



Fırtına etkili bir şelfte karışık sediman çökelimi: Adapazarı doğusu, Türkiye

*Mixed sediment deposition on a storm influenced shelf:
East of Adapazarı, Turkey*

Ayhan ILGAR

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06520
Söğütözü, ANKARA

Abdurrahim ŞAHBAZ

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532
Beytepe, ANKARA

ÖZ

Pontid'lerin batısında yer alan Geç Paleosen-Eosen yaşı Kusuri formasyonu içinde tanımlanan Hatıplar üyesi istifi 450 m kalınlıktaki silisiklastik tortullardan kurulu olup, sıçanlı bir çökelme ortamında çökelmıştır. Hatıplar üyesi istifi farklı sedimanter yapı, doku, litoloji özelliklerini ve çökelme ortamlarına göre üç fasiyeye ayrılmıştır. Kiltası fasiyesi - lokal çevrimler ve ardalanmalar dışında- Hatıplar üyesi istifinin en alt fasiyesini oluşturmaktadır ve düşük enerjili bir ortamda süspansiyondan gelişen çökelimi yansımaktadır. Ortalı şelf ortamında çökelen ince-orta tabakalı kumtaşı fasiyesi fırtına etkin bir şelfte gözlenen sedimanter yapıları içermekte olup, normal dalga tabanı ile fırtına dalga tabanı arasındaki iç şelf ortamında çökelmıştır. Hatıplar üyesi istifinde sırasıyla alttan üstte doğru yer alan bu üç fasiyeler, üyenin çökelimi esnasında çökelme ortamındaki sığlaşmayı göstermektedir. Hatıplar üyesine ait kumtaşlarının petrografik incelenmesi, kumtaşlarının silisiklastik ve karbonat bileşenlerinden kurulu karışık kompozisyonu sahip olduğunu göstermiştir. Hatıplar üyesi istifinin çökelimi sırasında depolanma ortamında zaman zaman fırtına süreçleri etkin olmuş ve fırtına süreçleri bu dönemde sedimanter yapı ve dokuyu olduğu kadar, kompozisyonu da etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: Fırtına süreçleri, hamaksi çapraz tabakalanma, Hatıplar üyesi, karışık sedimanlar, Kusuri Formasyonu, Pontidler.

ABSTRACT

Hatıplar member, part of Kusuri Formation of Late Paleocene-Eocene age, is located in western Pontides. It is composed of 450 m thick siliciclastic sediments, deposited in a shallow marine setting. The Hatıplar member is divided into three facies based on structural, textural, lithological features and depositional settings. Claystone facies forms the bottom facies of the Hatıplar member sequence, except for local cycles and alternations, and indicates deposition from suspension in low energy environment. Thin to medium bedded sandstone-claystone facies have been deposited by turbidity currents. Hummocky cross stratification sandstone facies incorporate sedimentary structures seen in storm-influenced shelf, it was deposited on inner shelf environment between normal wave base and storm wave base. Their sequence from bottom to top indicates the shallowing in depositional setting during deposition of Hatıplar member. The sandstones have mixed composition, composed of siliciclastic and carbonate components. Storms occasionally influenced the composition, as well as sedimentary structures and textures, during the deposition of the Hatıplar member.

Key Words: Storm processes, hummocky cross stratification, Hatıplar member, mixed sediments, Kusuri Formation, Pontides.

GİRİŞ

Denizlerde zaman zaman meydana gelen fırtınaların ve beraberinde gelişen fırtına süreçlerinin, güncel şelf sedimanlarını etkilediği kadar, eski şelf sedimanları üzerinde de etkili olduğu bilinmektedir. Fırtına süreçleri, etkin olduğu dönemde belirli bir derinliğe kadar pekişmemiş sedimanları karıştırırken, bu sedimanların bir kısmını süspansiyona almaktır ve normal hava koşullarında meydana gelmiş çökelim izlerini silmektedir. Fırtına süreçleri bu yıkıcı etkisinin yanında iç şelfte normal dalga tabanı ve fırtına dalga tabanı arasında tümsekisi (swaley) ve hamaksi (hummocky) çapraz tabakalanma, gecikme çökelleri ve fırtına dalga tabanının altında ise dereceli tabakalanma (tempestit) gibi sedimanter yapıları oluşturabilmektedir. İlk defa Harms vd. (1975) tarafından tanımlanan hamaksi çapraz tabakalanma sonraları Walker (1979,1985), Bourgeois (1980), Dott ve Bourgeois (1982) gibi araştırmacılar tarafından da araştırılmış, bu yapıya ilişkin bir istif oluşturulmuş ve yapının oluşumu ve gelişimi incelenmiştir.

Sedimanter kayaçlarda petrografik kayaç sınıflaması, klasikleşmiş ya da alışlagelmiş olarak silisiklastik kayaçlar ve karbonat kayaçlarının petrografik sınıflaması şeklinde yapılmaktadır. Mount (1985)'a göre bu durumun nedeni; a) sedimanter petrografların bağıl olarak saf sedimanlar üzerinde çalışma ve karışık sedimanları gözardı etme eğilimleri ve b) silisiklastik sedimanların karbonat salgılayan organizmalar üzerindeki zararlı etkisinden dolayı iki sedimanın karışmayacağı inancıdır. Oysa, bazı sedimanter kayaçlarda hem silisiklastik, hem de karbonat bileşenler, biri diğerine oranla ağırlıklı olmaktan çok hemen hemen eşit oranda karışık konumda bulunabilmektedir. Bunun da ötesinde, karışık kompozisyonlu sedimanlar, çalışılması gözardı edilecek kadar az oranda bulunmamaktadır (McIlreath ve Ginsburg, 1982; Doyle ve Roberts, 1983). Bu tür kayaçlar kalkarenitik kumtaşı (Pettijohn vd., 1987), ya da karışık sedimanlar (Mount, 1985) olarak adlandırılmasında ve oluşumlarına ilişkin değişik görüşler ileri sürülmektedir. Tucker (1982), Kelling ve Mullin (1975) ve Markello ve Read (1981) yaptıkları çalışmalarında, fırtına süreçleriyle sık şelf ortamlarında gelişmiş karışık kompozisyonlu sedimanlara değişimetidirler.

