

KOCASU VE GÖNEN ÇAYI DELTALARININ (MARMARA DENİZİ GÜNEY KIYILARI) GÜNCEL MORFOLOJİLERİ VE TORTUL FASİYESLERİ

Nizamettin KAZANCI* , Ömer EMRE**, Tevfik ERKAL", Özden İLERİ*, Mustafa ERGİN* ve Naci GÖRÜR***

ÖZ.- Kocasu ve Gönen çayı güney Marmara bölgesinin iki büyük akarsuyu olup birbirinden 80 km aralıkla denize ulaşırlar. Boşalttıkları su ve taşıdıkları tortul yükün önemli miktarı, yörede yarı kurak iklim şartlarının egemen olması dolayısıyla yağışlı kış aylarında gözlenmektedir. Bu iki akarsu, taşıdıkları tortul yüke uygun olarak, morfolojik bakımdan farklılık gösteren ayrı delta sistemleri oluşturmuşlardır. Gönen çayı deltası 5.5 km kadar ilerlemesi ve toplam 28 km² su dışı düzlüğü olan lobsu akarsu egemen bir tortul birikimdir. Menderesli dağıtım kanalları ve bir çok ufak lagün gölü delta düzlüğünün asıl elemanlarıdır. Taşınan kırıntıların büyük oranda yatak yükü olması sebebiyle üçgensel delta düzlüğü gelişmekte ve günümüzde hafifçe doğuya doğru ilerlemektedir. Su dışı delta düzlüğü, 6 m kotunun teşkil ettiği basamakvari bir topografya ile ikiye bölünmüştür. DSi ce delta düzlüğünün karaya yakın tarafında yapılan sondajlarda 65 m tortul kesilmiştir. Delta düzlüğünün tortullarının kalınlığı ise 6 m civarındadır. Kocasu deltası bozucu-yıkıcı süreçlerin belirgin olduğu, çamur egemen, basık, uzunlamasına bir tortul birikimdir. Toplam 3,5 km ilerlemesi, 48 km² su dışı düzlüğü olan dalga kontrollü bir deltadır. Delta üzerinde dağılım kanalı yoktur ve düz uzanımlı tek ana kanal ile oluşturulmaktadır. Deltanın oldukça fazla olan yanal büyümesi, yörede baskın olan kuzeydoğu rüzgârlarının oluşturduğu dalgalar ile sağlanmaktadır. Güncel delta düzlüğünde akarsu çökelleri çok az veya yoktur, iki lagün gölü, bataklıklar, bataklık kum sırtları, kumullar ve uzun kumlu plaj deltanın görünen elemanlarıdır. 4 m kotu, Gönen çayı deltasında olduğu gibi delta düzlüğünü, göreceli eski ve yeni olarak iki kısma ayırır. Deltanın toplam kalınlığının grafik hesaplama ve karşılaştırmalarla 55-60 m kadar olduğu tahmin edilmektedir. Her iki delta kara yönünde aktif sağ yanal, doğrultu atımlı faylara yaslanmıştır. Depolanma sahaları da denize kadar inen temel kayaları ile sınırlıdır. Bilhassa Kocasu deltasında bu sınırlanmalar çok keskin-dir. Drenaj alanının morfolojisi, Kocasu ve Gönen çayı deltalarının eş yaşta oluştuklarını ve muhtemelen erken Holosen'de ilerlemeğe başladıklarını göstermektedir. Delta düzlüklerindeki basamaklı durum, denizin bugünkü düzeyine, son iklimatik optimum-da ulaştığının belirteci olabilir. Daha sonraki küçük ve lokal deniz seviyesi değişimleri, Kocasu deltasında uzun bataklık kum sırtlarının varlığı ile kendisini gösterir. Bu lokal değişimler deltanın üzerine yaslandığı fayın tesiriyle olabilir. Güncel deniz seviyesi son bin yıldır durağanlık dönemindedir.

GiRİŞ

Deltalar, kıyı ile kıyı gerisindeki aşınma-taşınma olaylarının dengesinin kurulduğu ve bu denge neticesi büyük boyutlarda depolanmanın olduğu birikim sistemleridir. Tortul sağlayan/üreten drenaj alanının iklimi, morfoloji ve tektonizması ile birlikte, kıyı yüzünün eğimi ve buradaki enerjiye göre çeşitli tiplerde delta sistemleri gelişebilmektedir (Coleman ve Roberts, 1988; Orton ve Reading, 1993). Dolayısıyla, yaşlı veya güncel deltalar oluşum dönemindeki kıyı ve kıyı gerisi şartlar hakkında bilgi verirler. Güncel deltalar, bir kısım delta yapıcı etkenlerin gözlenebilir veya izlenebilir oluşu nedeniyle, hem yakın geçmişteki jeolojik durumu sergilemekte ve hem de yaşlı delta fasiyeslerinin daha kolay yorumlanmasına yardım etmektedirler (Whateley ve Pic-

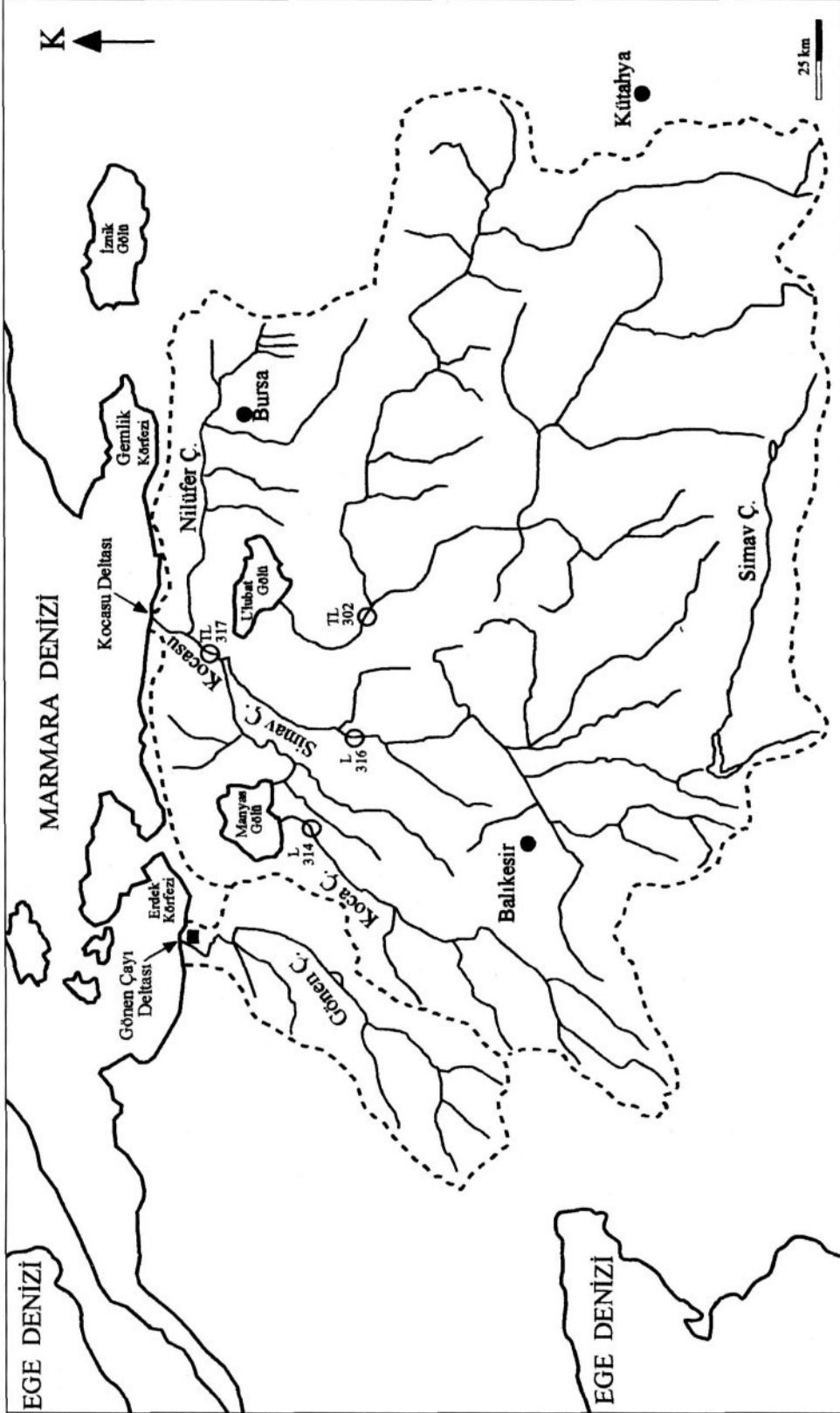
kering, 1989; Oti ve Postma, 1995). Kocasu ve Gönen çayı deltaları her iki amaca hizmet edebilecek tipik örneklerdir. Bunlar Marmara denizinin güney kıyılarında (Şek.1) en az Geç Kuvaterner'den beri gelişmekte olan deltaların güncel temsilcileridir. Bu çalışmada adı geçen iki deltanın güncel morfolojileri ile su dışı düzlüklerinde gözlenen tortul fasiyesler tanıtılacak ve oluşumlarına tesir eden süreçler tartışılacaktır.

Kocasu ve Gönen çayı deltalarının birikim yeri olan Marmara denizinin güncel fiziksel yapısı nispeten iyi bilinmektedir (Özsoy ve diğerleri, 1986; Beşiktepe, 1991; Ergin ve diğerleri, 1991, 1994, 1996). Tartışmalar bu denizin açılması, oluşumu ve Kuvaterner'deki gelişimi üzerine yoğunlaşmıştır ve henüz fikir birliği yoktur (Ardel, 1957; Stanley ve Blanpied,

* Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Beşevler/Ankara.

** Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Dairesi, 06520, Ankara.

*** İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 80626 Maslak/İstanbul.



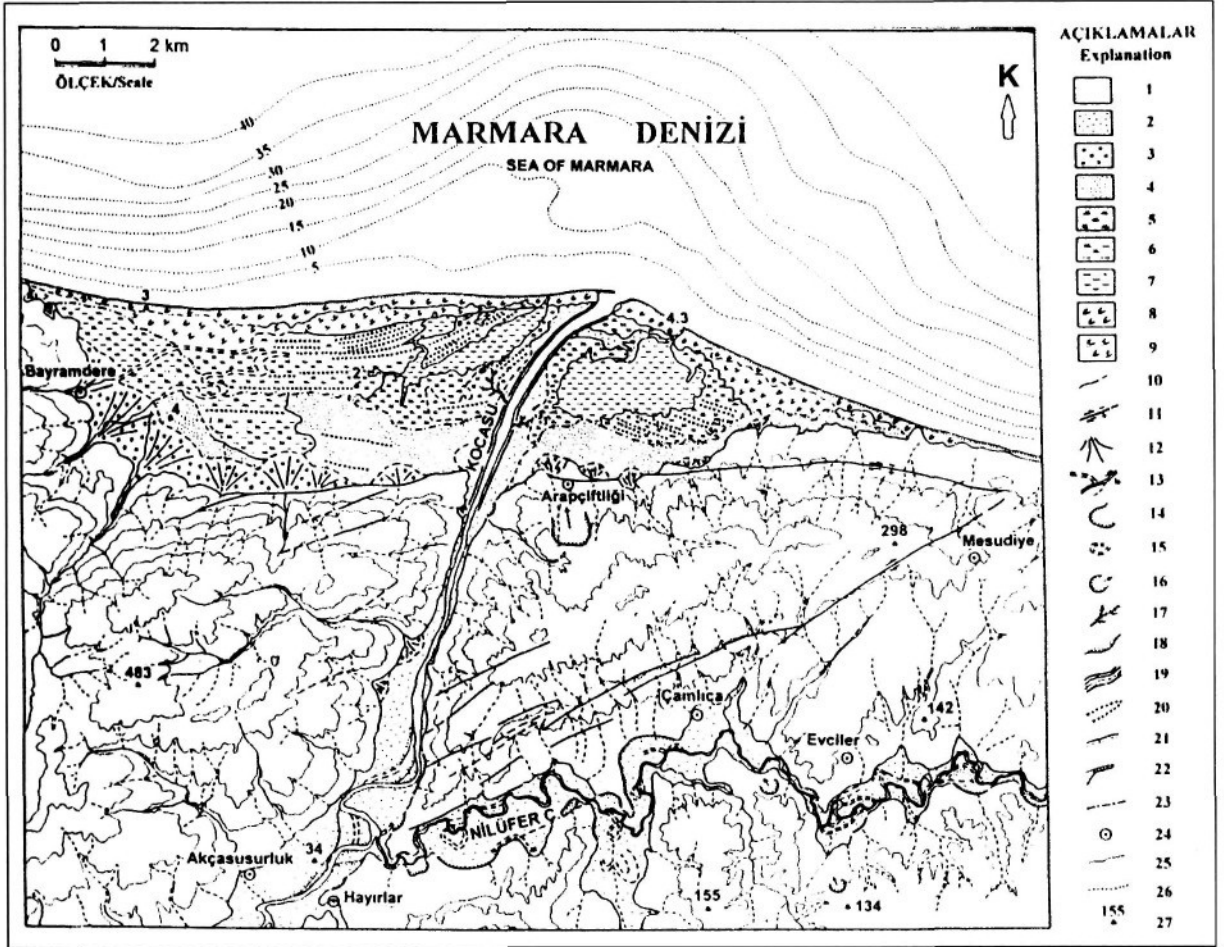
Şek. 1- Güney Marmara deltalarının drenaj alanları.

○ 317 EIE gözlem istasyonları, ■ DSI sondajları.

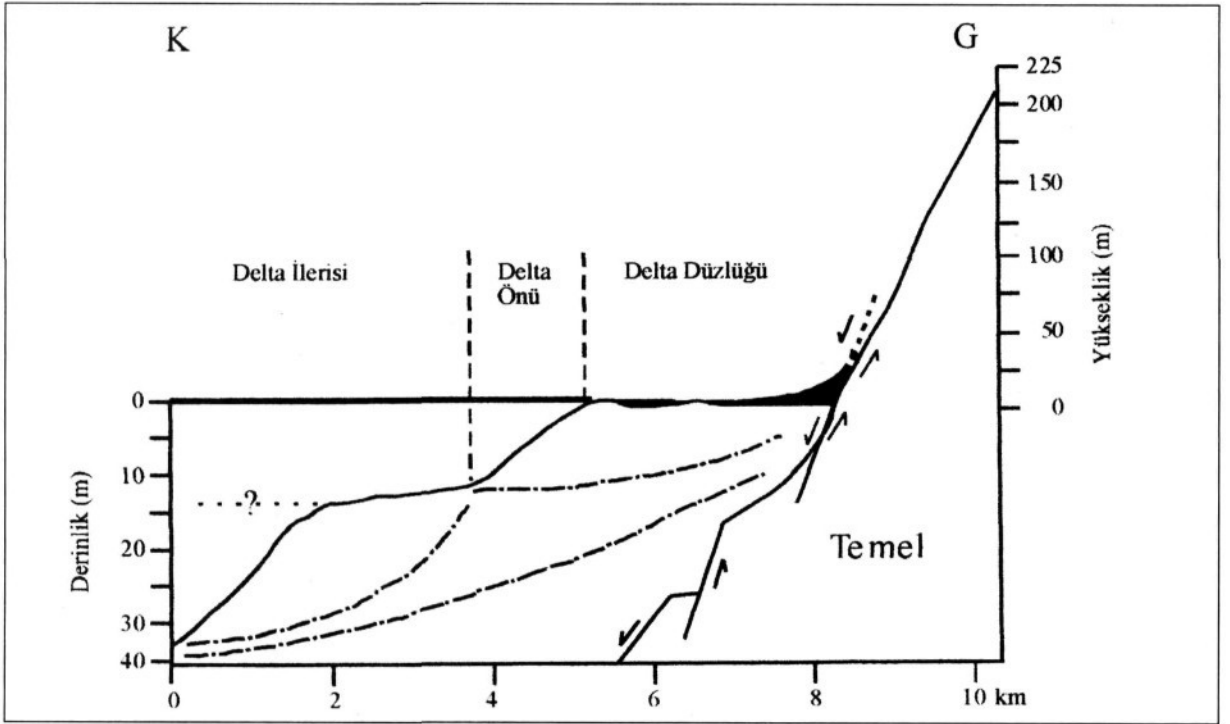
1980; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Şengör ve diğerleri, 1985; Emre ve diğerleri, 1997 a; Görür ve diğerleri, 1997 a,b). Aynı şekilde güney Marmara bölgesinin Neojen ve Kuvaterner'deki evrimi üzerinde de görüşler farklıdır (Emre ve diğerleri, 1997 a, b, 1998). Bu çalışmaya konu edilen deltalar, en azından Kuvaterner'deki jeolojik gelişmelerin kayıtları durumundadır ve üç boyutlu incelemeleri, Marmara denizinin evrimini ortaya koyabileceklerdir.

Kocasu deltası (Şek. 1 ve 2), tortul yapısı itibarıyla çamur-egemen, geometrisi bakımından basık-

üçgens, süreçleri itibarıyla de dalga-egemen bir deltadır. Gönen çayı deltası Kocasu'dan 80 km kadar daha batıda bulunur. Loblu ve/veya üçgens geometride, akarsu-egemen bir tortul prizmasıdır (Şek. 1 ve 3). Tortul fasiyesleri bakımından iki deltada kısmî benzerlik vardır. Bu çalışmanın amacı, aynı deniz içinde oluşmalarına rağmen fasiyes dağılımı ile geometrileri açısından farklı bu iki deltayı karşılaştırarak incelemek, benzerlik ve ayrılıkları süreçleriyle birlikte ortaya koymaktır. Bu deltalar hakkındaki mevcut bilgi, Marmara denizi kıyılarının morfolojik özellikleri gözden geçirilirken verilen ta-



Şek. 2- Kocasu deltasının Kuvaterner jeoloji ve jeomorfoloji haritası. 1) Deltayı çevreleyen aşınım alanı, 2) Taşkın ovası çökelleri, 3) Yelpaze çökelleri, 4) Kumlu delta çökelleri, 5) Yeni bataklık çökelleri, 6) Eski bataklık, 7) Lagün, 8) Güncel kumul, 9) Eski kumul, 10) Dokanak, 11) Fay, (oklar hareket yönünü, (-) ve (+) topoğrafik olarak düşen ve yükselen bloğu gösterir), 12) Alüvyon yelpazesi, 13) a) Eski akarsu yatağı, b) Güncel akarsu yatağı, 14) Eski menderes yeniği, 15) Kopuk menderes, 16) Heyelan, 17) Krevas, 18) Burunseti deposu, 19) Akarsu ve levesi, 20) Kumsal sırtları, 21) Kumsal, 22) Kıyı oku, 23) Eski ve yeni delta sınırı, 24) Yerleşim yeri, 25) Eşyüksekti eğrisi (100 m de bir geçirilmiştir), 26) Eş derinlik eğrisi, 27) Yükselti.



Şek. 3- Kocasu deltasının su dışı ve su altı topografyası. 10-15 m arasındaki plâtforma dikkat ediniz (?) işareti ve noktalı kesik çizgiler deniz seviyesine bağlı olası eski deltayik oluşumları göstermektedir.

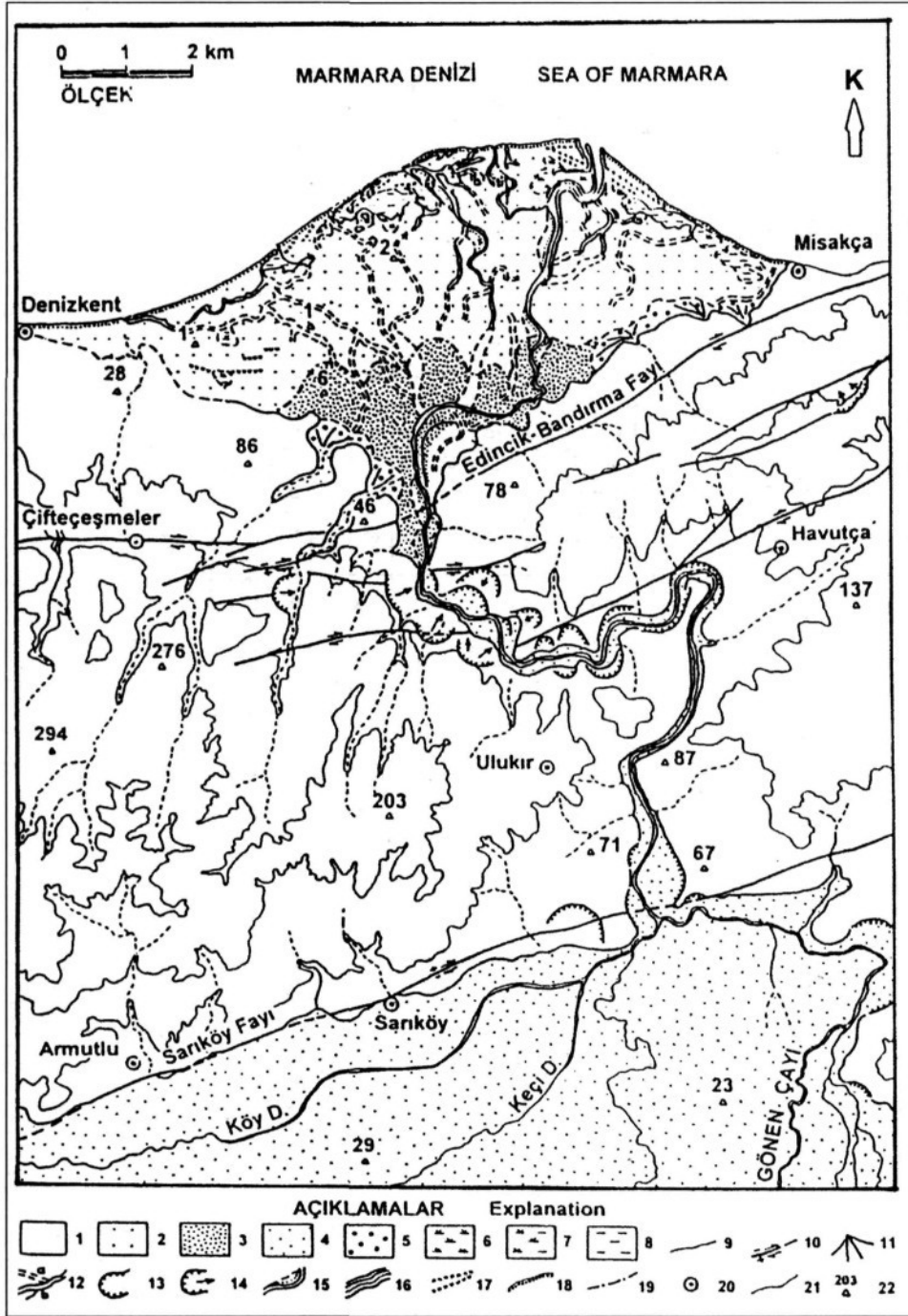
nımlardan ibarettir (Ardel, 1957, 1968; Erinc, 1957; Erol, 1969, 1991). Sistematiik bilgi, Ulusal Deniz Araştırmaları Programı'nın oluşturulmasından sonra toplanmağa başlamıştır (Kazancı ve diğlerleri, 1997a, b).

