of the oceans. I. The North Atlantic: *Geological Society of America Special Paper* 65, 122 p.
- Hein, J. R., McLean, H., and Vallier, T., 1984, Reconnaissance geology of southern Atka Island, Aleutian Islands, Alaska: *U.S. Geological Survey Bulletin* 1609, 19 p.
- Heitzler, J. R., Dickson, G. O., Herron, E. M., Pitman, W. C., III, and Le Pichon, X., 1968, Marine magnetic anomalies, geomagnetic field reversals, and motions of the ocean floor and continents: *Journal of Geophysical Research*, v. 73, p. 2119-2136.
- Hess, H. H., 1948, Major structural features of the western North Pacific, an interpretation of H.O. 5485, bathymetric chart, Korea to New Guinea: *Geological Society of America Bulletin*, v. 59, p. 417-446.
- , 1955, Serpentes, orogeny, and epeirogeny: *Geological Society of America Special Paper* 62, p. 391-408.
- , 1962, History of ocean basins, in Engel, A.E.J., James, H. L., and Leonard, B. F., eds., *Petrologic studies*, A volume in honor of A. F. Buddington: Boulder, Colorado, Geological Society of America, p. 599-620.
- Hill, M. L., and Dibblee, T. W., Jr., 1953, San Andreas, Garlock, and Big Pine faults, California: *Geological Society of America Bulletin*, v. 64, p. 443-458.
- Himmelberg, G. R., Loney, R. A., and Craig, J. T., 1986, Petrogenesis of the ultramafic complex at the Blakhe Islands, southeastern Alaska: *U.S. Geological Survey Bulletin* 1662, 14 p.
- Holmes, A., 1931, Radioactivity and earth movements: *Geological Society of Glasgow Transactions*, v. 18, p. 559-606.
- Hopson, C. A., Mattinson, J. W., and Pessagno, E. A., Jr., 1981, Coast Range ophiolite, western California, in Ernst, W. G., ed., *The tectonic development of California*: Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, p. 418-510.
- Hsu, K. J., 1968, Principles of melanges and their bearing on the Franciscan-Knoxville paradox: *Geological Society of America Bulletin*, v. 79, p. 1063-1074.
- Hutchinson, R. W., 1980, Massive base metal sulphide deposits as guides to tectonic evolution: *Geological Association of Canada Special Paper* 20, p. 659-694.
- Ingersoll, R. V., and Schweickert, R. A., 1986, A plate-tectonic model for Late Jurassic ophiolite genesis, Nevada orogeny and forearc initiation, northern California: *Tectonics*, v. 5, p. 901-912.
- Ingersoll, R. V., and Sucek, C. A., 1979, Petrology and provenance of Neogene sand from Nicobar and Bengal fans, DSDP sites 211 and 218: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 49, p. 1217-1228.
- Irvine, T. N., 1974, Petrology of the Duke Island ultramafic complex, southeastern Alaska: *Geological Society of America Memoir* 138, 240 p.
- Isacks, B., Sykes, L. B., and Oliver, Jack, 1969, Focal mechanisms of deep and shallow earthquakes in the Tonga-Kermadec region and the tectonics of island arcs: *Geological Society of America Bulletin*, v. 80, p. 1443-1470.
- Jacobson, R. S., Shor, G. G., Jr., Kieckhefer, R. M., and Purdy, G. M., 1979, Seismic refraction and reflection studies in the Timor-Aru trough system and Australian continental shelf: *American Association of Petroleum Geologists Memoir* 29, p. 209-222.
- James, D. E., 1971, Plate tectonic model for the evolution of the central Andes: *Geological Society of America Bulletin*, v. 82, p. 3325-3346.
- Jan, M. Q., and Howie, R. A., 1981, The mineralogy and geochemistry of the metamorphosed basic and ultrabasic rocks of the Jijal complex, Kohistan, NW Pakistan: *Journal of Petrology*, v. 22, p. 85-126.
- Jarrard, R. D., 1986, Relations among subduction parameters: *Reviews of Geophysics*, v. 24, p. 217-284.
- Karig, D. E., 1971, Structural history of the Mariana arc system: *Geological Society of America Bulletin*, v. 82, p. 323-344.
- , 1972, Remnant arcs: *Geological Society of America Bulletin*, v. 83, p. 1057-1068.
- , 1975, Basin genesis in the Philippine Sea: Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, v. 31, p. 857-879.
- , 1982, Initiation of subduction zones—Implications for arc evolution and ophiolite development: *Geological Society of London Special Publication* 10, p. 563-576.
- Karig, D. E., Caldwell, J. G., and Parmentier, E. M., 1976, Effects of accretion on the geometry of the descending lithosphere: *Journal of Geophysical Research*, v. 81, p. 6281-6291.
- Karig, D. E., Lawrence, M. B., Moore, G. F., and Curry, J. R., 1980a, Structural framework of the fore-arc basin, NW Sumatra: *Geological Society of London Journal*, v. 137, p. 77-91.
- Karig, D. E., Moore, G. F., Curry, J. R., and Lawrence, M. B., 1980b, Morphology and shallow structure of the lower trench slope off Nias Island, Sunda Arc: *American Geophysical Union Geophysical Monograph* 23, p. 179-208.
- Karig, D. E., Sarewitz, D. R., and Heack, G. D., 1986, Role of strike-slip faulting in the evolution of allochthonous terranes in the Philippines: *Geology*, v. 14, p. 852-855.
- Karig, D. E., Barber, A. J., Charlton, T. R., Klemperer, S., and Hussong, D. M., 1987, Nature and distribution of deformation across the Banda Arc-Australian collision zone in Timor: *Geological Society of America Bulletin*, v. 98, p. 18-32.
- Kay, M., 1951, North American geosynclines: *Geological Society of America Memoir* 48, 143 p.
- Kay, S. M., and Kay, R. W., 1985, Role of crystal cumulates and the oceanic crust in the formation of the Aleutian arc: *Geology*, v. 13, p. 461-464.
- Kieckhefer, R. M., Shor, G. G., Jr., Curry, J. R., Sugiarta, W., and Hehuwat, F., 1980, Seismic refraction studies of the Sunda Trench and forearc basin: *Journal of Geophysical Research*, v. 85, p. 863-889.