Bu çalışmanın konusunu oluşturan Kusuri

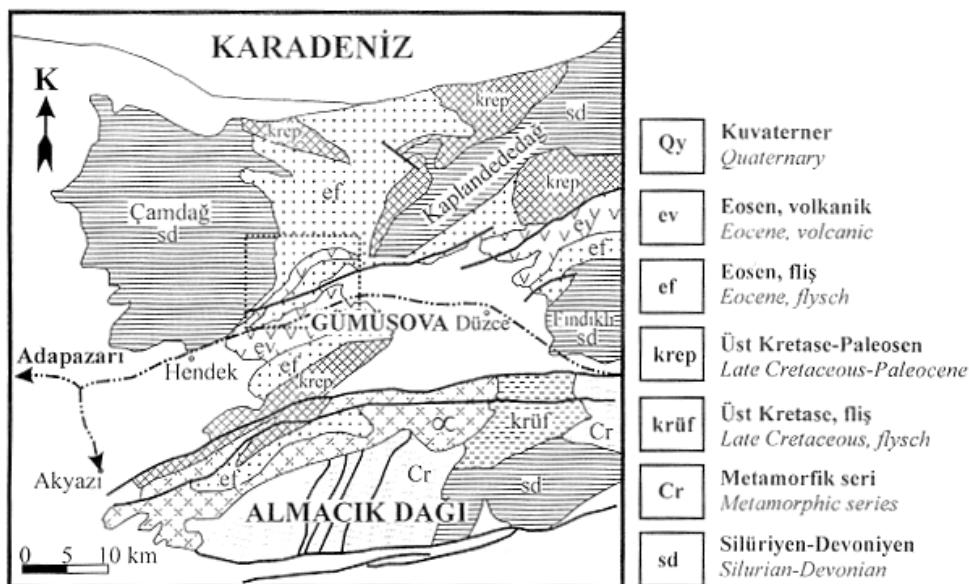
Formasyonu (Ketin ve Gümüş, 1962)'nun Hatıplar üyesi litolojileri ve ağırlıklı olarak kumtaşları sedimanter yapı olarak fırtına süreçleri etkisi altında oluşmuş sedimanter yapıları içermektedir. Bunun yanısıra, Hatıplar üyesi kumtaşları, petrografik olarak karışık bir çökelidir.

Bu çalışmanın amacı, Hatıplar üyesinin çökelimi sırasında etkin olan sedimanter süreçlerin belirlenmesi ve bu süreçlerin, Hatıplar üyesine ait litolojilerin sedimanter yapı ve dokusu ile birlikte kompozisyonuna olan etkisinin saptanmasıdır.

JEOLOJİK KONUM VE STRATİGRAFİ

Bu çalışmada üzerinde ayrıntılı inceleme ve fasiyes analizi yapılan Lütesyen yaşılı Hatıplar üyesi (Yazman ve Çokuğraş, 1983), Kusuri Formasyonu'nun bir üyesidir (Şekil 1 ve 2). Kusuri Formasyonu, Batı Pontidler'de çok geniş alanlarda yüzeylemeyecektir ve 1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'nda Eosen filiş (ef) ve Eosen volkanikleri (ev) olarak gösterilmektedir (bknz. Şekil 1). İnceleme alanı ve yakın çevresinde Paleozoyik'ten günümüze degen kesikli bir istif gözlenmektedir. Çamdağ, Kaplandededağ ve Fındıklı Masisfleri (Ketin, 1955; bknz. Şekil 1), bölgedeki Paleozoyik yaşılı temeli oluşturmaktadır (bknz. Şekil, 2). Bu temel, Karbonifer dışında tüm Paleozoyi kapsamakta ve konglomera, kumtaşı, silttaşı, kultaşı ve kireçtaşı birimlerini içermektedir (Yazman ve Çokuğraş, 1983).

Mesozoyik ve Senozoyik yaşılı birimler, Paleozoyik temel üzerinde uyumsuz konumda bulunmaktadır (Ketin, 1955; Görmüş, 1982; Kaya ve Dizer, 1982; Yazman ve Çokuğraş, 1983; bknz. Şekil, 2). Konglomera ile başlayan ve konglomera, kumtaşı, kultaşı ardalanmasından oluşan Geç Kretase yaşılı Neyren Formasyonu (Yazman ve Çokuğraş, 1983)'nun üst seviyelerinde volkaniklastik kumtaşı ve tuf yer almaktadır. Neyren Formasyonu'nu üzerleyen, Maastrichtyen-Paleosen yaşılı, kumlu killi kireçtaşından oluşan Akveren Formasyonu'nun üst seviyelerinde çört yumrularını ve arabantları içeren biyoklastik kireçtaşı gözlenmektedir (Yazman ve Çokuğraş, 1983). Akveren Formasyonu'nu Paleosen-Eosen yaşılı Kusuri Formasyonu (Ketin ve Gümüş, 1962) uyumsuz olarak örter (bknz. Şekil 2). Yazman ve Çokuğraş (1983), Kusuri Formasyonu ile altındaki Akveren Formasyonu'nun dokanak ilişkisini



Şekil 1. İnceleme alanının bölgesel jeoloji haritası (1/500000 ölçekli Türkiye jeoloji haritasından basitleştirilerek alınmıştır).

Figure 1. Regional geological map of the study area (simplified from the 1/500000 scaled geological map of Turkey).

parakonformite ile tanımlarken, Aydin vd. (1987) ise açısal uyumsuz bir dokanak ilişkisinden bahsetmektedir. Kusuri Formasyonu'nda İlgar (1993) tarafından dört üye tanımlanmıştır. Bunlar; Akçakoca, Sürmeli, Raşitağa ve Hatıplar üyeleridir. Bu çalışmanın konusunu oluşturan Hatıplar üyesi, Kusuri Formasyonu'nda tanımlanan son üye olup, kumtaşı-kiltaşı ardalanmasından oluşmaktadır (İlgar, 1996; İlgar ve Şahbaz, 1997; bknz. Şekil 2). İnceleme alanı çevresinde Kusuri Formasyonu, açısal uyumsuzlukla Neojen yaşlı Örencik Formasyonu'nun az tutturılmış çakıl ve kumları tarafından örtülüdür (Yazman ve Çokuğraş, 1983).

FASIYES ANALİZİ

Fasiyes Tanımları

Hatıplar üyesi istifinde, birincil ve ikincil sedimanter yapılar, doku, geometri ve litoloji özelliklerine dayanılarak üç fasiyes tanımlanmıştır.