Kocasu ve Gönen çayı deltalarının drenaj alanları aktif tektoniğin etkisinde olduğu gibi (Şaroğlu ve diğlerleri, 1987; Emre ve diğlerleri, 1997a) her iki delta aktif fay sarplıkları önünde gelişmektedir (Şek. 2 ve 4). Bu özellikleriyle Kocasu ve Gönen çayı deltaları, tektonik tesirlerin yalnız tortul sağlanırlığına değil, deniz seviyesi değişmesine doğrudan etkilerini ortaya koyan güzel örneklerdir. Yelpaze deltalarında sık rastlanan fakat akarsu deltalarında nadir izlenebilen bu durum Kocasu ve Gönen çayı deltalarını eşdeğerlerinden ayıran önemli özelliktir. Bu nedenle delta düzlüğü fasiyeslerinde aktif tektonizmanın etkileri irdelenmeğe çalışılacaktır.

İNCELEME YÖNTEMİ

Kocasu ve Gönen çayı deltalarının saha incelemeleri büyük ölçüde 1996 yaz aylarında yapılmıştır. Hava fotoğraflarından yararlanılarak fasiyes sı-

nırları çizilmiş ve her bir fasiyesin yüzeylemiş kısımlarından tortul örnekleri alınarak rutin sedimantoloji incelemelerine tâbi tutulmuştur. Örtülü kısımlar bitki türlerine göre güncel ve eski bataklık olarak ayrılmıştır. Önceki yıllara ait farklı topoğrafik harita, uyd u ve hava fotoğrafları karşılaştırılarak fasiyeslerin değişim hızları tahmin edilmeğe çalışılmıştır. Delta önü ve delta ilerisi hakkındaki yorumlar önceki çalışmalardan sağlanmıştır. Deltalara tortul taşınması ve yıllık su boşalmaları ile ilgili bilgiler Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nin (EİE) 1993 ve 1996 tarihli gözlem kataloglarından alınmıştır. Bu veriler meteoroloji kayıtları ile karşılaştırılarak yağışlı dönem, kurak dönem, maksimum ve minimum tortul yük, denüdasyon, toplam yük vb. hesaplamalar yazarlar tarafından yapılmıştır (Çizelge 1 ve 2). Hesaplamalarda EİE'nin 210, 317 ve 321 no.lı istasyonları esas alınmıştır (Şek. 1). Bu gözlem yerleri deltalardan 10-25 km daha geridedir. Ancak bu arada önemli yan kol kavuşmaları olmaması nedeniyle bu değerler asıl boşalım gibi değerlendirilmiştir. Gerçek boşalım ve tortul yük verilenlerden biraz daha yüksek olabilir (Çizelge 2).



Şek. 4- Gönen çayı deltasının Kuvaterner jeoloji ve jeomorfoloji haritası. 1) Deltayı çevreleyen aşınım alanı, 2) Yeni delta çökelleri, 3) Eski delta çökelleri, 4) Taşkın ovası çökelleri, 5) Yelpaze çökelleri, 6) Yeni bataklık, 7) Eski delta, 8) Lagün, 9) Dokanak, 10) Fay, (oklar hareket yönünü, (-) ve (+) topoğrafik olarak düşen ve yükselen bloğu gösterir), 11) Alüvyon yelpazesi, 12) a) Eski akarsu yatağı, b) Güncel akarsu yatağı, 13) Eski menderes yeniği, 14) Heyelan, 15) Burunseti deposu, 16) Akarsu ve levesi, 17) Kumsal sırtları, 18) Kumsal, 19) Eski ve yeni delta sınırı, 20) Yerleşim yeri, 21) Eşyükselti eğrisi (100 m de bir geçirilmiştir), 22) Yükselti.

Çizelge 1- Güney Marmara bölgesinin iklim özellikleri (Meteoroloji Bülteni, 1984). BUR = Bursa, BAN = Bandırma, ÇAN = Çanakkale Meteoroloji İstasyonları, TEK = Tekirdağ, F = Florya, ORT = Ortalama, Yağış ve sıcaklık için parantezler arasındaki yıl değerleri gözlem süresidir.

İSTASYON ve ELEMEN	A Y L A R												YILLIK
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
BUR YAĞIŞ (50 yıl)	92.0	77.6	74.2	61.4	51.8	30.3	24.6	19.9	41.0	58.9	81.0	107.5	720 mm TOP
BUR SICAKLIK (52 yıl)	5.1	6.1	8.1	12.6	17.3	21.6	24.1	23.8	19.7	15.4	11.2	7.3	14.4 °C ORT
BAN YAĞIŞ (31 yıl)	98.3	84.3	70.6	51.3	33.7	25.0	13.7	15.3	34.2	66.1	91.7	121.3	705.7 mm TOP
BAN SICAKLIK (31 yıl)	5.2	6.2	7.5	11.9	16.6	21.0	23.4	23.5	20.1	15.6	11.4	7.6	14.2 °C ORT
ÇAN YAĞIŞ (50 yıl)	97.6	71.5	66.5	39.6	28.9	23.3	11.2	8.4	23.7	45.6	85.6	105.0	606.9 mm TOP
ÇAN SICAKLIK (50 yıl)	5.9	6.5	8.0	12.3	17.2	21.8	24.6	23.9	19.7	15.6	11.8	81.0	14.6 °C ORT
ORT YAĞIŞ mm	96.0	77.8	70.4	50.8	38.1	26.2	16.5	14.5	33.0	56.9	86.1	111.3	677.6 mm
ORT SICAKLIK °C	5.4	6.3	7.8	12.3	17.0	21.9	24.0	23.7	21.2	14.8	11.4	7.7	14.4 °C
YAĞIŞLI DÖNEM (KASIM + ARALIK + OCAK + ŞUBAT + MART) TOPLAMI = 441.6 mm/yıl													
KURAK DÖNEM (NİSAN + MAYIS + HAZİRAN + TEMMUZ + AĞUSTOS + EYLÜL + EKİM) TOPLAMI = 236 mm													
TEK RÜZGAR	ORTALAMA RÜZGÂR HIZI 4 m/s												
F RÜZGAR	KUVVETLİ RÜZGÂR HIZI 8 m/s, max. 25 m/s												
BANDIRMA ve ÇANAKKALE'DE 25° KD RÜZGÂRLARI YIL TOPLAMININ % 60'INI TEŞKİL EDER													

Çizelge 2- Kocasu ve Gönen deltalarının drenaj havzası, akarsu rejimi ve delta ortalamalarına ait veriler.

ÖZELLİK	KOCASU	GÖNEN ÇAYI
DRENAJ HAVZASI		
Alan (km ²)	27600	2174
Kanal Uzunluğu (km)	321	134
AKARSU EĞİMİ		
Akarsu Vadisi	% 008	% 011
Deltadaki Eğim	% 01.13	% 01.66
BOŞALIM		
Ölçüm Yeri	EİE İst No 317,321	EİE İst. No 210
Yıllık Ortalama Boşalım (m ³ /s)	158.5	17.0
Anlık minimum (m ³ /s)	7.07	0.024
Anlık maksimum (m ³ /s)	1322.0	911.0
TORTUL TAŞINMASI		
Asılı yük (%)	90	92
Yatak Yükü (%)	10	8
Kurak dönemde ortalama konsantrasyon (ppm)	103.6	67.3
Yağışlı dönemde ortalama konsantrasyon (ppm)	276.7	122.4
Toplam tortul yük (ton/gün)		
Yağışlı dönemde	5.468	0.841
Kurak dönemde	0.423	0.0172
DELTA BOYUTLARI		
Maksimum kıyı uzunluğu (km)	21	13
Su dışı yüzölçümü (km ²)	48	28
Su dışı maksimum ilerleme (km)	3.5	5.5
DALGA DURUMU		
Karakter	olağan	olağan
Yaz ayları hâkim yönü	Ekseri GB	Ekseri GB
Kış ayları hâkim yönü	KD	KD
Maksimum-Minimum dalga boyu (m)	2 - 0.5	2 - 0.5
AKINTI DURUMU		
Gelgit akıntısı	?	?
Kıyı boyu akıntıları	?	?
Diğerleri		

DELTALARIN OLUŞUMUNU ETKİLEYEN KIYI GERİSİ ÖZELİKLER

Kocasu ve Gönen çayı deltalarının drenaj alanı olan güney Marmara bölgesi, yarı kurak iklim şartları altında ise de Türkiye ortalamasının üzerinde yağış alır (Çizelge 1). Yağışlı dönem (Aralık-Nisan; ortalama 450 mm/yıl) aynı zamanda yüksek derecede rüzgârlıdır (ort. 8 m/s). Kurak dönemde (Mayıs-Kasım) ortalama yağış 236 mm/yıl olup rüzgâr bakımından da nispeten sakin (ort. rüzgâr hızı 2-4 m/s). Son on yılda yağışlı dönemin gittikçe yaz aylarına kaydığı gözlenmekte ise de henüz ortalama etkileyecek ölçüde değildir. Bandırma ve Çanakkale meteoroloji istasyonlarında yıl boyunca, orta ve yüksek şiddetli rüzgârların %60 nispetinde 25°KD yönünden estiği ölçülmüştür (Meteo. Bült., 1974, 1984). Rüzgâr yönlerinin büyük ölçüde çevre morfolojisi ile özellikle de boğazlarla kontrol edildiği düşünülmektedir (Özsoy ve diğerleri, 1986; Beşiktepe, 1991). Deltalar için tortul sağlayan yağışların kış aylarında artmasına karşın birikmiş tortulları dağıtan rüzgârların da aynı döneme rastlamasının delta ilerlemesini kısıtladığı varsayılabilir.

Kocasu ve Gönen çayı (deltalar oluşturan iki akarsu), tüm güney Marmara bölgesinin yaklaşık 2/3 lük bölümü ile kuzey Ege'nin bir kısmının sularını toplarlar (Şek. 1). Drenaj ağı ana hatları ile doğu kesimlerde tektonik kontrolü yansıtan kafesli, batıda ise çizgisel tiptedir (Şek. 1).

Kocasu

Ana kanal uzunluğu 321 km olan bu akarsu, göller dahil drenaj alanı 27 600 km² dir. Simav çayı, Orhaneli çayı, Mustafakemalpaşa çayı, Kocaçay, Nilüfer çayı başlıca büyük yan kollarıdır. Akım yolları üzerindeki Ulubat ve Manyas gölleri tortul tutan ana birikim yerleridir. Ayrıca, Simav çayı üzerinde iki adet sulama göleti bulunmaktadır ve ara tortul havuzu görevi yaparlar.

Kocasu'nun drenaj alanında çoğunlukla Neojen yaşlı sedimanter ve volkano-sedimanter birimler yüzeylenmiştir. Bu birimler üzerinde topraklaşma nispeten hızlıdır. Akaçlama ağı göreceli sık, topografya yayvan, morfolojik yarılma fazladır. Drenaj alanında daha az yüzeyleşmiş bulunan Neojen öncesi

kaya toplulukları üzerinde, akarsu fay hatlarını izler ve topografya nispeten sarptır. Ovalar dışında, akarsu vadileri yüksek açılı yamaçlara sahiptir.