- Kincaid, C., and Olson, P., 1987, An experimental study of subduction and slab migration: *Journal of Geophysical Research*, v. 92, p. 13832-13840.
- Knopf, A., 1948, The geosynclinal theory: *Geological Society of America Bulletin*, v. 59, p. 649-670.
- Krause, D. C., 1965, Submarine geology north of New Guinea: *Geological Society of America Bulletin*, v. 76, p. 27-42.
- , 1966, Tectonics, marine geology, and bathymetry of the Celebes Sea-Sulu Sea region: *Geological Society of America Bulletin*, v. 77, p. 813-832.
- Kuno, H., 1966, Lateral variation of basalt magma across continental margins and island arcs: *Geological Survey of Canada Paper* 66-15, p. 317-335.
- Lee, C.-S., and McCabe, R., 1986, The Banda-Celebes-Sulu basin—A trapped piece of Cretaceous-Eocene oceanic crust?: *Nature*, v. 322, p. 51-54.
- Le Pichon, X., 1968, Sea-floor spreading and continental drift: *Journal of Geophysical Research*, v. 73, p. 3661-3697.
- Lewis, S. D., and Hayes, D. E., 1984, A geophysical study of the Manila Trench, Luzon, Philippines. 2. Fore arc basin structural and stratigraphic evolution: *Journal of Geophysical Research*, v. 89, p. 9196-9214.
- Lippard, S. J., Shelton, A. W., and Gass, I. G., 1986, The ophiolite of northern Oman: *Geological Society of London Memoir* 11, 178 p.
- Luyendyk, B. P., 1970, Dips of downgoing lithospheric plates beneath island arcs: *Geological Society of America Bulletin*, v. 81, p. 3411-3416.
- MacDonald, G.J.F., 1964, The deep structure of continents: *Science*, v. 143, p. 921-929.
- Malfait, B. T., and Dinkelmann, M. G., 1972, Circum-Caribbean tectonic and igneous activity and the evolution of the Caribbean plate: *Geological Society of America Bulletin*, v. 83, p. 251-272.
- Malinverno, A., and Ryan, W.B.F., 1986, Extension in the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as result of arc migration driven by sinking of the lithosphere: *Tectonics*, v. 5, p. 227-245.
- Mammerickx, J., Fisher, R. L., Emmel, F. J., and Smith, S. M., 1976, Bathymetry of the east and southeast Asian seas: *Geological Society of America Map and Chart Series MC-17*, scale 1:6,442,194.
- Mattinson, J. M., Kimbrough, D. L., and Bradshaw, J. Y., 1986, Western Fiordland orthogneiss—Early Cretaceous arc magmatism and granulite facies metamorphism, New Zealand: *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 92, p. 383-392.
- McCabe, R., 1984, Implications of paleomagnetic data on the collision related bending of island arcs: *Tectonics*, v. 3, p. 409-428.
- McCabe, R., Kikawa, E., Cole, J. T., Malife, A. J., Baldauf, P. E., Yumul, J., and Almasco, J., 1987, Paleomagnetic results from Luzon and the central Philippines: *Journal of Geophysical Research*, v. 92, p. 555-580.
- McCaffrey, R., 1982, Lithospheric deformation within the Molucca Sea arc-arc collision—Evidence from shallow and intermediate earthquake activity: *Journal of Geophysical Research*, v. 87, p. 3663-3678.
- McCaffrey, R., and Nabelek, J., 1984, The geometry of back arc thrusting along the eastern Sunda Arc, Indonesia—Constraints from earthquake and gravity data: *Journal of Geophysical Research*, v. 89, p. 6171-6179.
- , 1987, Earthquakes, gravity, and the origin of the Bali Basin—An example of a nascent continental fold-and-thrust belt: *Journal of Geophysical Research*, v. 92, p. 441-460.
- McCaffrey, R., Silver, E. A., and Raitt, R. W., 1980, Crustal structure of the Molucca Sea collision zone, Indonesia: *American Geophysical Union Geophysical Monograph* 23, p. 161-178.
- McCaffrey, R., Molnar, P., Roecker, S. W., and Joyodwiryo, Y. S., 1985, Microearthquake seismicity and fault plane solutions related to arc-continent collision in the eastern Sunda arc, Indonesia: *Journal of Geophysical Research*, v. 90, p. 4511-4528.
- McKenzie, D. P., and Morgan, W. J., 1969, Evolution of triple junctions: *Nature*, v. 224, p. 125-133.
- McKenzie, D. P., and Parker, R. L., 1967, The North Pacific—An example of tectonics on a sphere: *Nature*, v. 216, p. 1276-1280.
- McLean, H., and Hein, J. R., 1984, Paleogene geology and chronology of southwestern Umnak Island, Aleutian Islands, Alaska: *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 21, p. 171-180.
- McNitt, M., 1988, Thermal and mechanical properties of the Cape Verde Rise: *Journal of Geophysical Research*, v. 93, p. 2784-2794.
- Menard, H. W., 1986, *The ocean of truth—A personal history of global tectonics*: Princeton University Press, 353 p.
- Miyashiro, A., 1961, Evolution of metamorphic belts: *Journal of Petrology*, v. 2, p. 277-311.
- Molnar, P., and Atwater, T., 1978, Intercar spreading and Cordilleran tectonics as alternates related to the age of subducted oceanic lithosphere: *Earth and Planetary Science Letters*, v. 41, p. 330-340.
- Molnar, P., and Stock, J., 1987, Relative motions of hotspots in the Pacific, Atlantic, and Indian Oceans since late Cretaceous time: *Nature*, v. 327, p. 587-591.
- Molnar, P., and Sykes, L. R., 1969, Tectonics of the Caribbean and Middle America regions from focal mechanisms and seismicity: *Geological Society of America Bulletin*, v. 80, p. 1639-1684.
- Moore, D. G., Curry, J. R., and Emmel, F. J., 1976, Large submarine slide (olistostrome) associated with Sunda Arc subduction zone, northeast Indian Ocean: *Marine Geology*, v. 21, p. 211-226.
- Moore, G. F., and Karig, D. E., 1980, Structural geology of Nias Island, Indonesia—Implications for subduction zone



