



## Kocasu Deltası (Bursa – Karacabey) kıyı ve bataklık çökellerinin granülometrik, mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi

*Granulometric, mineralogical and geochemical investigations of coastland and marsh sediments of the Kocasu Delta, Karacabey - Bursa*

Sabiha Dilek TURAN<sup>1</sup>, İbrahim Sönmez SAYILI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü, Bakanlıklar, ANKARA

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, ANKARA

Geliş (received) : 18 Ekim (October) 2006  
Kabul (accepted) : 28 Mart (March) 2007

### ÖZ

Bu çalışma kapsamında, güney Marmara Bölgesi'nde Karacabey ilçesinin kuzeyindeki Kocasu Deltası'nın kıyı çizgisi ve kıyı gerisi kumları, kıyıya yakın bataklık çökelleri ile bir dereden alınan dere kumuna ait örneklerin tane boyu, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Kocasu Deltası güncel kıyı ve kıyı gerisi çökellerinin rüzgar, akarsu ve plaj kumu özellikleri sergilediği belirlenmiştir. Gerek ham, gerekse ağır mineral fraksiyon örneklerde yapılan mineralojik çalışmalarda başlıca; bazı amfibol ve piroksen grubu mineraller, apatit, biyotit, olivin, epidot, granat grubu mineraller, titanit, rutil ve zirkon mineralleri saptanmıştır. X-ışınları kırınım analizi çalışmaları ile amfibollerden; ferroçermakit, hastingsit, glokofan, tremolit ve ferropargasit ile granatlardan andradit ve almandin belirlenmiştir. Bu minerallerin yanı sıra ojit, filogopit, epidot, klinoklor ve biyotit saptanmıştır. Ham ve ağır mineral fraksiyonlarından derlenen 8 adet güncel kıyı ve kıyı gerisi örnek ile 6 adet bataklık çökeli ve dere kumu örneği üzerinde ana ve eser elementler için kimyasal analizler yapılmıştır. Beslenme havzasındaki litolojik birimler göz önüne alınarak analiz verilerinin yorumlanması sonucu, Cr, Ni, Co ve V'un havzada yer alan mafik ve ultramafik kayalardan türediği düşünülmektedir. Cu, Pb ve Zn'nun Kocasu Deltası'nın güneyindeki çeşitli mineralizasyon ve/veya maden yataklarından, W ve As'nin ise özellikle Bursa–Uludağ şelit yatağından gelmiş olma olasılıkları yüksektir. Ağır mineral fraksiyonlarında Fe, Mg, Ca, Al, Mn, Ti, P ve Zr elementlerindeki artışlar, mineralojik çalışmalarla belirlenen ağır minerallerle uyumlu olup bu minerallerden kaynaklanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır mineraller, Bursa, granülometri, kıyı çökelleri, Kocasu Deltası.

### ABSTRACT

*Within the framework of this study, granulometric, mineralogical and geochemical characteristics of sediment samples collected from shoreline and backshore parts and additionally from marsh sediments close to shore, and one stream sediment sample of the Kocasu Delta located north of the Karacabey town in the south of the Marmara Region are investigated. The granulometric studies carried out on both modern shore sediments and back shore sand dunes indicate the presence of wind blown, river and beach characteristics. Based on the mineralogical investigations carried out on both untreated and heavy mineral fraction samples, some amphibole and pyroxene group minerals, apatite, biotite, olivine,*

*epidote and garnet group minerals, sphene, rutile and zircon are determined. X-ray diffraction studies point out the presence of ferrotschermakite hastingsite, glaucophane, tremolite and ferropargasite minerals belonging to amphibole group and andradite and almandine belonging to garnet group minerals. In addition to these minerals, augite, phlogopite, epidote, clinocllore and biotite are determined. Eight samples representing modern shore and back shore sediments and six marsh and stream sediment samples are compiled from both untreated and heavy mineral fractions and are chemically analysed for major and trace elements. As a result of analytical data interpretations due to lithologies in the feeding basin; Cr, Ni, Co and V contents are supposed to be derived from mafic and ultramafic rocks. Cu, Pb and Zn have to be transported possibly from mineralizations and/or ore deposits located at the south of Kocasu Delta and, W and As from Bursa-Uludağ scheelite mine. Fe, Mg, Ca, Al, Mn, Ti, P and Zr enrichments in heavy mineral fractions are in good accordance with and generated from heavy minerals.*

**Key Words:** Heavy minerals, Bursa, granulometry, coastal sediments, Kocasu Delta.

## GİRİŞ

Bu çalışmada; Marmara Denizi'ne ulaşan Kocasu Çayı'nın oluşturduğu Kocasu Deltası kıyı ve gerisindeki kumlar ve eski ve yeni bataklık çökelleri ile bazı derekumu örneklerinin tane boyu ve mineralojik özellikleri ile jeokimya analiz verileri incelenmiştir. Kocasu Deltası; H 20-b2, b3 ile H 21-a1, a4 paftalarında yer almakta olup, deltanın doğusunda Gemlik Körfezi ve batısında Bandırma Körfezi bulunmaktadır. Delta, batıdan doğuya daralan bir geometri sunmakta olup, D-B yönlü 25 km'lik kıyı uzunluğuna ve K-G yönünde ise en fazla 3.5 km'lik genişliğe sahip kıyı (plaj) çökellerinden oluşmaktadır (Şekil 1).