Kocasu'nun (+ Nilüfer çayı) uzun yıllar ortalamasına göre akımı 158.5 m³/sn dır. Son 28 yılda maksimum 1322 m³/sn, minimum 7.07 m³/sn anlık debi ölçülmüştür. (EİE, 1996). Bu aşırı fark yarı kurak iklimi ve sellenmeli akış rejimini temsil eder. Deltaya yakın kesimlerde (317 no.lu EİE istasyonu) Kocasu'nun çok fazla askı yüküne karşın çok az yatak yükü taşıdığı gözlenmiştir (Çizelge 2). Bunun temel sebebi, ovalardaki menderesli kanallarda ve özellikle Manyas ve Ulubat göllerinde yatak yükünün tutulmasıdır. Aşağı yatak bölgelerindeki geniş alüvyon dolgu ile göllerde hızlı ilerleyen deltaların varlığı, bu durumun deltanın oluşmağa başladığı, Geç Pleistosen'den beri sürdüğünü düşündürmektedir (Emre ve diğerleri, 1997 b).

Kocasu, denize kavuşmadan önce 8 km uzunluktaki Karacabey boğazını geçer. Bu boğaz metamorfik temel kayalarının D-B uzanımına dik yönde açılmış, âdeta temele saplanmış. Gemlik-Bandırma arasında kıyıların falezli oluşu ve tüm güney Marmara bölgesi drenajının denize ulaştığı tek geçitin bu boğaz olması nedeniyle, yöre morfolojisinin gelişiminde önemli rolü olmalıdır (Erinç, 1957; Emre ve diğerleri, 1997 a, b). Boğazın genişliği 150-1500 m arasında değişir ve tabanı Kocasu'nun alüvyonları ile düzleşmiştir. Nehir kendi alüvyonlarını halen 1.5-4.5 m kadar yarmış olup menderesli dar bir kanalda akmaktadır. Boğazdan daha güneyde, denizden 16 km kadar içerdeki EİE 317 no.lu istasyonda Kocasu'nun kotu 2 m dir. Bu uzunca mesafede çok sakin bir akış söz konusudur. Boğaza girişte Kocasu'ya katılan Nilüfer çayı, genç tektoniğin tesirlerini yansıtan drenaj ağına sahiptir (Erkal ve Emre, 1997). Bu akarsu yağışlı dönemde yatak yükü taşır, kurak dönemde ise Bursa yöresinin atık kanalı halindedir.

Gönen çayı

Erdek körfezine dökülen ve Gönen çayı deltasını oluşturan bu akarsu bir ana kol ve üç yan koldan meydana gelir (Şek. 1). Drenaj alanı 2174 km², ana kol uzunluğu 134 km, doğduğu yerde rakım 850 m dir. Ana kol Yenice-Gönen fayı, yan kollar ise Sarı-

köy fayı ve Pazarköy fay zonunda açılmış vadilere yerleşmiştir (Şaroğlu ve diğerleri, 1992). Gönen çayı profili boyunca basamaklı gidişe sahiptir. 210 no.lu EİE istasyon verilerine göre ortalama debi $14.2 \text{ m}^3/\text{s}$ (Çizelge 2 de yan kollar dikkate alınarak $17 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak verilmiştir), maksimum ve minimum anlık debiler ise sırasıyla $911 \text{ m}^3/\text{s}$ ve $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ dir. Drenaj alanının litolojisi Kocasu ile benzeşir. Neojen volkanitleri daha yaygındır.

Gönen çayı da Kocasu gibi Marmara denizine ulaşmadan önce Gönen ve Sarıköy yöresinde geniş bir taşkın ovasını kateder ve saplanmış gömük mendereslerin oluşturduğu bir boğazla Marmara denizine ulaşır (Şek. 4). Aktif faylarla sınırlanmış olan bu ovalardaki (Şaroğlu ve diğerleri, 1992) alüvyon kalınlığı 50 metre dolayında olup deltanın tortul kalınlığı ve aynı zamanda Karacabey ovasındaki alüvyon kalınlığına yakın değerdedir.

Kocasu ve Gönen çayı deltalarının tortul bakımından beslenmesi yağışlı kış aylarına tekellenmiş gözükmemektedir (Çizelge 2 ve 3). Kocasu drenaj alanında yağışlı ve kurak dönem denüdasyonu 0.072 ile 0.0056 ton/km²/yıl, Gönen çayı alanında ise 0.141 ile 0.003 ton/km³/yıl gibi birbirinden çok uzak değerlerdedir ve kurak dönemlerdeki tortul taşınması ihmal edilecek kadar azdır (Çizelge 3). Bununla birlikte, aynı iklim kuşağında olmasına karşılık, Gönen çayı bölgesinde denüdasyon hızının (tortul sağlanırlığı) çok daha yüksek, hemen hemen Kocasu'nun iki katı oluşu dikkat çekicidir. Bunun temel nedeni Gönen çayı drenaj alanının orta ve yukarı bölümlerinin tektonikçe daha aktif bir kuşakta yer alması, ana ve yan kolların doğrudan aktif fay zonlarına yerleşmiş olmasıdır. Bu yüksek tortul sağlanırlığı, daha küçük drenaj alanına sahip olmasına karşılık, Gönen çayı deltasının, Kocasu'ya göre neden

daha fazla ilerlediğinin ve Marmara denizinde belirgin loblu kıyı oluşturduğunu açıklamaktadır, ilâveten, yatak yükünün göllerde tutulması Kocasu deltası aleyhine bir beslenme yaratmaktadır.

KOCASU DELTASI

Fizyografi

Güncel Kocasu deltası fay sarplığı önünde, iki tarafta denize kadar uzanan temel kayaların sınırladığı bir alanda ilerlemektedir (Şek. 2). Doğuda Gemlik, batıda Bandırma körfezi ile 20 km kadar kuzeydeki İmralı adasının denizel dinamikleri ne ölçüde değiştirdiği ve bunların delta oluşumuna tesirleri belli değildir. Deltayı oluşturan akarsu temel kayaları içine gömülmüş yaklaşık 8 km uzunluğundaki Karacabey boğazını geçerek tek ağızdan denize ulaşır. Meydana getirdiği deltanın su dışı düzlüğü yaklaşık 48 km² dir.

Kocasu deltası 21 km lik kıyı uzunluğuna sahiptir. En geniş yerinde 3.5 km olup batıdan doğuya doğru daralan bir geometrisi vardır. Kocasu, delta üzerinde sağa bükümlü dar bir kanalda akar ve deltayı iki kısma ayırır (Şek. 2). Mevsimlik gelişen yarıklar dışında, güncel ve/veya aktif dağıtım kanalı yoktur. Kocasu'nun delta üzerindeki kanal uzunluğu 4.5 km dir. Kanalın ayırdığı batıdaki delta parçası doğudakinden daha büyüktür. Delta ilerlemesi en fazla güncel ağız bölümündedir (Şek. 2). Akarsu boşalım ağzının iki yanında, düzensiz geometri iki lagün vardır ve bunların zaman içinde konumları değişebilmektedir. Delta düzlüğünde 0.5-1 m arası yükseklikteki yerler en geniş alanı kaplar. En fazla yükseklik 4 m olup batı parçada Bayramdere köyü yakınındadır. Faya yaslanan doğu yarısında ise en yüksek yeri 2 m kadardır (Şek. 2).

Çizelge 3- Kocasu ve Gönen çayı drenaj alanında denüdasyon tahmini (Veriler EİE'nin sediment gözlemlerine dayanır)

Drenaj Alanı	Alan (km ²)	Denüdasyon Hızı ton/km ² /yıl	Toplam toprak kaybı ton/yıl
Kocasu	27600	0.0723 - 0.0056	1995.4 - 154.4
Gönen Çayı	2174	0.141 - 0.003	306.9 - 6.3

Kocasu deltasının akarsu boşalımı olan aktif kesimi hariç, diğer kıyı kuşağı 2-250 m genişlikte, ince-orta kumdan oluşan plaja sahiptir. Plajın kum boyu homojen, hatta batıya doğru kabalaşmaktadır (Sayılı ve diğerleri, 1997). Deltanın su dışı düzlüğüne oranla belirgin bir su altı plâtfomu yoktur. Su altı topografyası teknik güçlükler nedeniyle çok iyi öğrenilememiştir. Şekil 2 de verilen batimetri, Akbulut ve Algan'ın (1985) verileri ve bu çalışmada yapılan sınırlı sayıdaki ölçüme dayalıdır. Aktif delta önünde 14 metre derinliklerinde basamaklı bir topografya izlenir (Şek. 2 ve 3).

Delta önü ve delta ilerisi bölümlerinin sınırı, derinlik ve topografya olarak belirgin değildir. Kıyıya oldukça yakın, 6-8 m derinliklerden itibaren killi tortulların çok fazlalaşması (Akbulut ve Algan, 1985) aktif delta önünün çok geniş olmadığını düşündürmektedir.

Delta düzlüğü elemanları ve tortulları

Pekçok güncel deltada olduğu gibi, Kocasu deltasının da su dışı düzlüğü kısmen kültür, büyük ölçüde sucul bitkilerle kaplıdır ve bunlar ulaşımı engellemektedir. Ancak bitki dağılımının delta elemanlarına ve tortul fasiyeslere aşırı bağımlılık göstermesi dikkat çeker. Bu özellik ve hava fotoğraflarından yararlanılarak delta düzlüğü ayrıntılı şekilde haritalanabilmiştir (Şek. 2). Hatırlanmalıdır ki, tüm deltaların su dışı düzlüklerinde elemanları itibariyle genel bir benzerlik bulunsa da, her deltada oluşturucu ve bozucu süreçlerin etkisine göre, bunların boyutları ve saha konumları değişiklik gösterir (Wright, 1985; Reading ve Collinson, 1996).

Kocasu delta düzlüğü elemanlarının (=tortul depolanma ortamları) haritalanabilenleri bir adet ana akarsu kanalı ve seti, iki adet yarıntı (=krevas), iki adet lagün gölü, aktif ve aktif olmayan bataklıklar, kuzey-güney uzanışlı çizgisel Taşkın ovası, bataklık kumsal sırtları ve ripilli kumsaldır (Şek. 2). Köken itibariyle delta elemanları içinde olmamakla birlikte delta üzerine ilerleyen dokuz adet alüvyon yelpazesi de haritalanmıştır. Bunların boyutları doğudan batıya doğru büyümektedir. Elemanlar içinde bataklık kumsal sırtları (=chenier) saha konumları itibariyle dikkat çekerler. Bunlar 30-100 cm yükseklikli, 150-

500 m uzunlukta, araları killi tortullarla dolu yayvan sırtlardır. Buldukları yerlerdeki güncel kıyıya paralel uzanım gösterirler (Şek. 2). Bu sırtlar köken itibariyle eski kıyı kordonları ve/veya eski kumsallar olup deniz seviyesinin yükselmesi sonucu lagünler veya denizel bataklıklar içinde kalmıştır (Elliot, 1978; Reineck ve Singh, 1980). Tümüyle bataklık tortulları içine gömülmemiş ve uzanışlarının korunuyor olması, deniz seviyesi yükseliminin sınırlı ve/veya çok yeni oluşunu temsil etmektedir. Korunan ve haritalanmış eski bataklık kum sırtlarının karadan kıyıya doğru sayısı sekizdir. Buna göre deniz seviyesi, yakın zamanlarda uzun veya kısa süreli en az sekiz kez değişim göstermiştir. Delta düzlüğünün diğer yönlü elemanı kumsaldaki ripillar olup değişik tür ve boyuttadırlar. Sırt çizgileri 20°-30° arasında KD-GB yönelimlidir. Bu yön KD dan gelen hâkim yöre rüzgârları ile uyumludur (Çizelge 1).