- tectonics: *American Journal of Science*, v. 280, p. 193-223.
- Moore, G. F., and Silver, E. A., 1982, Collision processes in the northern Molucca Sea: *American Geophysical Union Geophysical Monograph* 27, p. 360-372.
- Moore, G. F., Billman, H. G., Hehanussa, P. E., and Karig, D. E., 1980a, Sedimentology and paleobathymetry of Neogene trench-slope deposits, Nias Island, Indonesia: *Journal of Geology*, v. 88, p. 161-180.
- Moore, G. F., Curry, J. R., Moore, D. G., and Karig, D. E., 1980b, Variations in geologic structure along the Sunda fore arc, northeastern Indian Ocean: *American Geophysical Union Geophysical Monograph* 23, p. 145-160.
- Moore, G. F., Curry, J. R., and Emmel, F. J., 1982, Sedimentation in the Sunda Trench and forearc region: *Geological Society of London Special Publication* 10, p. 245-258.
- Morgan, W. J., 1968, Rises, trenches, great faults, and crustal blocks: *Journal of Geophysical Research*, v. 73, p. 1959-1982.
- Mrozowski, C. L., and Hayes, D. L., 1978, A geophysical atlas of east and southeast Asian seas—Sediment isopachs: *Geological Society of America Map and Chart Series MC-25*, scale 1:6,442,194.
- Murray, C. G., 1972, Zoned ultramafic complexes of the Alaskan type—Feeder pipes of andesitic volcanoes: *Geological Society of America Memoir* 132, p. 313-335.
- Myers, J. D., and Marsh, B. D., 1987, Aleutian lead isotopic data—Additional evidence for the evolution of lithospheric plumbing systems: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 51, p. 1833-1842.
- Natland, J. H., and Tarney, J., 1981, Petrologic evolution of the Mariana arc and back-arc basin system—A synthesis of drilling results in the Philippine Sea: Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, v. 60, p. 877-908.
- Nye, C. J., and Reid, M. R., 1986, Geochemistry of primary and least fractionated lavas from Okmok volcano, central Aleutians—Implications for arc magma genesis: *Journal of Geophysical Research*, v. 91, p. 10271-10287.
- O'Hara, M. J., 1985, Importance of the 'shape' of the melting regime during partial melting of the mantle: *Nature*, v. 314, p. 58-62.
- O'Hara, M. J., and Mathews, R. E., 1981, Geochemical evolution in an advancing, periodically replenished, periodically tapped, continuously fractionated magmatic chamber: *Geological Society of London Journal*, v. 138, p. 237-277.
- Oliver, G. J. H., 1980, Geology of the granulite and amphibolite facies gneisses of Doubtful Sound, Fiordland, New Zealand: *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, v. 23, p. 27-41.
- Opdyke, N. D., and Runcorn, S. K., 1960, Wind direction in the western United States in the late Paleozoic: *Geological Society of America Bulletin*, v. 71, p. 959-972.
- Page, B. M., 1972, Oceanic crust and mantle fragment in subduction complex near San Luis Obispo, California: *Geological Society of America Bulletin*, v. 83, p. 957-972.
- Parsons, B., 1982, Causes and consequences of the relation between area and age of the ocean floor: *Journal of Geophysical Research*, v. 87, p. 289-302.
- Pearce, J. A., Lippard, S. J., and Roberts, S., 1984, Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites: *Geological Society of London Special Publication* 16, p. 77-94.
- Pennington, W. D., 1983, Role of shallow phase changes in the subduction of oceanic crust: *Science*, v. 220, p. 1045-1047.
- Pigram, C. J., and Panggabean, H., 1983, Age of the Banda Sea, eastern Indonesia: *Nature*, v. 301, p. 231-234.
- Quick, J. E., 1981, The origin and significance of large, tabular dunite bodies in the Trinity peridotite, northern California: *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 78, p. 413-422.
- Raff, A. D., and Mason, R. G., 1961, Magnetic survey off the west coast of North America, 40° N. latitude to 52° N. latitude: *Geological Society of America Bulletin*, v. 72, p. 1267-1270.
- Rapp, R. P., and Watson, E. B., 1988, Partial melting of a amphibolite/eclogite and the origin of tonalitic-trondhjemitic magmas (abs.): *EOS (American Geophysical Union Transactions)*, v. 69, p. 521.
- Reed, D. L., Silver, E. A., Prasetyo, H., and Meyer, A. W., 1986, Deformation and sedimentation along a developing terrane suture—Eastern Sunda forearc, Indonesia: *Geology*, v. 14, p. 1000-1003.
- Rivalenti, G., Garuti, G., Rossi, A., Siena, F., and Sinigoi, S., 1981, Existence of different peridotite types and of a layered igneous complex in the Ivrea zone of the Western Alps: *Journal of Petrology*, v. 22, p. 127-153.
- Rock, N. M. S., and 8 others, 1983, The geology of the Lubuksikaping quadrangle, Sumatra: *Indonesia Geological Research and Development Centre*, 60 p. + map, scale 1:250,000.
- Roedilo, K. S., 1969, Bathymetry and marine geology of the Andaman Basin, and tectonic implications for southeast Asia: *Geological Society of America Bulletin*, v. 80, p. 1203-1230.
- Roobol, M. J., Jackson, N. J., and Darbyshire, D. F. P., 1983, Late Proterozoic lavas of the central Arabian shield—Evolution of an ancient arc system: *Geological Society of London Journal*, v. 140, p. 185-202.
- Rosenbauer, R. J., Bischoff, J. L., and Zierenberg, R. A., 1988, The laboratory albittization of mid-ocean ridge basalts: *Journal of Geology*, v. 96, p. 237-244.
- Rubie, D. C., 1984, The olivine-spinel transformation and the rheology of subducting lithosphere: *Nature*, v. 308, p. 505-508.
- Runcorn, S. K., 1959, Rock magnetism: *Science*, v. 129, p. 1002-1012.
- Sarewitz, D. R., and Karig, D. E., 1986, Processes of allochthonous terrane evolution, Mindoro Island, Philippines: *Tectonics*, v. 5, p. 525-552.
- Sclater, J. G., Hawkins, J. W., Mamericks, J., and Chase, C. G., 1972, Crustal extension between the Tonga and Lau Ridges—Petrologic and geophysical evidence: *Geological Society of America Bulletin*, v. 83, p. 505-518.
- Sclater, J. G., Parsons, B., and Jaupart, C., 1981, Oceans and continents—Similarities and differences in the mechanisms of heat loss: *Journal of Geophysical Research*, v. 86, p. 11535-11552.
- Shervais, J. W., and Kimbrough, D. L., 1985, Geochemical evidence for the tectonic setting of the Coast Range ophiolite—A composite island arc-oceanic crust terrane in western California: *Geology*, v. 13, p. 35-38.
- Silver, E. A., 1971a, Transitional tectonics and late Cenozoic structure of the continental margin off northernmost California: *Geological Society of America Bulletin*, v. 82, p. 1-22.
- , 1971b, Tectonics of the Mendocino triple junction: *Geological Society of America Bulletin*, v. 82, p. 2965-2978.
- Silver, E. A., and Reed, D. L., 1988, Backthrusting in accretionary wedges: *Journal of Geophysical Research*, v. 93, p. 3116-3126.
- Silver, E. A., and Smith, R. B., 1983, Comparison of terrane accretion in modern Southeast Asia and the Mesozoic North American Cordillera: *Geology*, v. 11, p. 198-202.
- Silver, E. A., McCaffrey, R., Joyodiwiryo, Y., and Stevens, S., 1983a, Ophiolite emplacement by collision between the Sula Platform and the Sulawesi Island Arc, Indonesia: *Journal of Geophysical Research*, v. 88, p. 9419-9435.