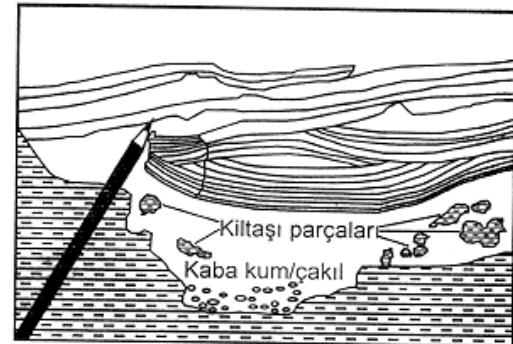
Kiltaşı fasiyesi (F1): Kiltaşı fasiyesi, gri-açık sarı renkli bol kıraklı çatlaklı (kavaklısı kırılma gösteren) kiltaşı, az oranda çok ince taneli

silttaşlı ile sarı-açık kahve renkli ince taneli kumtaşından oluşmaktadır (Şekil 3). Fasiyesin yaygın litolojisini oluşturan kiltaşları az oranda görülen silttaşlı ve kumtaşları arasında 20-70 cm kalınlıkta gözlenmekte olup, mostrada yanal olarak devamlıdır. Kiltaşlarında seyrek olarak görülen paralel laminalanma dışında sedimantler yapı gözlenmez. Ancak kiltaşları içerisinde yer yer kanal dolgusu kumtaşı mercekleri bulunmaktadır (bknz. Şekil 3). Bu kumtaşı mercekleri 70-100 cm genişlik ve 1-4 cm kalınlıktadır. Kiltaşları ile ardalanmalı konumda bulunan silttaşları ve kumtaşları 1-5 cm kalınlıkta olup, bazı kumtaşlarında yük çökme yapıları ile normal derecelenme gözlenmektedir. Yine kumtaşları içerisinde tanesel halde kiltaşı topukları yer almaktadır.

İnce-orta tabakalı kumtaşı-kiltaşı fasiyesi (F2): F2 fasiyesi istifi, ince-orta tabakalı kumtaşları ve bu kumtaşları ile ardalanmalı olarak bulunan kiltaşlarından oluşmaktadır. Açık sarı-krem renkte gözlenen ve ince-orta kum boyu malzemelerden oluşan kumtaşları 5-20 cm kalınlıkta bulunmaktadır. Belirgin alt-üst yüzeylere sahip ve yanal yönde devamlı olan kumtaşları paralel tabakalı olup, yer yer normal

derecelenme ve yük çökme yapıları göstermektedir (bknz. Şekil 3). Bazı kumtaşı tabakalarında paralel laminalanma gözlenmektedir. Kumtaşı/kıtaşı oranının 0.7-1.5 arasında olduğu F2 fasiyesi istifinde yer alan kiltasları, gri olup, yer yer görülen kiltası tabakaları 2-4 cm kalınlıktadır. F2 fasiyesi istifinde bol miktarda koyu renkli, kömürleşmiş organik kalıntılar (bitki kalıntıları) bulunmaktadır. Bu organik kalıntılar kumtaşı ve kiltaslarındaki tabakalanma ve laminalanmaya paralel olup, istife ait pek çok örnekte lamina ve tabaka sınırını oluşturmaktadır. F2 fasiyesi içindeki kumtaşlarında *Morozovella* sp., *Miliolidae*, *Globigerina* sp., *Alveolina* sp., *Textularidae*, *Rotalidae*, *Disticopla* sp., *Lithothamnidae* fosilleri gözlenmektedir (Ilgar, 1996).

Hamaksı çapraz tabakalı kumtaşı fasiyesi (F3): Bu fasiyes, ince-orta tane boylu orta-kalın tabakalı kumtaşı ve bununla ardalanmalı olan kiltası litolojilerinden oluşmaktadır. Fasiyesi oluşturan kumtaşı tabakaları 5-35 cm kalınlıkta olup, tabaka alt ve üst yüzeyleri düzlemselden ondülasyonluya kadar bir değişim göstermektedir. Alt yüzeyi ondülasyonlu olan bazı kumtaşı tabakaları alttaki litolojiler içinde 5-10 cm derinlige kadar oyguludur. Bu fasiyesin sedimanter yapılarını; paralel tabakalanma, hamaksı ve tümsekçi çapraz tabakalanma (Şekil 3 ve 4), gecikme çökelleri ile az oranda yük çökme yapıları oluşturmaktadır. Alt yüzeyi kiltasları ve kumtaşları içerisinde erozyonlu sınır oluşturan hamaksı çapraz tabakalar kaba siltince kum boyu malzemeden oluşmaktadır. Yapının hamaksı kısmını oluşturan ilk laminalar başlangıçta erozyon yüzeyine paralel uzanmakta ve ondülasyonlu tabaka sınırlarını oluşturmaktadır. Ondülasyonlu sınırlar üzerine gelen laminalar yanal olarak kalınlaşmakta, erozyon yüzeyinin eğim değeri giderek azalmakta ve yapının yanal yüzeyi yelpaze benzeri bir görünüm almaktadır. Bazı yapılarda yapının hamaksı zonu düzlemsel laminaya geçmekte ve yapı bu şekilde tamamlanmaktadır. Bunun yanında hamaksı çapraz tabakaların alt kısmında fosil kavaklı parçaları, çeşitli kırıntılar ve alttaki kiltaslarına ait kaba kum ve çakıl boyu taneler de gözlenmektedir. Hamaksı çapraz tabakalar, tümsekler arası genişliğe (dalga boyuna) ve erozyonlu yüzeyin eğim açısı değerine göre iki gruba ayrılmıştır; 1) düşük eğim açısına (<20°) ve tümsekler arası büyük dalga boyuna (80-100 cm) sahip olanlar, 2) yüksek eğim açısına (>20°) ve tümsekler arası küçük dalga boyuna sahip olanlar. F3 fasiye-



Şekil 4. Hamaksı çapraz tabakalı kumtaşı fasiyesinde gözlenen hamaksı çapraz tabakalanma.