Kocasu düzlüğü tortulları göreceli eski ve yeni delta tortulları olarak ayrılabilir. Bu ayırım özellikle morfolojik olarak belirgin olup yaklaşık 2 m kotunun üzerindeki kesimlerin eski delta tortullarından oluşur. Bu kesimlerde yer yer 0-20 cm lik toprak örtüsü gelişmiştir ve kültür bitkileri ile örtülüdür. Karacabey-Bayramdere yolu bu sınırı izler. Eski delta düzlüğü olan bu seki (2-4 m arası), önünde 0-2 m arası kollardaki tortullar ise güncel delta düzlüğü oluşmaktadır (Şek. 2). Bu ayırım stratigrafik olarak anlamlı değilse de, delta ilerlemesinde önemli bir evreyi işaret ettiği şüphesizdir. Yeni delta tortullarının üzeri kısmen çıplak, yer altı suyu yüzeye çok yakın ve çoğunluk sucul bitkilerle örtülüdür. Deltanın alan olarak daraldığı doğu kesimlerde yeni tortulların üzerine son yıllarda ekim yapılmaya başlanmıştır.

incelenen tortulların çoğunluğu denizel süreçlerden az veya çok etkilenmiştir. Tümüyle karasal veya alüvyal tesirlerin kontrol ettiği birikim yalnızca alüvyal yelpazeler, kanal seti ve taşkın ovasında yer alır ve bunların saha dağılımı göreceli olarak çok azdır (Şek. 2). Deltada en geniş yer tutan bataklıklar yer üstü ve yer altından deniz suyu girişi ile kontrol edilmektedir. Eski bataklıklar (eski delta alanı içinde) sadece yağışlı dönemlerde bu özelliğini korumaktadır. Yüzölçümü yarı-kurak iklim süreçleri açısından küçümsenemeyecek bir deltada (48 km²)

alüvyal çökellerin azlığı dikkat çekicidir. Oysa akarsu deltalarında çok yaygın ve kalın alüvyal tortullar bulunmaktadır (Hoeksta, 1989; El-Sohby ve diğerleri, 1989). Gerçekte büyük deltalarda, delta-drenaj alanı, delta düzlüğü-boşalım, delta genişliği-delta kıyı boyu arasında doğru orantı vardır ve delta yüzey alanı büyüdükçe alüvyal tortullar genişlemekte ve kalınlaşmaktadır (Coleman ve Roberts, 1988). Kocasu'nun eski ve yeni delta çökellerindeki bu zıt durumun temel sebebi dağıtım kanallarının gelişmemesidir. Büyük olasılıkla, deltayı oluşturan akarsuyun çok dar olan Karacabey boğazı nedeniyle yanal yönde gezinememesi yanında delta düzlüğünün de aktif fay ve temel kayalar ile sınırlanmış olması dağıtım kanallarının oluşumunu engellemektedir.

Kocasu delta düzlüğü tortulları dokusal özellikleri bakımından fazla çeşitlilik göstermez. Genelde silt boyu taneler egemen olup, kesin ayırım (boylanma) plâjlı kıyı tortullarında izlenir. Diğer tüm depolanma alanlarında çakıl-kum-silt-kil boyu taneler değişik nispetlerde karışmış olarak bulunurlar. Organik madde nispeti çok düşüktür ve yalnızca bataklık tortullarında koyu renk teşkil ederler. Deltada başlıca aşağıdaki tortul tipleri ve/veya fasiyesleri ayrılabilir.

a. Kum fasiyesi. - Kum fasiyesi tipik olarak, aktif delta ağız hariç tüm kıyı boyunca 5-150 m genişlikteki güncel kumsallarda görülür. Orta-ince kum boyu egemen olup, tane boyu doğudan batıya doğru kabalası. Seyrekçe denizel kavkı parçaları gözlenir. Ağır mineral zenginleşmesi ince kumlarda belirgindir (Sayılı ve diğerleri, 1997).

Plaj gerisinde, yerel olarak 750 m kadar genişleyebilen kumullar dokusal olarak kumsal kumlarının özelliklerini taşır ve fakat güncel atıklarla kirlenmiştir. Rüzgâr tesirleri ile elenmenin sonucu, kumulların tane boyu kumsallara göre nispeten iridir ve orta kum boyu egemendir, inşaat malzemesi olarak kum alınması sonucu orijinal topografya yer yer bozulmuştur.

Kum fasiyesinin en yaygın izlendiği bir diğer depolanma yeri bataklık kum sırtlarıdır, ince ve çok ince kumun egemen olduğu bu birikimlerde kavkı kırıkları bolcadır. Çoğu kez daha ince taneli tortul-

larla (silt-kil) karışmış olup bu yerlerde renk koyulaşmıştır.

Kumlu eski delta çökelleri yer yer oksitlenmiş ve üzerinde bitki gelişmeğe başlamıştır. Kavkı kırıkları bulundurulur. Tane boyu nispeten heterojendir ve fasiyese ince çakıl boyu taneler katılmıştır.

Şekil 2 deki delta elemanları içinde denizel kumsal, güncel ve eski kumul, kumlu delta çökelleri (eski) ve bataklık kum sırtları bu tip tortullardan oluşmaktadır. Köken itibarıyla, Kocasu'nun yatak yükü şeklinde denize boşalttığı ve muhtemelen ağız barı şeklinde depolanan tortulların sonraki evrelerde dalga ve akıntılarla işlenerek seçilmesi ve farklı yerlerde depolanmasının ürünüdürler. Bu gelişim tüm akarsu deltalarında izlenen bir durumdur ve delta fasiyesinin mimarisini oluşturur (Scruton, 1960; Galloway, 1975; Wright, 1985; Postma, 1990). Tüm fasiyeste mineralojik benzerlik izlenir. Bolluk sırasıyla kuvars, feldispat, kayaç parçaları ve ağır mineraller en çok görülen tanelerdir.

b. Siltli kil fasiyesi. - ince taneli bu fasiyeste silt ve kil boyu tortulların nispetini tam olarak ayırmak güçtür. Yerel olarak killi silt, siltli kil veya tümüyle kil halinde bulunabilmektedir. Eski ve güncel bataklıklar, lagün gölleri, taşkın ovası ve leve (set) olarak haritalanan delta elemanları bu fasiyesten oluşmuştur (Şek. 2). Askı yük biçiminde taşınan bu tortullar kurak dönemde yalnızca lagünlere sokulabilmekte, asıl birikim yağışlı dönemlerdeki taşkınlarla gerçekleşmektedir. Bataklıklarda mavimsi-yeşilimsi-siyahimsi gri, taşkın ovası ve levede ise koyu gri-esmer renk egemendir. Nilüfer çayı ile getirilen yoğun atıkların fasiyese renk vermedeki rolü bu çalışmada tespit edilememiştir. Ancak bataklık tortullarındaki mavimsi rengin bir bölümünün bu yolla sağlandığı düşünülmektedir.

Fasiyes ilişkileri ve delta ilerlemesi

Kocasu deltasının baskın fizyografisi, kıyı boyunca uzanan eski ve yeni kumsallar ile kıyılarına paralel bataklık kum sırtları, deltayık birikimin dalgalarla kontrol edildiğini ortaya koymaktadır. Klasik sınıflamalara göre (Galloway, 1975; Elliot, 1978; Orton, 1988) bu delta dalga-egemen; orijinal adıyla "wave-dominated river delta" dir.

Delta düzlüğünde kumlu fasiyes daha az yer kaplamasına karşın, hacimce daha fazla görünmektedir. Güncel delta düzlüğünün denizden yüksekliği (=tortul kalınlığı) sadece 4 m kadardır ve 2-4 m kotları arasında eski kumlu delta tortulları baskındır (Şek. 2). Bu durum iki hususta dikkat çeker. Delta-ya getirilen güncel yatak yükünün azlığına rağmen birikimin kumlu oluşu, öte yandan kumlu birikime karşın mevcut delta ilerlemesinin drenaj alanının büyüklüğü nispetinde bulunmaması ilginçtir. Oysa pek çok deltada bu durumun tersi bir gelişim izlenir (Coleman ve Roberts, 1988). Bu yöredeki deniz seviyesi değişimlerinin muhtemel sıklığı ve dalga ege-menliği gözlenen durumu yaratmış olmalıdır.

Mevcut deniz altı taban topografyası ile delta düzlüğünün birleştirilmesinden oluşturulan delta kesiti yaklaşık 45-55 m lik bir istif kalınlığına işaret etmektedir (Şek. 3). Bugünkü aktif delta yakınlarında yapılacak bir sondajda maksimum kalınlığın kesilmesi beklenir. Bu istif, muhtemelen, birçok verisi bulunan deniz seviyesi değişimlerinin varlığı da dikkate alınarak, çok evreli delta ilerlemesini (delta kompleksi) temsil etmektedir. Ani deniz seviyesi değişimleri, bir kısım deltayik tortulların aşınmasına yol açıp, kalınlık azalmasına yol açmış da olabilirler. Örneğin günümüz Hazar denizinde, Geç Pleistosen'den beri, periyodu gittikçe daralan ve son 100 yılda 15 er yıllık dönemlere inmiş yükselmeler söz konusudur ve Reşit deltasında gerilemelere sebep olmaktadır (Zubakov, 1993; Gülbabazade, 1997).

GÖNEN ÇAYI DELTASI

Gönen çayı deltası doğuda Kapıdağ yarımadası, kuzeyde Avşa ve Paşa limanı adalarının çevrelediği göreceli korunaklı Erdek körfezi içerisine ilerlemektedir (Şek. 1, 4). Bu korumanın denizel dinamikleri ne ölçüde etkilediği belli değildir, ancak bölgede egemen olan kuzey-kuzeydoğu rüzgârlarını (Çizelge 1) zayıflatmış tahmin edilebilir. Marmara denizinin karakteristiği olan yoğunluk akıntısının da (Beşiktepe, 1991; Ergin ve diğerleri, 1994) bu engellerden etkilendiği şüphesizdir.

Fizyografi

Gönen çayı deltası, Kocasu deltasında olduğu gibi iki taraftan temel kayalar ile sınırlandırılmış bir alanda ilerlemektedir. Ancak bunlar sarp topografya oluşturmazlar (Şek. 4). Deltanın hemen güneyinde sağ yönlü, doğrultu atımlı ve aktif Edincik-Bandırma fayı, daha da güneyde Sarıköy fayı bulunur (Şek. 4). Bu iki fay delta yakın gerisinde Gönen çayı drenaj gelişimini etkilemiş, faylar arasında kalan alanın göreceli olarak yükselmesi sonucu akarsu gömük mendereslerden oluşan yaklaşık 8 km lik bir boğaza antedant olarak saplanmıştır (Şaroğlu ve diğerleri, 1987; Emre ve diğerleri, 1997a). Saplanmış gömük menderesler delta gerisindeki genç tektonik aktiviteyi gösteren en önemli verilerdir (Şek. 4).