- Silver, E. A., McCaffrey, R., and Smith, R. B., 1983b, Collision, rotation, and the initiation of subduction in the evolution of Sulawesi, Indonesia: *Journal of Geophysical Research*, v. 86, p. 11535-11552.
- Silver, E. A., Reed, D. L., McCaffrey, R., and Joyodiwiryo, Y., 1983c, Back arc thrusting in the eastern Sunda Arc, Indonesia—A consequence of arc-continent collision: *Journal of Geophysical Research*, v. 88, p. 7429-7448.
- Silver, E. A., Gill, J. B., Schwartz, D., Prasetyo, H., and Duncan, R. A., 1985, Evidence for a submerged and displaced continental borderland, north Banda Sea, Indonesia: *Geology*, v. 13, p. 687-691.
- Silver, E. A., Breen, N. A., Prasetyo, H., and Hussong, D. M., 1986, Multibeam study of the Flores backarc thrust belt, Indonesia: *Journal of Geophysical Research*, v. 91, p. 3489-3500.
- Snoke, A. W., Quick, J. E., and Bowman, H. R., 1981, Bear Mountain igneous complex, Klamath Mountains, California—An ultrabasic to silicic calc-alkaline suite: *Journal of Petrology*, v. 22, p. 501-552.
- Snyder, G. L., and Fraser, G. D., 1963, Pillowed lavas, I—Intrusive layered lava pods and pillowed lavas, Unalaska Island, Alaska: *U.S. Geological Survey Professional Paper* 454-B, 23 p.
- Solomon, S. C., Sleep, N. H., and Richardson, R. M., 1975, On the forces driving plate tectonics—Inferences from absolute plate velocities and intraplate stress: *Royal Astronomical Society Geophysical Journal*, v. 42, p. 769-801.
- Stehli, F. G., 1957, Possible Permian climatic zonation and its implications: *American Journal of Science*, v. 255, p. 607-718.
- , 1970, A test of the Earth's magnetic field during Permian time: *Journal of Geophysical Research*, v. 75, p. 3325-3342.
- Stern, T. A., 1985, A back-arc basin formed within continental lithosphere—The Central Volcanic Region of New Zealand: *Tectonophysics*, v. 112, p. 385-409.
- Stoeser, D. B., 1986, Distribution and tectonic setting of plutonic rocks of the Arabian Shield: *Journal of African Earth Sciences*, v. 4, p. 21-46.
- Stolper, E., and Walker, D., 1980, Melt density and the average composition of basalts: *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 74, p. 7-12.
- Suwarno, N., Koeseadinata, S., and Santosa, S., 1981, Peta geologi lembar end Nusatenggara Timur: *Indonesia Geological Research and Development Centre*, 23 p. + map, scale 1:250,000.
- Sykes, L. R., 1967, Mechanisms of earthquakes and nature of faulting on the mid-oceanic ridges: *Journal of Geophysical Research*, v. 72, p. 2131-2153.
- Sylvester, P. J., Attoh, K., and Schulz, K. J., 1987, Tectonic setting of late Archean bimodal volcanism in the Michipicoten (Wawa) greenstone belt, Ontario: *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 24, p. 1120-1134.
- Tahirkehi, R. A. K., 1982, Geology of the Himalaya, Karakoram and Hindukush in Pakistan: *University of Peshawar Geological Bulletin*, v. 15, 51 p.
- Tapponnier, P., Pelzer, G., and Armijo, R., 1986, On the mechanics of the collision between India and Asia: *Geological Society of London Special Publication* 19, p. 115-157.
- Taylor, B., and Karner, G. D., 1983, On the evolution of marginal basins: *Reviews of Geophysics and Space Physics*, v. 21, p. 1727-1741.
- Taylor, F. B., 1910, Bearing of the Tertiary mountain belt on the origin of the Earth's plan: *Geological Society of America Bulletin*, v. 21, p. 179-226.
- ten Brink, U. S., and Brocher, T. M., 1987, Multichannel seismic evidence for a subcrustal intrusive complex under Oahu and a model for Hawaiian volcanism: *Journal of Geophysical Research*, v. 92, p. 13687-13707.
- Thompson, G., 1983, Basalt-seawater interaction, in Rona, P. A., Bostrom, K., Laubier, L., and Smith, K. L., Jr., eds., Hydrothermal processes at seafloor spreading centers: *New York, Plenum Press*, p. 225-278.
- Turner, D. L., and Jarrard, R. D., 1982, K-Ar dating of the Cook-Austral island chain—A test of the hot-spot hypothesis: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 12, p. 187-220.
- Uyeda, S., and Kanamori, H., 1979, Back-arc opening and the mode of subduction: *Journal of Geophysical Research*, v. 84, p. 1049-1061.
- Vacquier, V., Raff, A. D., and Warren, R. E., 1961, Horizontal displacements in the floor of the northeastern Pacific Ocean: *Geological Society of America Bulletin*, v. 72, p. 1251-1258.
- Van der Voo, R., 1988, Paleozoic paleogeography of North America, Gondwana, and intervening terranes—Comparisons of paleomagnetism with paleoclimatology and biogeographical patterns: *Geological Society of America Bulletin*, v. 100, p. 311-324.
- Van Gool, M., Huson, W. J., Prawirasasra, R., and Owen, T. R., 1987, Heat flow and seismic observations in the northwestern Banda Arc: *Journal of Geophysical Research*, v. 92, p. 2581-2586.
- Vening Meinesz, F. A., 1954, Indonesian Archipelago—A geophysical study: *Geological Society of America Bulletin*, v. 65, p. 143-164.
- Vine, F. J., and Matthews, D. H., 1963, Magnetic anomalies over oceanic ridges: *Nature*, v. 199, p. 947-949.
- Von Huene, R., and Shor, G. G., 1969, The structure and tectonic history of the eastern Aleutian Trench: *Geological Society of America Bulletin*, v. 80, p. 1889-1902.
- Wang, C.-Y., and Shi, Y.-L., 1984, On the thermal structure of subduction complexes—A preliminary study: *Journal of Geophysical Research*, v. 89, p. 7709-7719.
- Watts, A. B., Bodine, J. H., and Bowin, C. O., 1978, A geophysical atlas of the east and southeast Asian seas—Free air gravity field: *Geological Society of America Map and Chart Series MC-25*, scale 1:6,442,194.
- Wegener, A., 1915, *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*: Braunschweig, Vieweg, 94 p.
- Weissel, J. K., 1980, Evidence for Eocene oceanic crust in the Celebes Basin: *American Geophysical Union Geophysical Monograph* 23, p. 37-48.
- Weissel, J. K., and Hayes, D. E., 1978, A geophysical atlas of the east and southeast Asian seas—Magnetic anomalies: *Geological Society of America Map and Chart Series MC-25*, scale 1:6,442,194.
- Wheller, G. E., Varne, R., Foden, J. D., and Abbott, M. J., 1987, Geochemistry of Quaternary volcanism in the Sunda-Banda arc, Indonesia, and three-component genesis of island-arc basaltic magmas: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 32, p. 137-160.
- White, W. M., and Dupre, B., 1986, Sediment subduction and magma genesis in the Lesser Antilles—Isotopic and trace element constraints: *Journal of Geophysical Research*, v. 91, p. 5927-5941.
- Wilcox, R. E., 1959, Igneous rocks of the Near Islands, Aleutian Islands, Alaska: *International Geological Congress*, 20th, Mexico City, sec. 11-A, p. 365-378.
- Williams, J. G., and Smith, I. E. M., 1983, The Hollyford gabbro-norite—A calcalkaline cumulate: *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, v. 26, p. 345-357.
- Wilson, J. T., 1961, Unpublished discussion: *Nature*, v. 192, p. 125-128.
- , 1965, A new class of faults and their bearing on continental drift: *Nature*, v. 207, p. 343-347.
- , 1966, Did the Atlantic close and then reopen? *Nature*, v. 211, p. 676-681.
- Windsley, Brian, 1984, *The evolving continents* (2nd edition): Chichester, England, John Wiley & Sons, 399 p.