Figure 4. Hummocky cross stratification observed in the hummocky cross stratified sandstone facies.

sine ait kumtaşı ve kiltaslarında da tabaka ve lamina yüzeylerine paralel konumda koyu renkli kömürleşmiş organik kalıntılar bulunmaktadır. Bu fasiyeye ait kayaçlarda *Alveolina* sp., *Nummulites* spp., *Discocyclina* sp., *Ditnpa* sp., *Eorupertia magna* Le Calvez, *Miliolidae*, *Globigerina* sp., *Rotalidae* fosillerine rastlanmaktadır (Ilgar, 1996). Ancak bu fasiyeye ait litolojilerde bol miktarda fosil bulunmasına rağmen birimlerde biyoturbasyon gözlenmemektedir.

Fasiye Yorumları

Hatıplar üyesinde tanımlanan litofasiyeler ölçülu kesitteki (bknz. Şekil 3) lokal çevrimler ve tekrarlanmalar dışında bütün bir istif olarak alttan üste doğru sırasıyla F1, F2 ve F3 litofasiyeleri şeklinde yer almaktır ve tane boyu ile tabaka kalınlığına göre kalınlaşan ve kabalaşan bir istif oluşturmaktadır. İçinde F1, F2 ve F3 litofasiyeleri ayrılan bu istif, bir bütün olarak paralel laminalanma ve tabakalanma,

kanal dolgusu kumtaşı, dereceli tabakalanma, yük çökme, ondülasyonlu tabakalanma ve hamaksı çapraz tabakalanma yapılarına sahiptir. Sedimanter özellikler ve fosil topluluğu, bu istifin siğ denizel bir çökelme ortamında olduğunu ve depolanma sırasında ortamda zaman zaman fırtına süreçlerinin etkin olduğunu göstermektedir. Ancak, farklı sedimanter yapı özellikleriyle tanımlanan F1, F2 ve F3 litofasiyesleri, aynı siğ denizel çökelme ortamının kıviya olan uzaklığa ve su derinliğine göre farklı bölgelerinde çökelmişlerdir. Bundan dolayı bu fasiyeler normal hava koşullarındaki ve fırtına sürecindeki fiziksel etkilerden (sedimentasyon, akıntı ve dalga) farklı şekillerde etkilenmişler dolayısıyla istif olarak bir bütün oluşturmasına rağmen farklı sedimanter yapı ve dokusal özellikler kazanmışlardır.

Hamaksı çapraz tabakalanma, simetrik ripiller ve gecikme çökelleri olarak adlandırılan kaba kavkı ya da çakıllar fırtına çökellerinde çok yaygın olan özelliklerdir (Dott ve Bourgeois, 1982). Ritmik olarak aratabaklı, biyoturbasyonlu şeyl ve hamaksı çapraz tabakalanmaya sahip keskin tabanlı kumtaşları, normal dalga tabanı ve fırtına dalga tabanı arasındaki iç şelfte, normal hava koşullarındaki yavaş çamurtaşı çökeliminin, fırının çökeltiği kumlarla ardarda olduğunu göstermektedir (Dott ve Bourgeois, 1982; Walker, 1984; Brenchley, 1985). Hamaksı çapraz tabaklı kumtaşı litofasiyesinin (F3) kumtaşları ve kilitaşları içerisinde saptanın hamaksı çapraz tabakalanma, altta kaba taneli gecikme çökelleri ve onun hemen üzerinde çapraz tabakalanma ve üstte düzlemsel laminalanma ile tanımlanmaktadır (bkzn. Şekil 4). Bu yapı Dott ve Bourgeois (1982)'in ideal hamaksı çapraz tabakalanma olarak tanımladığı istifin gecikme çökelleri, tümseksi zon ve düzlemsel laminasına (lag deposits, hummocky zone and flat laminae) karşılık gelmektedir. Bu özellikleriyle hamaksı çapraz tabaklı kumtaşı fasiyesi (F3) normal dalga tabanı ile fırtına dalga tabanı arasındaki iç şelf ortamında depolanmıştır. Hamaksı çapraz tabaklı ve ondülasyonlu kumtaşları güçlü fırtına dalgalarının oluşturduğu farklı yönlerdeki akış (oscillatory flow) ve tek yönlü akışın birleşmesi sonucunda oluşan birleşik akışlarla (combined flow) oluşmuştur. Bu kumtaşlarında gözlenen ideal hamaksı çapraz tabakalanma yapılarının alt kesiminde yer alan kaba taneli kilitaşı parçaları (bkzn. Şekil 4) alttaki kilitaşlarına ait parçalardır. Bu parçalar, fırının erozyonu sırasında alttaki kilitaşla-

rından koparılp süspansiyona alınan ve fırtına şiddetinin azalmasıyla birlikte süspansiyondan çökelten ilk ürünlerdir. Saito (1989) da Sendai Körfezi'nin güncel fırtına çökellerinden aldığı karot örneklerinde bazı kum katmanlarının alt kısımlarının gecikme çökellerinden oluştuğunu belirlemiştir. Dott ve Bourgeois (1982)'e göre bu ürünler üzerinde yer alan hamaksı zonun ve laminaların çökelimi tabanda süspansiyon çökelleri ile birlikte farklı yönlerdeki akışın (oscillatory flow) yanal etkisini içerir.

Birtakım çamurlu şelf sedimanları içinde bulunan dereceli kumtaşı tabakaları oluşum süreçleri yönünden farklı olsalar da, hamaksı çapraz tabakalanma ile ilişkili olarak bu tabakalanmanın üç üyesini oluştururlar (Dott ve Bourgeois, 1982). Hamaksı çapraz tabakalanma, normal dalga tabanı ve fırtına dalga tabanı arasında depolanırken, dereceli tabakalanma ise, daha derin kesimlerde, fırtına dalga tabanının altında süspansiyondan, ya da türbit akıntılarından çökeltilmektedir (Walker, 1979, 1985; Dott ve Bourgeois, 1982). F3 fasiyesi istifi ile yanal ve düşey yönde gecilişli olan ve ritmik olarak kumtaşı, kilitaşı aradanmasından oluşan ve paralel tabakalanma, yük çökme yapıları ile birlikte dereceli tabakalanma içeren ince-orta kalınlık kumtaşı-kilitaşı fasiyesi (F2) istifi fırtına dalga tabanının altında orta-dış şelf ortamında çökelmiştir. Colquhoun (1995)'e göre proksimal fırtına tabakalarıyla gecilişli olan ince, normal dereceli tabakalar eski fırtına etkin şelflerde bol miktarda saptanmış olup, bu çökellerin orta-dış şelf ortamlarında oluşu yorumu yapılmıştır. Brenchley (1985) ise, benzer şekilde ince, normal dereceli tabakaların, içerdikleri iz fosiller ve bu fasiyelerin siğ deniz fasiyesiyle olan ilişkisi esas alınarak, derin deniz turbiditlerinden kolayca ayrılabilir olduğunu belirtmiştir. F2 fasiyesi istifini oluşturan kilitaşları ile paralel tabakalanmalı kumtaşları normal hava koşullarında süspansiyondan gelişen çökelimi yansıtırken, aynı istifte yer alan dereceli kumtaşları ise fırının oluşturduğu türbit akıntılarından gelişen çökelimi göstermektedir.