Gönen çayı deltasının kıyı uzunluğu 13 km; ilerleme miktarı 5.5 km; toplam su dışı alanı 28 km² dir (Çizelge 1). Delta loblu bir geometriye sahiptir ve hafifçe kuzeydoğuya doğru çarpılmıştır (Şek. 4). Aktif delta ilerlemesi bu çarpılma yönündedir. Gönen çayı ana kanalı, delta düzlüğü üzerinde sağa doğru büyük bir menderes kıvrımı oluşturduktan sonra kuzeye doğru yönelir ve boşalım yerinden önce tekrar sağa bir kıvrım yapar ve denize ulaşır. Ana kanaldan başka üç adet aktif dağıtım kanalı bulunur. Aktif olmayan (terkedilmiş) dağıtım kanalları pek çoktur ve delta düzlüğü üzerindeki rölyefi teşkil ederler. Hemen hemen tüm eski ve yeni dağıtım kanallarının ağzlarında lagünler bulunur. Göllerin boyutları değişkendir ve yağışlı dönem dışında bazıları kurur. Sucul bitkiler kimi gölleri tümüyle kaplamıştır.

Gönen çayı deltası da Kocasu deltası gibi topoğrafik olarak basamaklı ve/veya iki parçalı konum gösterir (Şek. 4). Geride temel kayalara yaslanan birinci kısımda rakım 6 m olup, tüm deltanın yaklaşık dörtte birini teşkil eder. Dağıtım kanallarının yardığı, ortalama yükseltinin 1.5 m olduğu ikinci kısım ise güncel delta düzlüğünü oluşturur (Şek. 4). Bu kısımda en yüksek yerler 2 m olup deltanın batı yarısında terk edilmiş dağıtım kanalları arasında yer alırlar. Dağıtım kanallarının batıdan doğuya doğru yer değiştirdiği ve/veya göçettiği görülmektedir (Şek. 4).

Deltanın su altı bölümlerine ait veri elde edilememiştir. Delta önü ve delta ilerisinin sınırları belir-

sizdir. Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi'nin derinlik haritasında deltadan birkaç km açıkta bile derinliğin 15-30 m arasında olduğu görülür. Buradan tahminle deltanın oldukça geniş bir su altı devamı olması gerektiği çıkarılabilir. Öte yandan, Erdek körfezinin taban topografyası incelendiğinde, delta önünde KB ya doğru devam eden yayvan morfolojili bir su altı vadisinin varlığı yorumlanabilmektedir. Bu morfoloji olasılıkla Marmara denizindeki son seviye alçalması döneminde, bugünkü şelf üzerinde gelişmiş olan Gönen çayının eski vadisi olmalıdır.

Delta düzlüğü elemanları ve tortulları

Gönen çayı deltasının su dışı düzlüğü tümü ile otsu bitkilerle kaplıdır. Eski delta tortullarının üzeri tarım alanı haline dönüşmüştür. Yeni delta tortullarının karaya doğru kesimleri otlak, denize yakın kesimleri ise bataklık olup sazlarla kaplıdır. Çok sayıda dağıtım kanalı ile sayıları ona ulaşan ve dağıtım kanallarının sonlandığı lagünler başlıca delta düzlüğü elemanlarıdır. Dağıtım kanallarının araları taşkın düzlüğüdür. Ancak ana kanal civarındakiler daha belirgindir. Güncel delta kıyısı 1-15 m arası genişlikte, kaba kumlu, Denizkent yerleşim yeri civarında 30 m genişliğe varan plâjlı özelliindedir. Plaj sık sık dağıtım kanallarının denize boşalımı veya lagün girişleri ile kesildiği için, parçalı, kıyı boyuna dizilmiş kum yamaları şeklindedir.

Gönen çayı delta düzlüğünün 0-2 m kotunda olan tortullarının lagün ve plâjlı kıyı hariç, tümü alüvyal niteliktedir. Ana ve dağıtım kanallarında ince çakıl-ince kum boyu arası, taşkın ovasında ise silt-kil boyu tortullar taşınır ve depolanır. 2-6 m arası kotlardaki eski delta çökelleri üzerinde depolanma, yalnızca küçük boyutlu alüvyal yelpaze ilerlemeleri şeklindedir. Çökellerin kendileri (eski delta) bol kavkı kırıklı, Orta-ince kum egemen kırıntılılardır. Seyrekçe çakıl ve silt-kil düzeyleri bulundurur.

Bu çalışma sırasında lagünlerden örnek alıp incelemek mümkün olmamıştır. Ancak Kocasu deltasının bataklık ve lagün tortulları ile benzeştiği tahmin edilmektedir. Plâjlı tortulların ekseri ince çakıl-kaba kum, kıyı gerisindeki eski plaj çökellerinin ise Orta-ince kum oluşu dikkat çeker. Tane bileşimi çok heterojendir. Kaba taneli güncel kıyıda kayaç parça-

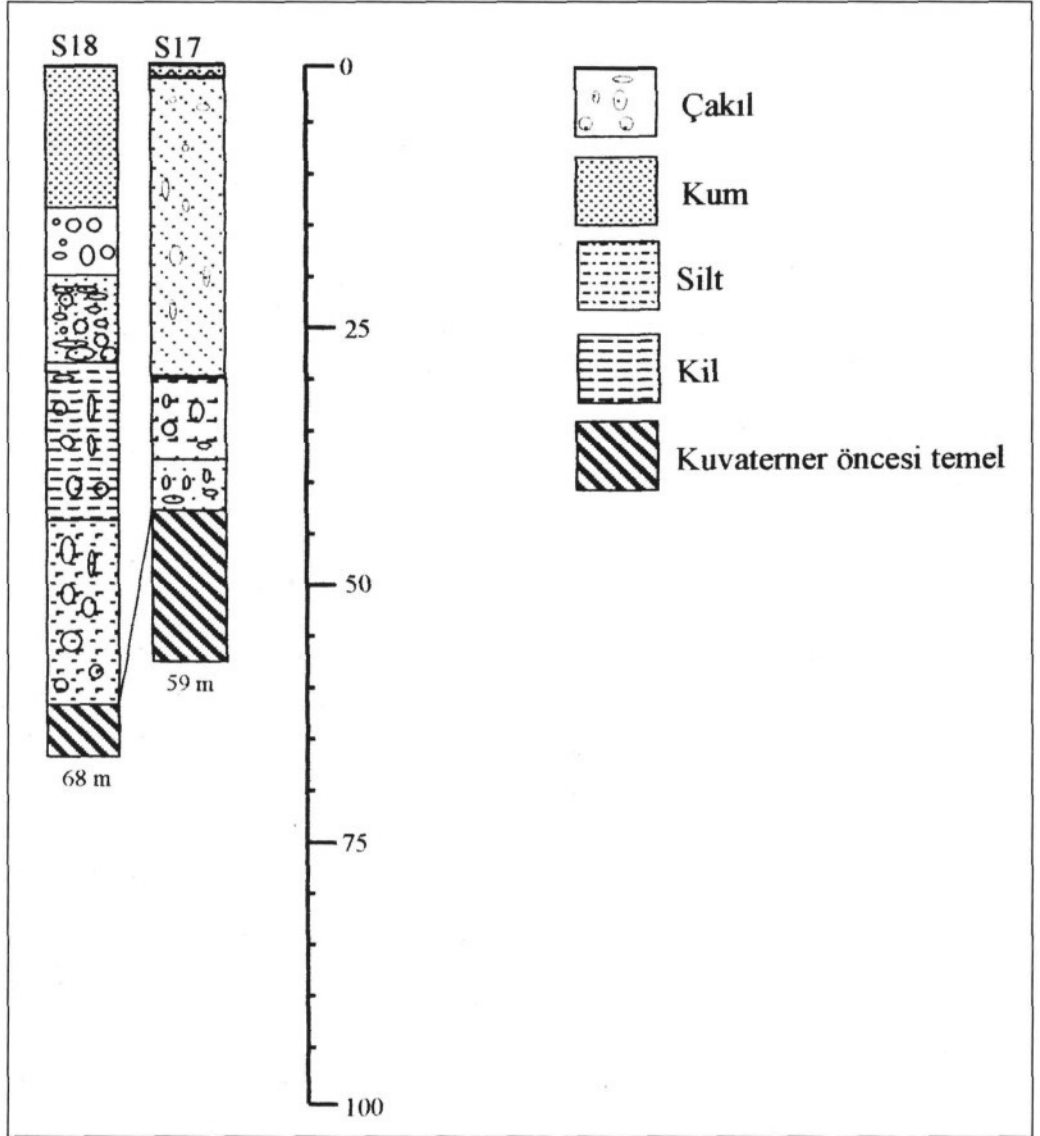
sı tanelerin bolluğu nedeniyle gri-esmer renk egemendir. Kumlar içinde kayaç parçalan yanında feldispat ve mafik mineraller önemli bolluğa ulaşan bileşenlerdir. Kuvars göreceli olarak azdır ve nispeti feldispat kadardır. Bu durum kaynak alanın yakınlığı ve Gönen çayının, ovalar hariç hiç bir yerde tortul depolamayıp tüm yükünü denize taşımasının sonucudur. Zaten bu sebeple, drenaj alanının göreceli küçüklüğüne karşılık, Gönen çayı deltası Kocasu'dan çok daha fazla ilerleyebilmiş ve bir lob oluşturmuştur.

Delta ilerlemesi

Gönen çayı deltası loblu geometrisi ve güncel delta düzlüğünde tümüyle alüvyal tortulların bulunuşu nedeniyle, klasik delta sınıflamasında akarsu-egemen delta, orijinal adıyla "fluvial-dominated classical delta" grubuna girer (Galloway, 1975). Toplam 5.5 km kadar ölçülebilen ilerlemesinin büyük bölümü (2/3) bugünkü deniz seviyesine göre gerçekleşmiş gözükmektedir (Şek. 4). Dağıtım kanallarının ekserisinde ve mevcut ana kolda sağa dönüşlü birçok dirseklerin bulunuşu dikkat çeker ve bu da sağ yönlü doğrultu atımlı Edincik-Bandırma fayının tesirini düşündürmektedir. Aynı şekilde tüm delta düzlüğünün doğuya doğru çarpılması ve delta ağzının da doğuya göçü bu fikri güçlendirir (Şek. 4). Delta ilerlemesinde Erdek körfezinin rüzgâra karşı göreceli korunaklı ve deniz dibi topografyasının düşük eğimli oluşu (körfezde en derin yer 46 m) deltanın hızlı ilerlemesini desteklemiş görünmektedir.

Gönen çayı deltasının tortul kalınlığı, ilerleme nispetine göre düşüktür. Eski delta tortulları üzerinde Devlet Su işleri tarafından açılan iki sondaj kuyusunda (DSi A1011681 ve A1011680) 64 ve 42 m lik istif kesilmiş ve bunun altında kırmızı alacalı renkli Neojen istifine (temel) girilmiştir (Şek. 5). Deltayık tortullar, kavkı kırıntılı ve çakıllı, yıkanmış kum ile silt-kil araldanması biçimindedir (Şek. 5). Kumlar eski ağız barlarını, ince taneli tortullar ise olasılıkla dağıtım kanalı arası koy ve lagünleri temsil etmektedir. Kumlarda boylanma olmayışı, aktif deltada izlenen, hızlı depolanmanın sonucu olmalıdır.