## 1990 YILINDA DÜZENLENEN JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ'NE İLİŞKİN SİMPOZYUM VE KONGRELER

Tuncay ERCAN MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdleri Dairesi, ANKARA

1990 Yılı, Jeoloji Mühendisliği açısından simpozyum ve kongreler yılı olmuş ve çeşitli kuruluşlar tarafından, değişik tarihlerde ulusal ve uluslararası toplantılar düzenlenmiştir. Bu toplantılarda meslektaşlarımız tarafından sunulan yüzlerce sözlü bildiri, Jeoloji Mühendislerinin sosyal etkinliklerinin yanısıra, bilimsel etkinliklerinin de ne denli güçlü olduğunu açık bir kanıt olup, kıvanç vericidir. Özellikle, bazı Mühendis Odalarının ve kuruluşlarının yıllardır bilimsel toplantı düzenleme olanağı bulamamış olmaları Jeoloji Mühendisleri topluluğunun bilimsel ve teknik güçlülüğünün değerini daha da artırmaktadır. Bu yazıda, 1990 Yılında düzenlenen simpozyum ve kongrelere ilişkin kısa bilgiler sunulacaktır.


### TÜRKİYE 8. PETROL KONGRESİ

Türkiye Petrol Jeologları Derneği ve TMMOB Petrol Mühendisleri Odası tarafından ortaklaşa olarak düzenlenen "Türkiye 8. Petrol Kongresi" 16-20 Nisan 1990 tarihleri arasında Ankara'da, Hilton Oteli salonlarında yapılmıştır.

Kongrede yerli ve yabancı araştırmacılar tarafından petrol ve doğal gazın aranması, sondalanması, üretimi ve jeotermal enerji konulu 94 bildiri sunulmuş olup, bu bildirilerin 49 tanesi Jeoloji Mühendisliği'nin çeşitli disiplinleri kapsamındadır. Çok sayıda yabancı yerbilimcinin de katıldığı kongrede, bildiriler 12 oturumda Türkçe ve İngilizce olarak sunulmuş; Türkçe sunulan bildirilerin bir kısmı salonda simultane olarak İngilizce'ye çevrilmiştir. Bildirilerin yanısıra, "Türkiye ve Dünya'da Güncel Petrol Politikaları" konulu bir açık oturum ile "Türkiye'de Petrol Sektörü ve İmalat Sanayii İlişkileri" konulu bir de panel düzenlenmiştir. Kongre süresince petrol endüstrisindeki yerli ve yabancı kuruluşların yer aldığı, teknolojik gelişmelerin izlenebileceği bir sergi de düzenlenmiş; ayrıca çeşitli konserler, şehir içi ve dışı teknik turlar gibi sosyal ve kültürel etkinlikler de gerçekleştirilmiştir.

### MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ SİMPOZYUMU

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından düzenlenen



TÜRKİYE PETROL JEOLojLARI DERNEĞİ TMMOB PETROL MÜHENDİSLERİ ODASI  
TURKISH ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS UCTEA CHAMBER OF PETROLEUM ENGINEERS


## TÜRKİYE 8. PETROL KONGRESİ

8th PETROLEUM CONGRESS OF TURKEY  
Hilton International Ankara

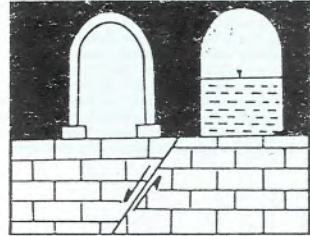

16 - 20 Nisan 1990 April 16 - 20, 1990

### PROGRAM

TMMOB  
JEOLojİ MÜHENDİSLERİ  
ODASI



14-17 MAYIS  
1990



## MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ SİMPOZYUMU

DSİ Salonları - ANKARA

## PROGRAM

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ - MAYIS 1991

ve jeoloji Mühendisliği içinde önemli bir disiplin olan mühendislik Jeolojisine ilişkin konuların ve problemlerin tartışıldığı "Mühendislik Jeolojisi Simpozyumu" 14-17 Mayıs 1990 tarihleri arasında Ankara'da DSİ Genel Müdürlüğü salonlarında yapılmıştır. Simpozyum kapsamında baraj, tünel, otoyol, demiryolu, köprü, liman, rıhtım, dalgakıran ve metro gibi alt yapı yatırımlarının fizibilite, tasarım ve yapım aşamalarındaki temel jeoloji ve mühendislik jeolojisi çalışmaları ile her türlü maden, hammadde, petrol v.b. doğal kaynakların etüd ve aramaları doğal afetler, kentleşme, çevre jeolojisi türündeki özel jeolojik konular incelenmiştir. 5 oturumda sunulan 30 adet sözlü bildirin yanı sıra, "GAP ve Su Kaynakları" ve "Türkiye'de Termal Kaynaklar ve Termal Turizm" konulu iki de panel düzenlenmiş; oturumlardan biri Türkiye'de Mühendislik Jeolojisinin gelişmesine büyük katkıları olan Prof. Dr. Kemal Erguvanlı adına gerçekleştirilmiştir. Kongre süresince bilimsel ve teknik etkinliklerin yanı sıra, sosyal etkinlikler de düzenlenmiş, çeşitli kuruluşları tanıtan bir sergi de açılmıştır.

### TÜRKİYE 7. KÖMÜR KONGRESİ

TMMOB Maden Mühendisleri Odası Zonguldak Şubesi tarafından, Zonguldakta 21-25 Mayıs 1990 tarihleri arasında düzenlenen "Türkiye 7. Kömür Kongresi"nde, ülkemizde kömür elde edilen bölgelerin özellikle Zonguldak havzasının yapı ve özelliklerine ilişkin çeşitli bulgu ve sorunlar ele alınmıştır.



JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ - MAYIS 1991

Kömür havzalarında uygulanan teknolojinin de ayrıntılı olarak tartışıldığı kongrede, konulara ilişkin 5 yabancı, 27 yerli araştırmacı tarafından 32 sözlü bildiri sunulmuş olup, bildirilerin 10 tanesi Jeoloji Mühendisliği'nin çeşitli disiplinleri kapsamındadır. 650 ye yakın delegenin katıldığı kongre sırasında, sunulan bildirilerin yanı sıra "KİT'lerin Yönetmelik Sorunları ve TTK" ve "Kömür Madencilğinde İş Kazaları" konulu iki de panel düzenlenmiştir. Ayrıca, çeşitli kuruluşların katıldığı bir sergi ve sosyal etkinlikler gerçekleştirilmiştir.

### 6. MÜHENDİSLİK HAFTASI

Akdeniz Üniversitesi, Isparta Mühendislik Fakültesi tarafından geleneksel olarak düzenlenen "6. Mühendislik Haftası" bilimsel toplantısı 28 Mayıs - 2 Haziran 1990 tarihleri arasında Isparta'da yapılmış olup, çeşitli mühendislik dallarındaki bilim adamlarını bir araya getirerek bilgi ve teknoloji üretimi ile ülkemiz ekonomisine katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Kongre sırasında, İnşaat Mühendisliği'ne ilişkin 9 oturumda 43 bildiri, Makina Mühendisliği'ne ilişkin 6 oturumda 36 bildiri, Maden Mühendisliği'ne ilişkin 6 oturumda 36 bildiri ve Jeoloji Mühendisliği'ne ilişkin 9 oturumda 40 Bildiri sunulmuştur. Ayrıca Su Ürünleri Mühendisliği, Halıcılık, Gül Sanayii ve Çevre oturumları da düzenlenmiş olup, "Güneş Enerjisinin Dünü, Bugünü, Yarını" konulu panel de yapılmıştır. Kongre süresince çeşitli geziler düzenlenmiş, kuruluşlara hazırlanan sergiler de açık bulundurulmuştur.



## ULUSLARARASI EGE BÖLGELERİ YERBİLİMLERİ KONGRESİ

İzmir 9 Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi tarafından düzenlenen "Uluslararası Ege Bölgeleri Yerbilimleri Kongresi", kısa adıyla "IESCA 1990", 1-6 Ekim 1990 tarihleri arasında İzmir'de, Atatürk Kültür Merkezinde yapılmıştır. Kongre, jeolojik bölgeler ve bölgesel jeolojik olayların sınırlarının, ülkelerin sınırlarıyla daraltılmıyacağı ve Ege bölgelerinin değişik amaçlı jeolojik tanımlamalarının da doğal olarak Ege'yi çevreleyen ülkelerin sınırlarını aşan özelliklerde olması gerçekleri göz önüne alınarak hazırlanmıştır; Ege Denizini çevreleyen ülkelerin yerbilimcilerinin yanısıra, Arjantin'den Hindistan'a kadar birçok denizaşırı ülkeden de katılımlar olmuş ve büyük ilgi duyulmuştur. Örneğin, Himalaya'lara kadar uzanan veya Karadeniz'den Kuzey Afrika'ya kadar etkin olan yitim sorunları, değişik ülkelerin yerbilimcileri arasında iletişim ve ortak çalışma zorunluğunu getirmektedir. Bugüne değin, doğrudan Türk ve Yunan yerbilimcilerinin ortaklaşa çalışmaları henüz yeterli düzeye ulaşamamasına karşın, IESCA 1990 Kongresinin de katkıları sonucu karşılıklı iletişimde bir artış gözlenmiştir. Kongreye 16 değişik ülkeden 82 yabancı ve 208 Türk delege katılmış,