Güncel çökellerde yapılan çalışmalarda 5 cm den daha ince kalınlıkta ve derecelenme içeren kumtaşı tabakalarının 20-25 m'lik su derinliğinde oluşturduğu belirlenmiştir (Aigner ve Reineck, 1982; Nelson, 1982; Saito, 1989). Bu tip çökellerin oluşum ortamları için Aigner ve Reineck (1982) 20 m derinlik ve 50 km'lik bir kıyı ötesi belirlerken, Nelson (1982) Yukon

deltasının 150 km ötesinde 20-25 m su derinliği vermiştir. Saito (1989) ise, Sendai Körfezinde, derecelenme ve paralel laminalanma içeren 5 cm'den daha ince kalınlıktaki kum tabakalarının 19 ve 27 m su derinliklerinde olduğunu saptamıştır.

F2 fasiyesiyle yanal ve düşey olarak geçişli olan kilitası fasiyesi (F1), çok az oranda görülen silttaşları ve kumtaşları dışında, tamamen kilitaşlarından oluşmaktadır. Bazı silttaşları ve kumtaşlarında gözlenen derecelenme ve kilitaşları içerisinde yer alan birkaç ince tabakalı kanal kumtaşı mercekleri dışında, bu fasiyes sedimanter yapı içermemektedir. Bu sedimanter yapısal özelliği ile F1 fasiyesi düşük enerjili bir ortamda süspansiyondan gelişen çamur çökelimini göstermektedir. Düşey yönde F2 fasiyesiyle geçişli olan F1 fasiyesi muhtemelen dış şelf ortamındaki bir çökelimi yansımaktadır. Hayes (1967), e göre fırtına etkisiyle başlayan türbit akıntılar bol miktarda malzemeyi kıyı ötesi şelfe taşırlar. F1 fasiyesi istifinde gözlenen ince, kanal dolgusu kumtaşı mercekleri iç-orta şelften geçerek gelen ve taşıdığı malzemenin büyük bölümünü orta şelfte çökelten ve dolayısı ile hızı ve içinde taşıdığı malzeme miktarı azalan türbit akıntıların dış şelf ortamında pekişmemiş kilitaşları üzerinde oluşturduğu kanalları göstermektedir.

Saito (1989), ya göre, Sendai Körfezindeki iç şelfin kaba kumları çok az oranda ince taneli malzeme içermektedir. Bu durum, iç şelfteki ince taneli sedimanların sürekli olarak süspansiyona geçmesinin, bu bölgeye ince taneli malzeme sağlanmasından daha güçlü olduğunu gösterdiği şeklinde yorumlanmıştır. F1 fasiyesinin ana litolojisini oluşturan kilitaşları da iç şelfte fırtına ve dalga etkisiyle orta-dış şelfe taşınan ince taneli malzemenin durgun su ortamında depolanmasıyla oluşmuştur.

Hatıplar Üyesine ait litolojilerde tabaka ve lamina yüzeylerinde bol miktarda kömürleşmiş bitki kalıntılarının bulunması, bu malzemeye ait şekilsel boyanmayı göstermektedir. Lamina ve tabaka yüzeylerinde yoğunlaşan kömürleşmiş bitki kalıntılarının bulunması sedimanların çökelmesi sırasında ortamda sürekli olarak anaerobik koşulların hakim olduğunu göstermektedir.

Hatıplar Üyesinde tanımlanan litofasiyelerden, istifin alt kesimlerinde, dış şelf ortamında oluşan

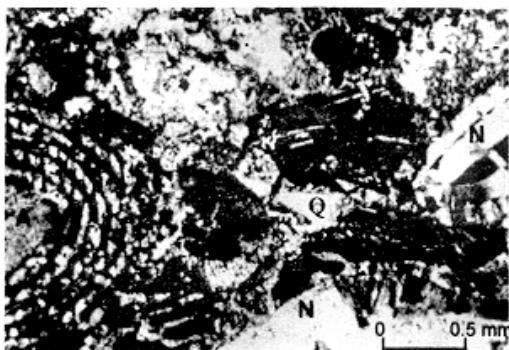
kilitası fasiyesinin, üst kesimlerinde ise iç şelf ortamında oluşan hamaksı çapraz tabaklı kumtaşı fasiyesinin bulunması, bu üyenin oluşturan birimlerin çökelme ortamının zamanla istifin üst kesimlerine doğru sıslaştığını göstermektedir.

HATIPLAR ÜYESİNİN PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Hatıplar Üyesi kumtaşlarında, kayaçları oluşturan bileşenlerin yüzde hacim değerlerini bulmak, bu bileşenleri esas alarak kumtaşlarını petrografik açıdan sınıflandırmak ve üyenin petrografik veriler yardımcıyla da yorumlamak amacıyla 14 adet kumtaşı örneği incelenmiştir. Her örnekte 300 adet nokta sayımı yapılan kumtaşlarında bileşenler silisiklastik ve karbonat tanelerinden oluşmaktadır. Başlıca volkanik ve kireçtaşı kayaç parçaları, plajiyoklas ve kuvars taneleri ve fosiller kayacın bileşenlerini oluşturmaktadır (Şekil 5). Kayaçlar bu bileşimleriyle hibrit bir özellik sunmaktadır. Bu bileşenlerin yüzde hacim değerlerinde bir düzenlilik gözlenmemektedir. Bazı kumtaşı örneklerinde fosil ve karbonat bileşen içeriği yüksekken, bu örneğin hemen altından, ya da üzerinden alınmış kumtaşı örneğinde silisiklastik malzeme miktarı yüksek değer alabilmektedir (Çizelge 1). Silisiklastik ve karbonat tanelerini değişik oranlarda içine bulunduran bu kayaçlar, klasik kumtaşı, ya da karbonatlı kayaç sınıflandırmaları ile adlandırılabilir. Bu tür kayaçların sınıflandırılması Zuffa (1980) ve Mount (1985) tarafından yapılmıştır. Mount (1985), %10'dan fazla silisiklastik ve karbonat içeren kayaçları karışık sedimanlar olarak tanımlayıp sınıflandırırken, Pettijohn vd. (1987) ise kalkarenitik kumtaşı olarak tanımlamıştır.