Delta düzlüğünde, eski-yeni delta ayrımı yapılacak kadar belirgin olan basamaklı topografya, del-



Şek. 5- Gönen çayı deltasının istif özellikleri (DSİ sondaj no: A-10, 11680-11681).

ta ilerlemesinin bir evresinde kalıcı deniz seviyesi düşüşü olduğunu belirtir. Kocasu deltasında da aynı durumun varlığı, bu düşüşün yerel tektonizmaya bağlı olmayıp tüm Marmara denizinde gerçekleşmiş olduğunu göstermektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kocasu ve Gönen çayı deltaları boyut, geometri, taban topografyası ve oluşturuvcu süreçler bakımından farklılıklarına karşılık (Çizelge 2), temel

kayalarıyla sınırlanmış alanda ve aktif fay sarpıklık rının önünde depolanmış olmaları itibariyle benze şirler (Şek. 2 ve 4). istif kalınlıkları da birbirlerine çok yakındır (Şek. 3 ve 5). Ayrıca delta gerisindeki drenaj kuruluşu ve gelişimi açısından da aynı öze liklere sahiptirler.

Kocasu deltası dalga-egemen, basık, üçgeni geometrili, 45-55 m kadar istif kalınlıklı, rakımı 4 ı olan, delta düzlüğü tortullarının çoğunluğu denizi tesirlerle denetlenmiş bir akarsu deltasıdır. D-B uz;

nımlı eğim atım bileşeni yüksek, sağ yönlü doğrultu atımlı bir fayın morfolojik olarak alçalan bloğu üzerinde ilerlemektedir. Oluşturucu ana akarsuyun Karacabey boğazı ile sınırlı oluşu dağıtım kanallarının gelişmesini engellemektedir. Gönen çayı deltası ise akarsu-egemen, loblu, 55-65 m lik istif kalınlığı olan, delta düzlüğü alüvyal süreçlerin egemenliğinde, yaygın dağıtım kanallarına sahip, üzerine yaslandığı fay sağ yönlü doğrultu atımlı, dalga etki mesafesinin daha az, nispeten korunaklı bir alanda ilerleyen (Erdek körfezi) klasik akarsu deltasıdır. Drenaj alanının küçüklüğüne karşın ilerlemesi Kocasu deltasından daha fazladır (Şek. 2 ve 4; Çizelge 2). Deltaların karşılaştırılması ve elemanlarının yorumundan aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilmektedir.

1. Kocasu ve Gönen çayı deltalarını oluşturan iki akarsu tüm güney Marmara bölgesinin drenajını sağlarlar. Doğuda iznik gölü ve Gemlik körfezinden batıda Gönen'e kadar olan yöre drenajının dışa açılması ancak bu iki akarsu özellikle de Karacabey boğazı vasıtasıyla olmaktadır. Güney ve doğu Marmara'da günümüz akarsu ağının esas olarak Geç Pliyosen'de kurulmuş olduğu ve sonrasında gelişen tektonik olaylarla bu drenajda bozulma ve değişimlerin gerçekleştiği bilinmektedir (Emre ve diğerleri, 1997 a; Erkal ve Emre 1997; Emre ve diğerleri, 1998). Mevcut bulgular, Kocasu'yun, bu geniş zaman aralığı içerisinde sadece Erken-Orta Pleistosen'de Karacabey-Mustafakemalpaşa yöresindeki bir iç havzaya boşaldığını, bunun dışındaki dönemlerde her iki akarsuyun da (Kocasu ve Gönen çayı) Marmara denizi yönünde akışı olduğunu göstermektedir (Emre ve diğerleri, 1997 b). Karacabey yöresindeki bu iç havzada tortul kalınlığı ise Kocasu'nun drenaj havzası ve tortul getirisi ile kıyaslanamayacak ölçüde azdır. Böylesine uzun zaman kapsayan bir aşınım-depolanma döneminde Kocasu ve Gönen çayının Marmara denizine boşaldığı kıyı önlerinde büyük deltayik istiflerin gelişmiş olması beklenir. Oysa, sondajlarda kesilen ve grafik yöntemle hesaplanan delta istifi kalınlıkları çok az (50-65 m), delta lobları ise ya hiç gelişmemiş ya da çok küçüktür. Bu durum belirtilen zaman aralığı için söz konusu akarsuların aşınım-depolanma süreçleri açısından değerlendirildiğinde, depolanma sistemlerinin

(deltalar) çok genç/yeniliğine işaret etmektedir. Yakin gerideki ovaların morfostratigrafisi ile denestirildiğinde deltaların günümüz su üstü bölümlerinin Holosen'de depolandığı ortaya çıkmaktadır.

2. Bugünkü deltayik istiflerin altında veya açığında deniz seviyesinin çok daha düşük olduğu evrelerde oluşmuş Pleistosen yaşlı eski delta istiflerinin varlığı beklenir. Ayrıca, deniz seviyesinin bugünkünden daha yüksek olduğu dönemlerde gelişmiş olan eski delta kalıntılarına ise kıyılar boyunca sekiler şeklinde rastlamak gerekir. Bu ikinci olasılığa ilişkin veri toplanmadığı gibi Karabiga-Gemlik arasında yer alan kıyı şeridinde deniz seviyesinin günümüz deltalarından daha yüksek kotlara ulaştığını gösterir bulgular da elde edilememiştir. Bu durum Erdek körfezi ile Bandırma-Gemlik koridoruna Marmara denizinin Holosen'de yerleşmiş olduğu tezini (Emre ve diğerleri, 1997 a) deltalar açısından da destekler niteliktedir. Kocasu ve Gönen çayı deltaları güncel konumları açısından benzeşmektedir. Ancak bunlara ait olası eski delta sistemleri bulunış yerleri itibariyle denestirilmelerinde farklı paleocoğrafik gelişim ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni olası eski deltaların yer alabileceği deniz dibi topografyasının değişik morfolojide bulunuşudur.

3. Kocasu delta düzlüğünde 2-4 ve 0-2 metreler arasında, Gönen çayı deltasında ise 2-6 m ve 0-2 metreler arasında basamaklanma gözlenir. Bu basamaklanma ile eski ve yeni delta çökel dönemleri ayrılabilir. Eski delta oluşumları deniz seviyesinin bugünküne göre daha yüksekte bulunduğunu gösterir. Bunun çok açık başka verileri de vardır. Birincisi Kocasu ve Gönen çayının eski delta alüvyonlarını 4.5 m kadar yarması ve içine gömülmüş olmasıdır. Kocasu deltası doğusunda, güncel deltanın yaslandığı temel kayaların oluşturduğu şevlerde izlenen dalga aşınma çentiklerinin de eski delta seviyesi ile aynı yüksekliklerde bulunması bunun diğer bir verisidir. Birbirinden 80 km uzakta bulunan iki deltada aynı özelliklerin gözlenişi (Şek. 2 ve 4), deniz seviyesi yükseliminin global oluşunu temsil eder. Buradan hareketle deltaların gelişmeye başladığı dönem başında Marmara denizi seviyesinin günümüzden yaklaşık 4-6 metre daha yüksek olduğu söylenebilir.

4. Hem Kocasu'da hem Gönen çayında ince olan delta düzlüğü tortulları, delta oluşumunun genç, özellikle yeni delta oluşumunun (bugünkü deniz seviyesine göre çökeltim) belki Geç Holosen içinde başladığını, buna karşılık güncel tektonikten fazlaca etkilendiğini göstermektedir. Gönen çayı deltası gerisindeki fay, deniz seviyesini etkilemekten çok, doğrultu atım tabiatına uygun olarak delta prizmasının doğuya doğru (sağ yönde) çarpılması ve ilerlemesine yol açmıştır. Kocasu deltasını denetleyen sağ yönlü doğrultu atımlı fayın ise normal eğim atım bileşenli olması nedeniyle (Şek. 2) kuzey bloğunda meydana gelen alçalmalar deltada deniz basmasına ve boğulmalarına yol açmıştır. Bataklık tortulları içinde birbirine paralel sırtlar halinde gelişmiş kum sırtları bunun delilidir. Deltada deniz süreçlerinin egemen olmasının nedenlerinden biri de tektonizmanın bu niteliği olmalıdır. En az sekiz kez gerçekleşen bu olayda kum sırtları delta ilerlemesinin, aralarındaki bataklıklar ise deniz basmasının ürünleridir.

5. Kocasu deltasına günümüzde az yatak yükü, fazlaca askı yük boşalmaktadır. Buna karşılık kumlu fasiyeler oldukça yaygındır. Kumlu fasiyeler, global deniz seviyesi düşüşünü takiben taban profili yüksekte kalan akarsuyun hızlı şekilde kendi tortullarını aşındırmasının ürünüdürler. Günümüzde akarsu Ulubat gölünden itibaren 30 km kadar mesafede taban seviyesine yakın aktığında aslı yük fazla taşınmaktadır. Bu durum halen deniz seviyesinin yükselme aşamasında olduğu biçiminde de yorumlanabilir.

6. Deltanın aktif faylara yaslandığı, depolanma yerinin ise yanlardan temel kayaları ile sınırlı olduğu deltalar sık rastlanan oluşumlar değildir. Kocasu ve Gönen çayı deltalarında aktif fayların etkilerinin delta düzlüğü elemanlarına hassas biçimde yansıdığı görülmektedir. Doğrultu atımlı fayların deniz seviyesi değişimine hemen hiç tesir etmemesi ilginçtir. Bu güncel oluşumlar yaşlı istiflerin yorumu için başarılı örneklerdir.

7. Kocasu delta düzlüğündeki bataklık kum sırtları eğim atım bileşenli aktif fay mekanizmaları için aydınlatıcı olabilir. Bunlar; çek-ayır (pull-apart)

havzaların geliştiği Bandırma-Gemlik koridorunu oluşturan Kuzey Anadolu Fay zonunda paleosismoloji araştırmalarının yapılabileceği ve ender rastlanan Geç Holosen depoları niteliğindedir.

8. Delta birikim alanlarının yanlarından sınırlı oluşu delta ilerlemesine çok fazla tesir etmiş görünmemektedir. Sınırlanma Kocasu'da çok daha kesin, Gönen çayında daha zayıf iken, delta ilerlemesi tersine Gönen çayında daha belirgin olmuştur. Buradan dolaylı olarak kıyı boyu akıntılarının, Marmara denizinde yatak yükü taşınmasında fazla rol oynamadığı çıkarılabilir.

Kocasu ve Gönen çayı deltaları Marmara denizinin jeolojik evrimine olduğu kadar deltayık depolanmanın anlaşılmasına da katkısı olabilecek örneklerdir. Aşınma-taşınma-depolanma süreçleri açısından bu deltaların gelişmiş oldukları akarsuların drenaj evriminde bir çok uyumsuzluk mevcuttur. Bu araştırmada deltaların mevcut durumu ve elemanları, çevre jeolojisi ve jeomorfolojisi içinde değerlendirilmiş ve bazı yorumlar yapılmıştır. Bu yorumlar yapılacak olan sondaj ve deniz içi jeofizik yöntemlerle denetlenerek kesinleştirilebilir ve Marmara denizi güneyinin Kuvaterner'deki paleocoğrafik gelişiminin aydınlatılmasına daha çok katkı sağlayabilir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma TÜBİTAK-ÜNİVERSİTE-MTA işbirliği ile yürütülen Ulusal Deniz Jeolojisi ve Jeofizik Programı'nın desteğinde gerçekleştirilen YDAB-ÇAG-426/G projesinin bir bölümüdür. Dergi editör ve hakemleri yazının geliştirilmesinde katkıda bulunmuşlardır.