Marmara Denizi güneyinde, Paleozoyik ve Kuaterner arasında değişen yaşlara sahip magmatik, metamorfik ve sedimanter birimlerin içinden akarak Karacabey kuzeyinden denize dökülen Kocasu Çayı'nın denize ulaştığı bölgede, karadan getirilen çökellerin birikmesi ile oluşmuş delta tipi kumul depoları yer almaktadır. Kocasu Deltası her iki yanda denize kadar uzanan temel kayalarla sınırlı alanda büyümekte olup, bu gelişme hemen güneydeki diri bir fay ile denetlenmektedir. Kocasu Çayı deltayı iki kısma ayırır ve batıdaki kısım doğudaki kısmından daha büyüktür. Akarsu boşalım ağzının batı tarafında Dalıyan Lagünü, doğu kısmında ise Arapçiftliği Lagünü yer almaktadır (Şekil 2).

Kocasu Deltası'ndaki kıyısız eski ve yeni kumullar ile bu deltaya ait Dalıyan ve Arapçiftliği La-

günleri yakın civarından Turan (1999) tarafından alınan örneklerde sedimantolojik, mineralojik ve jeokimyasal çalışmalarla, çökellerin tane türleri, boyları belirlenmiş, minerallerin taşınma mekanizmaları ve kaynak kayaçları değerlendirilmiştir.

## MALZEME VE YÖNTEM

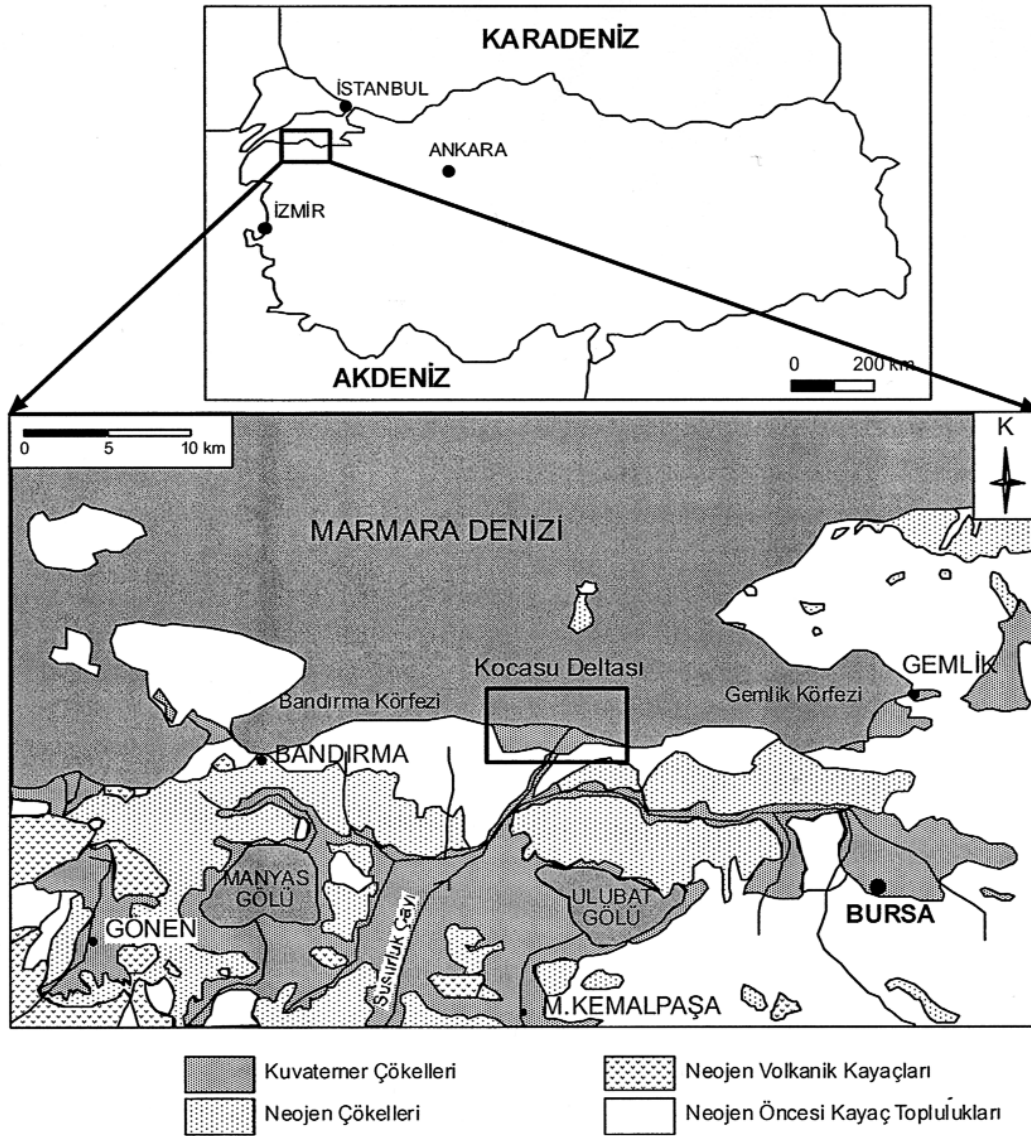
### Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmalarında örnek alınımına, Kocasu Deltası'nın batı sahil kesiminin en uç noktası olan Malkara Koyu'nun en batısından başlanmıştır (Şekil 2). İlk 2 örnek 70'er metre aralıklarla, onu izleyen 3 örnek 85'er metre aralıklarla alınırken, 6. örnekten itibaren 16. örneğe değin 175'er metre aralıklı örnekler toplanmıştır. İlk 16 örnek Malkara Koyu'ndan alınmıştır. 16. örnek ile 17. örnek arası, sahilde yaklaşık 20 m'lik küçük bir koy olması nedeniyle kısa bir aralık geçilerek derlenmiştir. 17. örnek ile 18. örnek arası ise 30 m'dir. 17. örnekten itibaren, 40. örnek dahil olmak üzere, Malkara Koyu'ndan Kocasu Çayı ağzına kadar uzanan güncel plaj kumlarından 500'er metre aralıklarla örnek alınmıştır. Kocasu Çayı'nın plajlı doğu kıyılarındaki örnekleme ise, 44. örnekten 59. örneğe kadar yine 500'er metre aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Toplam 55 lokasyondan "A ve B" rumuzlarıyla 110 adet örnek alınmış, toplam 90 adet örnek üzerinde sedimantolojik ve ağır mineral çalışmaları yürütülmüştür. Ayrıca Kocasu Deltası içindeki bataklık