Bu çalışmada, petrografik incelemesi yapılan kumtaşlarında silisiklastik bileşen olan volkanik kayaç parçalarından, tanımı yapılabilecek büyülükte olanların andezit parçaları olduğu saptanmıştır. Kireçtaşı parçaları genelde mikritik bileşimdedir. Kumtaşlarının allokem bileşeninin bir kısmını oluşturan fosiller, *Morozovella* sp., *Miliolidae*, *Globigerina* sp., *Alveolina* sp., *Textularidae*, *Rotalidae*, *Distichoplax* sp., *Lithothamnidae*, *Nummulites* spp., *Discocyclina* sp., *Ditnipa* sp.'dan meydana gelmektedir. Bu bileşenler genelde mikrospar bağlayıcı ile bağlanmaktadır.

Bu çalışmada, Mount (1985) tarafından önerilen sınıflama kullanılmıştır. Kum, allokem, mikrit ve



Şekil 5.Hatıplar üyesi karışık kumtaşlarına ait mikroskop görüntüsü (A-Alveolina, Al-Alg, Q-Kuars, N-Nummulites, Lv-Vulkanik kayaç parçası).

Figure 5.Microscopic view of the mixed sandstones of Hatıplar member (A-Alveolina, Al-Algae, Q-Quartz, N-Nummulites, Lv-Volcanic rock fragment).

çamurun bileşen olarak aldığı bu sınıflama dört temel üçgen diyagramdan oluşmaktadır. Bu sınıflamada kullanılan "kum" tanımı, 0,0625-2 mm tane çapında olan kuvars, feldispat ve diğer silikat mineralleri kapsamakta, çamur ise 0,0625 mm'den küçük tane boyundaki silisiklastik sedimanları içermektedir. Yine aynı sınıflamada yer alan allokemler 20 μm 'den büyük tüm detritik karbonat tanelerini (ooid, fosil, intraklast ve diğer detritik karbonatlar) mikrit ise 20 μm 'den küçük tane boyutlu karbonatları içerir. Hatıplar üyesi kumtaşlarının sınıflandırılmasında allokem, kum ve mikritin ana bileşen olarak yer aldığı üçgen diyagram kullanılmıştır. Hatıplar üyesi kumtaşları bu bileşenlerden allokemleri %24-62, kumu %16-41 ve mikriti %17-37 oranlarında içermektedir. Bu sınıflamaya göre 9 kumtaşı örneği kumlu allokom kireçtaşının bölgesinde çıarken, 5 örnek ise kumlu mikrit bölümünde yer almaktadır. Bu sınıflamaya göre, örneklerin düzenli bir dağılım göstermemeleri görülmektedir (Şekil 6).

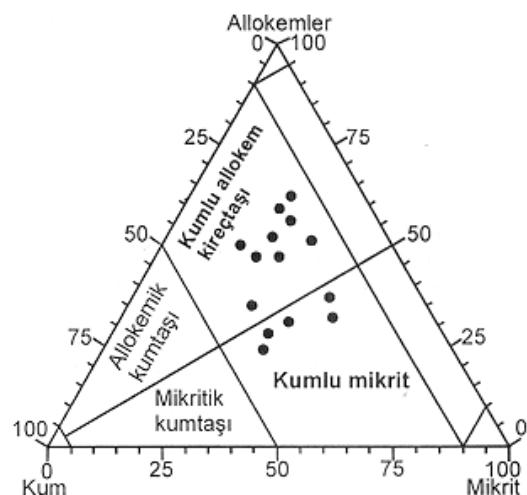
TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Hatıplar üyesini oluşturan F1, F2 ve F3 fasyesleri siğ denizel bir şelf ortamında çökelmişler ve bu ortamda varolan fizikokimyasal şartlardan sedimanter yapı, doku ve bileşim açısından etkilenmişlerdir. Bu etkileşim sonucunda kumtaşları kaba silt-ince kum boyu malzemeden oluşmuşlardır. Bu kayaçlarda

Çizelge 1. Hatıplar üyesi karışık kumtaşlarının modal bileşimi.

Table 1. Modal composition of the mixed sandstones of the Hatıplar member.

Örnek No	Allokemler	Kum	Mikrit	Nokta Sayısı
62	32	22	46	300
63	31	32	37	300
66	56	19	25	300
68	52	25	23	300
70	47	26	27	300
71	50	33	17	300
74	35	38	27	300
75	37	20	43	300
77	62	16	22	300
79	59	20	21	300
81	28	38	34	300
83	24	41	35	300
84	47	31	22	300
85	51	17	32	300



Şekil 6. Hatıplar üyesi karışık kumtaşlarının Mount (1985)'a göre sınıflandırılması.

Figure 6. Classification of the mixed sandstones of the Hatıplar member based on Mount's classification (1985).

sedimanter yapı olarak hamaksi çapraz tabakalanma, dereceli tabakalanma (tempestit), gecikme çökelleri, paralel laminalanma ve tabakalanma, kanal dolgusu kumtaşı, yük çökme ve ondülasyonlu tabakalanma olmuşmuştur. Bu yapılardan; hamaksi çapraz tabakalan-

ma, dereceli tabakalanma ve gecikme çökelleri fırtına çökellerinde çok yaygın olan özelliklerdir.

Hatıplar üyesi kumtaşları, mineralojik olarak; allokem, kum ve mikrit uç bileşenlerden oluşmaktadır. Kumtaşları bu bileşimleriyle karışık sediman özelliğine sahiptir. Bunun yanısıra, Hatıplar üyesi istifini oluşturan kumtaşlarının bileşenleri arasında tüm istif boyunca düzenli bir birlilik de bulunmamaktadır (bknz.Şekil 6).