Yayına verildiği tarih, 20 Nisan 1998

DEĞİNİLEN BELGELER

Akbulut, A.O. ve Algan, I.M., 1985, Kocasu Çayı ağız kesiminde deniz altı depolarının bazı sedimentolojik özellikleri: Bülten, ist. Üniv. Deniz Bil. ve Coğr. Enst., 2, 145-154.

Ardel, A., 1957, Marmara denizinin teşekkülü ve tekâmülü: Türk Coğrafya Derg., 17, 1-14.

—, 1968, Türkiye kıyılarının teşekkül ve tekâmülüne

- toplulu bir bakış: Türk Coğrafya Derg., 24/25, 1-6.
- Barka, A.A. ve Kadinsky-Cade K., 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics*, 7, 663-684.
- Beşiktepe, T.T., 1991, Some aspects of the circulation and dynamics of the Sea of Marmara: Ph.D. Thesis, Inst. Marine Sciences, M.E.T.U., 195 pp., İçel.
- Coleman, J.M. ve Roberts, H.H., 1988, Deltaic coastal wetlands. (Eds.: Van der Linden, W.J.M., Cloeting, S.A.P.L., Kaasschieter, J.P.K., Vanderberghe, J., Van der Graaf, W.J.E ve Van der Gun, J.A.M.) Coastal Lowlands Geology and Geotechnology; Kluwer Acad. Pub., 1-24, Dordrecht.
- El Sohby, M.A.; Mazen, S.O.; Abou-Shook, M. ve Bahr, M.A., 1989, Coastal development of Nile Delta: (Eds.: Van der Linden, W.J.M., Cloeting, S.A.P.L., Kaasschieter, J.P.K., Vanderberghe, J., Van der Graaf, W.J.E ve Van der Gun, J.A.M.) Coastal Lowlands Geology and Geotechnology; Kluwer Acad. Pub, 175-180, Dordrecht.
- Elektrik İşleri Etüd idaresi (EİE), 1993, Türkiye akarsularında sediment gözlemleri ve Sediment taşınım miktarları: EİE Genel Müdürlüğü, yayl. No., 93-59, Ankara.
- , 1996, 1992, Su Yılı Akım Değerleri, EİE Genel Müdürlüğü Yayl. No: 95-25, Ankara.
- Elliot, T., 1978, Deltas. (Ed. Reading, H.G.): Sedimentary Environments and Facies, Elsevier, 97-142, New York.
- Emre, Ö.; Kazancı, N.; Erkal, T.; Karabıyıköçlü, M. ve Kuşçu, İ., 1997a, Ulubat ve Manyas göllerinin Oluşumu ve Yerleşim Tarihçesi: TÜBİTAK YDABÇAG 426/G Raporu (Koord: N. Kazancı ve N. Görür) Ankara 116-134.
- ; —————; —————; Görmüş, S.; Görür, N.; Kuşçu, İ.; Karabıyıköçlü, M. ve Keçer, M., 1997b, Ulubat ve Manyas göllerinin oluşumu ve Güney Marmara'nın Kuvaterner evrimi: Marmara deniz Araştırmaları Workshop-III (2-3 Haz. 1997). TÜBİTAK-MTA-ÜNİVERSİTE Ulusal Deniz Araştırmaları Programı (Koor. N. Görür), Genişletilmiş Bildiri Özetleri, 23-27, Ankara.
- , Erkal, T.; Tchepalyga, A.; Kazancı, N.; Keçer, M. ve Ünay, E., 1998, Doğu Marmara'nın Neojen-Kuvaterner'deki Evrimi. *MTA Derg.*, No: 120, 233-298.
- Ergin, M., Saydam, C.; Battürk, S.; Erdem, E. ve Yörük, R., 1991, Heavy metal concentration in surface sediments from the two coastal inlets (Golden Horn Estuary and izmit Bay) of the northeastern Sea of Marmara: *Chem. Geology*, 91, 269-285.
- ; Bodur, M. N.; Yıldız M.; Ediger, D.; Ediger, V.; Yemencioğlu, S. ve Eryılmaz-Yücesoy, F., 1994, Sedimentation rates in the Sea of Marmara; a comparison of results based on organic carbon-primary productivity and ²¹⁰Pb dating: *Continental Shelf Research*, 14, 1371-1387.
- ; Kazancı N.; Varol B.; İleri Ö. ve Karadenizli L.; 1996, Late Quaternary depositional environments on the Southern Marmara shelf: *Turkish Journal of Marine Sciences*, 2, 83-92.
- Eriñç, S., 1957, Karacabey Boğazı: İst. Üniv. Coğr. Enst. Derg., 8, 95-99.
- Erkal, T. ve Emre, Ö., 1997, Nilüfer çayı (Bursa) Drenajının Kuruluşu ve Evrimi: Tektonizma-Drenaj ilişkileri Marmara denizinin oluşumu ve Neojen-Kuvaterner'deki evrimi. Güney Marmara bölgesinin Neojen ve Kuvaterner evrimi TÜBİTAK YDABÇAG 426/G Raporu (Koord: N. Kazancı ve N. Görür) Ankara 1-22.
- Erol, O., 1969, Çanakkale boğazı çevresinin jeomorfolojisi hakkında ön not: *Coğr. Araşt. Derg.*, 2, 53-71.
- , 1991, Türkiye kıyılarında terk edilmiş tarihi limanlar ve bir çevre sorunu olarak kıyı çizgisi değişimlerinin önemi: İ.Ü. Deniz Bil. ve Coğr. Enst. Bült., 8, 1-44.
- Galloway, W.E., 1975, Process framework for describing the morphologic and Stratigraphic evaluation of deltaic depositional systems: (Ed. Broussard, M.L.) Deltas; Model for Exploration, Houston Geol. Soc., 87-98, Houston, Texas, U.S.A.
- Görür, N.; Çağatay, M.N.; Sakıñç, M.; Sümengen, M.; Şentürk, K.; Yalıtırak, C. ve Tchepalyga, A., 1997a, Origin of the Sea of Marmara as deduced from the Neogene to Quaternary Paleogeographic evolution of its frame: *Intern. Geology Review*, 39, 342-352.
- ; ve —————, 1997b, Marmara denizinin oluşumu ve Neojen-Kuvaterner'deki evrimi: Güney Marmara bölgesinin Neojen ve Kuvaterner evrimi TÜBİTAK YDABÇAG 426/G Raporu (Koord: N. Kazancı ve N. Görür) Ankara 1-22.

- Gülbabazade, T., 1997, Anzeli gölü (KD Iran) civarındaki Kuvaterner istifinin incelenmesi: (Doktora Tezi), A.Ü. Fen bilimleri Enst., Ankara 121 s (yayımlanmamış), Ankara.
- Hoekstra, P., 1989, The development of two major Indonesian river deltas: morphology and Sedimentary aspects of the Solo and Porong deltas, East Java: (Eds.; Van der Linden, W.J.M., Cloeting, S.A.P.L, Kaasschieter, J.P.K, Vanderberghe, J., Van der Graaf, W.J.E ve Van der Gun, J.A.M) Coastal lowlands: Geology and Geotechnology, Kluwer Acad. Pub., 143-160, Dordrecht.
- Kazancı, N.; Bayhan, E.; Süleyman, N.; Şahbaz, A.; İleri, Ö.; Özdoğan, M.; Temel, A. ve Ekmekçi, E., 1997a, Manyas gölü ve güncel tortulları: TÜBİTAK YDABCAG-426/G no.lu proje raporu (Koord. N. Kazancı ve N. Görür) Ankara, 192-243.
- , Emre, Ö., Erkal, T., Görür, N., Ergin, M. ve İleri, Ö., 1997b, Kocasu ve Gönen deltalarının Morfolojisi ve Tortul yapısı: TÜBİTAK YDABCAG-426/G no.lu proje raporu (Koord. N. Kazancı ve N. Görür) Ankara, 140-169.
- Meteoroloji Bülteni, 1974, Ortalama, Ekstrem Sıcaklık ve Yağış Değerleri Bülteni: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- ; 1984, Ortalama, Ekstrem Sıcaklık ve Yağış Değerleri Bülteni: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Orton, G.J., 1988, A spectrum of Middle Ordovician fan deltas and braid plain delta, North Wales; a consequence of varying fluvial clastic input: (Eds.; Nemec, W. ve Steel, R.J.), Fan Deltas; Sedimentology and Tectonic Settings, Blackie Pub., Glasgow 23-49.
- ve Reading, H.G., 1993, Variability of deltaic processes in terms of sediment supply with particular emphasis on grain size: Sedimentology, 40, 475-512.
- Oti, M.N. ve Postma, G. (Eds.), 1995, Geology of Deltas: Balkema Pub. Comp., Rotterdam 480.
- Özsoy, E.; Oğuz T.; Latif, M.A. ve Ünlüata, Ü., 1986, Oceanography of the Turkish Straits: First Annual Report, Inst. Marine Sciences, M.E.T.U, 1, İçel 269.
- Postma, G., 1990, Depositional architecture and facies of river and fan deltas: a synthesis. (Eds.: Colella, A. and Prior D.B.), Coarse-Grained Deltas IAS. Spec. Pub. 10; 13-28.
- Reading, H.G. ve Collinson, J.D., 1996, Clastic Coast: (Ed. H.G. Reading), Sedimentary Environments; Processes, Facies and Stratigraphy. Blackwell, London; 154-231.
- Reineck, H.E ve Singh, I.B., 1980, Depositional Sedimentary Environments (2nd Ed.): Springer Verlag, Berlin, 439.
- Sayılı, İ.S.; Ergin, M.; Şahbaz, A.; Özdoğan, M.; Varol, B.; İleri, Ö.; Bayhan, E.; Görmüş, S.; Turan, S.D. ve Soydemir, Ö., 1997, Kocasu deltası plajlı kıyı tortullarının sedimantolojik ve mineralojik özellikleri: önraporu. TÜBİTAK YDABCAG-426/G no.lu proje raporu (Koord. N. Kazancı ve N. Görür) Ankara. 170-191.
- Scruton, P.C., 1960, Delta building and the deltaic sequence: (Eds.: F.P., Shepard, F.B. Phleger ve T.J.H. van Andel), Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico AAPG Pub., Tulsa, 82-102.
- Stanley, D.J. ve Blampied, C., 1980, Late Quaternary water exchange between the eastern Mediterranean and the Black sea: Nature, 285, 537-541.
- Şaroğlu, F.; Emre, Ö. ve Boray, A., 1987. Türkiye'nin Aktif fayları ve Depremsellikleri: MTA Rap., 8174 (yayımlanmamış), Ankara.
- ; —————ve Kuşçu, İ., 1992. Türkiye Diri Fay Haritası: MTA yaylı., Ankara.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F., 1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study: K.T. Biddle ve N. Christie-Blick (Eds.), Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation: Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ., 37, 227-264.
- Whateley, M.G.K. ve Pickering, K.T. (Eds.), 1989, Deltas; Sites and Traps for Fossil Fuels: Geol. Soc. Pub. No: 41, Blackwell, Oxford.
- Wright, L.D., 1985, River Deltas, (Ed. Davies, R.A.): Coastal Sedimentary Environments 2nd Ed., Springer Verlag, New York 1-76.
- Zubakov, V.A., 1993, The Caspian Sea level oscillations in the geological past and its forecast: Russian-Meteorology and Hydrology Bull., 8, 65-70.