jeoloji, maden, jeofizik, deniz jeolojisi vb. disiplinlerde, 42 oturumda 120 sözlü bildiri, İngilizce olarak sunulmuş olup, bildirilerin 46 tanesi yabancı yerbilimciler tarafından hazırlanmıştır. Ayrıca 16 adet de poster bildiri, kongre süresince tartışmaya açık bulundurulmuştur. "Yeraltı kaynakları-Enerji ve Çevre" konulu bir de panel düzenlenmiştir. IESCA 1990 kongresi süresince çeşitli sosyal etkinlikler de düzenlenmiş olup, önceden programlanan 6 değişik arazi gezisinin salt bir tanesi gerçekleştirilmiştir. Kongrenin kapanış oturumunda Uluslararası Ege Bölgeleri Yerbilimleri Kongreleri'nin, bundan böyle her iki yılda bir sürekli olarak düzenlenmesi ve bundan sonraki toplantının 1992 yılında Yunanistan'da yapılması kararlaştırılmıştır.

## ULUSLARARASI KARST SU KAYNAKLARI SİMPOZYUMU

Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Hidrojeoloji Mühendisliği Bölümü'nün, çeşitli uluslararası ve ulusal kuruluşlarla birlikte düzenlediği, karstik alanlardaki hidrojeolojik yöntemlerin tartışıldığı simpozyum ve arazi semineri, 7-17 Ekim 1990 tarihleri arasında, Antalya'da Kemer'de yapılmıştır. Çok sayıda yabancı ve yerli yerbilimcini katıldığı bu uluslara-

INTERNATIONAL EARTH SCIENCES  
CONGRESS ON AEGEAN REGIONS  
1- 6 OCTOBER 1990  
İZMİR - TURKEY

IESCA 1990

THIRD CIRCULAR  
AND PROGRAM

PRE- CONGRESS EXCURSIONS 27-30 SEPTEMBER 1990  
SYMPOSIA and SESSIONS 1- 6 OCTOBER 1990  
POST- CONGRESS EXCURSIONS 7-10/11 OCTOBER

INTERNATIONAL SYMPOSIUM AND  
FIELD SEMINAR ON  
HYDROGEOLOGIC PROCESSES IN  
KARST TERRANES

7-17 October, 1990  
Kemer- Antalya / TURKEY

KARST SU  
KAYNAKLARI  
KARST WATER  
RESOURCES

U K A M

PROGRAM

rası simpozyumda 12 oturumda 11 tanesi yerli, 37'si de yabancı hidrojeologlar tarafından toplam 48 sözlü bildiri, İngilizce olarak sunulmuştur. Ayrıca 16'sı yerli, 44 tanesi de yabancı araştırmacılar tarafından hazırlanan 60 poster bildiri de simpozyumun ilk 4 gününde tartışmaya açık bulundurulmuştur. Beşinci günden itibaren lokal Antalya gezisinin yanısıra; daha sonraki günlerde Pamukkale, Kuşadası, Fethiye, Kalkan dolaylarında arazi seminerleri düzenlenmiştir.

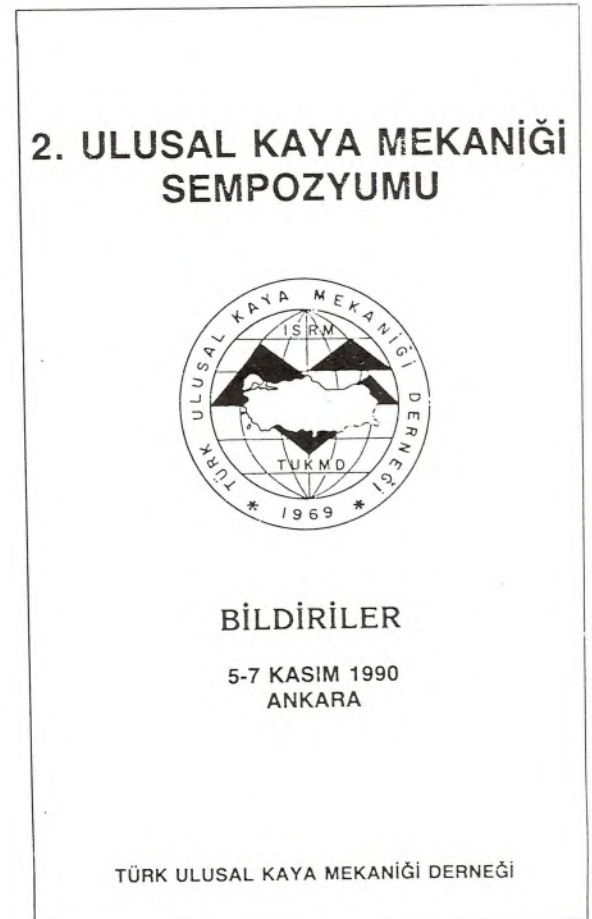
### TÜRKİYE 5. ENERJİ KONGRESİ

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi tarafından düzenlenen "Türkiye 5. Enerji Kongresi" 22-26 Ekim 1991 tarihleri arasında Ankara'da TCK ve TEK salonlarında yapılmıştır. Kongrede, Enerji Sektörü ve Ekonomi - Konvansiyonel ve Yeni Enerji Kaynakları, Enerji Tasarrufu-Enerji Teknolojileri, Araştırma Geliştirme Çalışmaları- Enerji ve Çevre konularında olmak üzere 129 sözlü bildiri sunulmuştur. Bildirilerin büyük bir kısmı jeolojinin çeşitli disiplinleri ile diğer mühendislik disiplinlerinin ortak olarak kullanılmasının ürünüdür. Ayrıca 8 adette tamamen jeolojik ağırlıklı sözlü

bildiri sunulmuştur. "Enerji Politikaları, Uygulamalar, Seçenekler" ve "Özel Sektörün Enerji Sektörüne Katılımı, Sorunları, Beklentiler" konulu iki açık oturum; "Türkiye'de Enerji Tasarrufu Çalışmalarından Bir Kesit" ve "Elektrik Enerjisi Üretimi ve Çevre Sorunları" konulu iki özel oturum ile "Genel Değerlendirme Paneli" de yapılmış ve ülkemizde enerji konusunda çeşitli somut görüş ve öneriler saptanmıştır. Kongre sonrasında çeşitli arazi gezileri yapılmıştır.