Sığ şelf ortamlarına silisiklastik malzeme girişi, bu ortamlarda karbonat üretimini azaltmakta ve normal oluşum süreçleriyle bu iki sediman birbirine karışmamaktadır. Ancak, biri diğerile karışık halde karbonat ve silisiklastik sediman birlilikçi hem güncel çökellerde, hem de jeolojik kayıtlarda bol miktarda gözlenmektedir. Mount (1984) şelf ortamında silisiklastik ve karbonat malzemelerinin karışımı ve dolayısıyla karışık sedimanların oluşumu için dört süreç önermektedir. Bunlar; a) seçimi karışım (punctuated mixing), b) fasiyeler karışımı, c) yerinde karışım ve d) kaynak karışımıdır.

Hatıplar üyesine ait kayaçlarda özellikle laminalanma ve tabakalanma düzlemine paralel konumda bol miktarda kömürleşmiş organik malzeme (bitki kalıntıları) bulunmaktadır. Kayaçlarda kömürleşmiş organik kalıntıların bulunması kayaçların oluşu depolanma ortamının belirli kesimlerindeki (pekişmemiş çökel kesimlerinde) anaerobik koşulları yansımaktadır. Ancak, aynı kayaçlar içerisinde değişik canlı türlerine ait bol miktarda fosil topluluğu bulunmaktadır. Fasiyeleri oluşturan kayaçlarda herhangi bir canlı izine rastlanmamıştır. Hatıplar üyesinin F2 ve F3 fasiyelerinde gözlenen bazı sedimanter yapılar, depolanma ortamında zaman zaman fırtına etkisinin hakim olduğunu göstermektedir. Depolanma ortamında zaman zaman gelişen fırtınaların belirli bir derinliğe kadar normal hava koşullarındaki çökelim izlerini sildiği bilinmektedir. Ancak, bu durumda istifin hiçbir katında sedimanter yapıya ait özelliklerin gözlenmemesi beklenir. Halbuki Hatıplar üyesi istifinde normal hava koşullarında ve fırtına süreçleri boyunca gelişmiş sedimanter yapılar korunmuş durumdadır. Bu durumda kayaçlarda biyoturbasyon izlerinin gözlenmemesi fırtına aktivitesinin normal hava koşullarındaki çökelim izlerini sildiği şeklinde çok, sedimanların çökeldiği alanda canlı faaliyeti bulunmadığını göstermektedir. Bunun yanısıra, kayaçlarda bol miktarda gözlenen fosil formları ve allokem içeriği ise, olasılıkla kıyıyla da-

yakın ve sıçr kesimlerde yaşayan canlıların ve bu bölgede gelişen karbonat çökeliminin, zaman zaman gelişen fırtına süreçleriyle yerinden alınıp daha derin kesimlere taşıdığı ve bu bölgedeki silisiklastik malzemelerle karıştığı şeklinde yorumlanmıştır. Bu şekilde seyrek gelişen ancak yüksek şiddetteki olaylar vatandaşıyla meydana gelen sediman karışımı Mount (1984) tarafından seçimi karışım olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca Hatıplar üyesi istifini oluşturan kumtaşlarının bileşenleri arasında tüm istif boyunca düzenli bir birlilikin bulunmaması da normal hava koşullarında gelişen sürekli çökelimin, ortamda zaman zaman gelişen fırtına etkisiyle kesilmesi ve fırtına süreçlerinin (ortama kıyidan malzeme sağlanması ve bu malzemelerle ortamda malzemelerin karıştırılması yoluyla) bu dönemde sedimentasyonu kontrol etmiş olabileceği şeklinde açıklanabilir.

Karışık sediman içeriğine sahip olan ve örneklerinin bileşimleri arasında tüm istif genelinde düzenli bir birlilikin bulunmayan Hatıplar üyesi litolojilerinin oluşumu sırasında seçimi karışımın etkin olduğu düşünülmektedir. Güncel sedimanlarda bu tür bir karışımın oluşumunu gözlemek güçtür. Ancak karışık bileşimi fırsat çökelleri jeolojik kayıtlarda bol miktarda bulunmaktadır. Tucker (1982), Kelling ve Mullin (1975) ve Markello ve Read (1981) yaptıkları çalışmalarında fırsat süreçleriyle sığ şelf ortamlarında gelişmiş karışık kompozisyonlu sedimanlara deñinmektedirler. Hatıplar üyesine ait kayaçlarda kayaç bileşiminin gelişiminde bileşimi kontrol eden diğer süreçlerin yanı sıra, ortamda etkin olan çökelme süreçleri de aktif rol oynamıştır.

Mount (1984), sedimanların doku ve kompozisyonun hem fırtına akışlarıyla dağıtılan malzeme türüyle, hem de bağıl olarak sürekli olarak gelişen çökelim tarafından kontrol edildiğini belirtmektedir. Johnson (1993), çökelme sonrasında çökelme ortamının önemli değişikliklere maruz kalabileceğini belirtmektedir. Davies ve Ethridge (1975) ise, yalnızca bileşime bağlı kalarak güncel ve eski çökellerde akarsu, delta ve plaj kumlarının ayrılabilceğini ve kompozisyonun depolanma ortamının özeliliklerini yansıtacağını belirtmektedirler.

Hatıplar üyesinde gerçekleştirilen fasiyeler analizi çalışmasından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiş:

- (a) Hatıplar üyesi istifi; sahip olduğu farklı sedimanter yapı, doku, litolojik özellikleri ve depolanma ortamlarına göre üç litofasiyeye ayrılmıştır.
- (b) Eosen (Lütesyen) yaşılı Hatıplar üyesinde tanımlanan bu fasyeler, sıç denizel bir çökelme ortamında ve bu ortamın değişik kesimlerinde, farklı taşınma ve çökelme süreçleri sonucunda oluşmuştur.
- (c) Hatıplar üyesinde gözlenen hamaksı ve tümseksi çapraz tabakalanma, tempestit ve gecikme çökeli gibi sedimanter yapılar Hatıplar üyesi istifinin çökelimi sırasında depolanma ortamında zaman zaman fırtına süreçlerinin etkin olduğunu göstermektedir.
- (d) Çökelme ortamında etkin olan depolanma süreçleri, çökellerde gelişen sedimanter yapıyı ve dokuyu olduğu kadar litolojilerinin mineralojik bileşimlerini de kontrol etmeyecektir ve belirlemektedir.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, bu çalışmanın yürütülmesi sırasında sağladıkları bilimsel ve maddi katkılarından dolayı basta Dr. Murat NURLU ile Yüksek Mühendis Vedat ÖZSARAÇ'a teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Aigner, T., and Reineck, J.E., 1982. Proximity trends in modern storm sands from the Heligoland Bight (North Sea) and their implications for basin analysis. *Senckenbergiana Marit.*, 14:183-215.
- Aydin, M., Serdar, H.S., Şahintürk, Ö., Yazman, M., Çokuğraş, R., Demir, O. ve Özçelik, Y., 1987. Çamdağ (Sakarya) Sünnicedağ (Bolu) yörensinin jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 30, 1-14.
- Bourgeois, J., 1980. A transgressive shelf sequence exhibiting hummocky cross stratification: the Cape Sebastian Sandstone (Upper Cretaceous), southwestern Oregon. *Journal of Sedimentary Petrology*, 50, 681-702.
- Brenchley, P.J., 1985. Storm influenced sandstone beds. *Modern Geology*, 9, 369-396.
- Colquhoun, G.P., 1995. Siliciclastic sedimentation on a storm- and tide- influenced shelf and shoreline: the Early Devonian Roxburg Formation, NE Lachlan Fold Belt, southeastern Australia. *Sedimentary Geology*, 97, 69-98.
- Davies, D.K., and Ethridge, F.G., 1975. Sandstone composition and depositional environment. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 59, 239-264.
- Dott, R.H., JR., and Bourgeois, J., 1982. Hummocky stratification: significance of its variable bedding sequences. *Geological Society of America Bulletin*, 93, 663-680.
- Doyle, L.J., and Roberts, H.H., 1983. American Association of Sedimentologists and Society of Economic Paleontologists and Mineralogists: Carbonate to clastic facies change I: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 67, 404.
- Görmüş, S., 1982. Yiğılca (Bolu KB) yörensinin stratigrafisi. *Yerbilimleri*, 9, 91-110.
- Harms, J.C., Southard, J.B., Spearing, D.R., and Walker, R.G., 1975. Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Short Course Notes*, No.2, 161p.
- Hayes, M.O., 1967. Hurricanes as geological agents: case studies of Hurricane Carla, 1961 and Cindy, 1963. *University of Texas, Austin, Bureau of Economic Geology, Report of Investigation No. 61*, 54 p.
- Ilgar, A., 1996. Gümüşova (Adapazarı doğusu) yörenindeki Paleojen yaşılı volkaniklastik ve epiklastik kayaçların sedimentolojik incelemesi. *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Mühendislik Tezi*, 90 s.
- Ilgar, A. ve Şahbaz, A., 1997. Kusuri Formasyonu'nun fasyes toplulukları (Batı Pontidler; Paleojen, Türkiye). *Yerbilimleri*, 19, 1-15.
- Johnsson, M.J., 1993. The system controlling the composition of clastic sediments. *Geological Society of America, Special Paper* 284, 1-19.
- Kaya, O. ve Dizer, A., 1982. Bolu kuzeyi Üst Kretase ve Paleojen kayalarının stratigrafi ve yapısı. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 97/98, 57-77.
- Kelling, G., and Mullin, P.R., 1975. Graded limestones and limestone - quartzite

- couplets: Possible storm-deposits from the Moroccan Carboniferous. *Sedimentary Geology*, 13, 161-190.
- Ketin, I., 1955. Akçakoca-Düzce Bölgesinin jeolojik lôvesi hakkında memuar. M.T.A. Raporu, Arşiv No. 2277, 35 s (yayınlanmamış).
- Ketin, I. ve Gümüş, O., 1962. Sinop, Ayancık ve güneyinde III. Bölgeye dahil sahaların jeolojisi hakkında rapor. Türkiye Petrolleri A.O., Arama Grubu, Rapor No.213, 83 s (yayınlanmamış).
- Markello, J.R., and Read, J.F., 1981. Carbonate ramp-to-deeper shale shelf transitions of an Upper Cambrian intrashelf basin: Nolichucky Formation, southwest Virginia, Appalachians. *Sedimentology*, 28, 573-597.
- McIlreath, I., and Ginsburg, R.N., 1982. Mixed deposition of carbonate and siliciclastic sediments. In Abstracts of Eleventh International Congress on Sedimentology, Utrecht, International Association of Sedimentologists, 109-113.
- Mount, J.F., 1984. Mixing of siliciclastic and carbonate sediments in shallow shelf sediments. *Geology*, 12, 432-435.
- Mount, J.F., 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first-order textural and compositional classification. *Sedimentology*, 32, 435-442.
- Nelson, C.H., 1982. Modern shallow water graded sand layers from storm surges, Bering shelf: a mimic of Bouma sequences and turbidite systems. *Journal of Sedimentary Petrology*, 50, 537-545.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., and Siever, R., 1987. *Sand and Sandstone*. 2nd edition, SpringerVerlag, 553 p.
- Saito, Y., 1989. Modern storm deposits in the inner shelf and their recurrence intervals, Sendai Bay, Northeast Japan. *Sedimentary Facies in the Active Plate Margin*, A. Taira and F. Masuda (eds.), 331-344.
- Tucker, M., 1982. Storm-surge sandstones and the deposition of interbedded limestone: Late Precambrian, southern Norway. In *Cyclic and Event Stratification*, G. Einsele, and A. Seilacher (eds.), Berlin, Springer-Verlag, 363-370.
- Walker, R.G., 1979. Shallow marine sands. In *Facies Models*, R.G. Walker (ed.), Geoscience Canada Reprint Series, I, 75-89.
- Walker, R.G., 1984. Shelf and shallow marine sands. In *Facies Models*, R.G. Walker (ed.), 2nd ed., Geoscience Canadian, Report Series, I, 141-170.
- Walker, R.G., 1985. Comparision of shelf environments and deep-basin turbidite systems. Shelf sands and sandstone reservoirs. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, R.W.Tillman, D.J.P.Swift, R.G.Walker, (eds.), Short Course Notes, No.13, 465-502.
- Yazman, M. ve Çokuğraş, R., 1983. Adapazarı, Kandıra, Düzce, Akçakoca yerleşim merkezleri ile sınırlı alanın jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. Türkiye Petrolleri A.O., Arama Grubu, Rapor No.1747,116 s (yayınlanmamış).
- Zuffa, G.G., 1980: Hybrid arenites, their composition and classification. *Journal of Sedimentary Petrology*, 50, 21-29.