### 2. ULUSAL KAYA MEKANİĞİ SEMPOZYUMU

Türk Ulusal Kaya Mekanik Derneği tarafından hazırlanan "2. Ulusal Kaya Mekanik Sempozyumu" 5-7 Kasım 1990 tarihleri arasında Ankara'da DSİ Salonlarında düzenlenmiştir. Sempozyum sırasında, Kayaların Mekanik Özellikleri, Temel Sorunları, Yeraltı Boşlukları, Tünelcilik, Madencilik, Sondaj, Sev Stabilitesi, Labratuvar Çalışmalar, Jeoteknik, Deprem Mühendisliği, Heyelanlar ve Kaya Mekanik ile Çevre Sorunları konularında 23 adet sözlü bildiri sunulmuştur. Ayrıca, sempozyum süresince kuruluşlar ve konuyla ilgili firmaların çalışma ve ürünlerini tanıtan bir sergi de açık bulundurulmuştur



## SEL FELAKETİ SEMPOZYUMU


TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, İnşaat Mühendisleri Odası, Orman Mühendisleri Odası ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi tarafından ortaklaşa olarak düzenlenen sempozyum 22-24 Kasım 1990 tarihleri arasında Trabzon'da yapılmıştır. 20 Haziran 1990 tarihli Trabzon sel felaketini konu alan sempozyumda taşkın iklim, hidrolik ve morfolojik etkenler, taşkın oluşumunda ekolojik ve doğal olaylar, taşkın alanlarında yerleşim ve sorunları, taşkınların sosyal etkileri ve bu etkilerin önlenmesine yönelik hukuksal çözümler kapsamında sözlü bildirimler sunulmuştur.

## ANKARA KILI SEMPOZYUMU

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası ve Ankara Büyükşehir

Belediyesi tarafından ortak olarak düzenlenen "Ankara Kili Sempozyumu" 13-14 Aralık 1990 tarihleri arasında Ankara'da Bulvar Palas Oteli Salonlarında yapılmıştır. "Ankara Kili" terimi, kentin orta ve batı kesimlerinde yaygın olarak izlenen pliyosen yaşlı karasal çökellerin ince taneli düzeylerini yansıtan bir adlama olup, sempozyum boyunca Ankara kilinin ve Ankara'nın jeoteknik sorunları tartışılmış, altyapı ve yeni yerleşim alanları projelerinin uygulama aşamalarında yapılmakta olan jeolojik ve jeoteknik çalışmaların Metro, Ankara, Büyük Kanal ve Doğukent gibi büyük projelerin gerçekleştirilmesi açısından ne derece önemli oldukları belirtilmiştir. Sempozyumda 11 sözlü bildiri sunulmuş ve "Ankara'nın Altyapı Sorunları" konulu bir de panel düzenlenmiştir.

KARADENİZ TEKNİK  
ÜNİVERSİTESİ



TRABZON VE YÖRESİ  
20 HAZİRAN 1990 SEL FELAKETİ  
SEMPOZYUMU

İnşaat Mühendisleri Odası  
Orman Mühendisleri Odası  
Jeoloji Mühendisleri Odası



22-24 Kasım 1990  
TRABZON

ANKARA KILI  
SEMPOZYUMU

13-14 ARALIK 1990

BULVAR PALAS OTELI  
Atatürk Bulvarı No: 141  
Bakanlıklar / ANKARA

PROGRAM



ANKARA  
BÜYÜKŞEHİR JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ  
BELEDİYESİ

TMMOB  
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ  
ODASI



# TEKSAN TEMEL A.Ş.

TEMEL-ENJEKSİYON-KAZIK-SONDAJ-ANKRAJ İNŞAAT VE TAAHHÜT ANONİM ŞİRKETİ

## KONULARIMIZ

-----

### JEOLojİK ETÜDLER

Yol, Otoyolu, Demiryolu, Köprü ve Tünel,  
Boru Hatları, Baraj ve Su Yapıları,  
Sınai Tesisler, Toplu ve Çokkatlı Binalar

### \* TEMEL VE ZEMİN ETÜDLERİ

#### \* ZEMİN SONDAJLARI

#### \* ZEMİN VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVAR DENEYLERİ

### \* TEMEL MÜHENDİSLİĞİ HİZMETLERİ

#### \* ANKRAJ ÇALIŞMALARI

#### \* KAZIK ÇALIŞMALARI

#### \* ENJEKSİYON ÇALIŞMALARI

#### \* HİDROJEOLojİK ETÜDLER SU SONDAJLARI

#### \* ALTYAPI İNŞAATLARI

# MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

ALANINDA EN ESKİ VE EN BÜYÜK KURULUŞ



# 56

# YILLIK

BİLGİ VE TECRÜBE BİRİKİMİ

JEOLOJİ VE JEOTEKNİK

HİDROJEOLOJİ

JEOFİZİK

UZAKTAN ALGILAMA

MADEN ENDÜSTRİYEL  
VE ENERJİ HAMMADDE  
ETÜT VE ARAMA

JEOTERMAL

JEOMORFOLOJİ

SONDAJ

ANALİZ VE TEKNOLOJİ

YÖNTEM  
GELİŞTİRME

PROJE VE FİZİBİLİTE

PAZAR ETÜDÜ

MÜŞAVİRLİK

KONULARINDA

ÜLKEMİZ MADENCİLİĞİNİN  
HİZMETİNDEDİR

TEL:(90) - (4) 213 69 18  
(90) - (4) 222 51 12

TLX:42741 - mta - tr  
42040-mta-tr  
ANKARA

Fax: (90) - (4) - 222 82.78