çökelleri ile bu deltayı besleyen derelerden de 97 rumuzlu 47 örnek derlenmiştir.

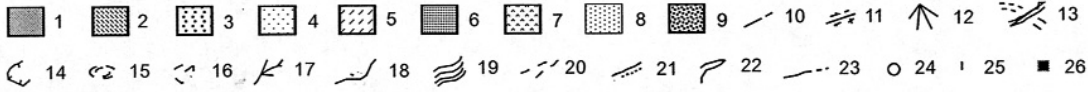
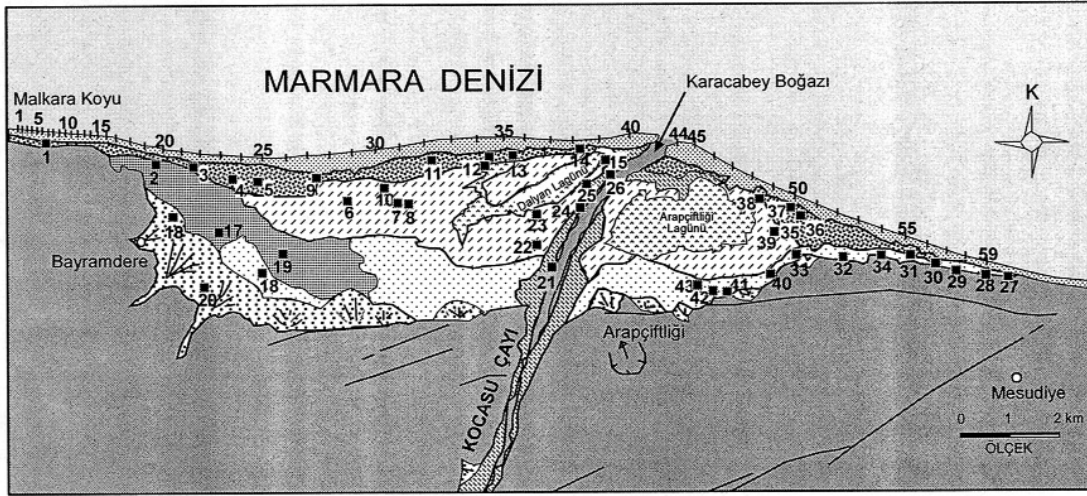
Her örnekleme lokasyonunda "A" rumuzlu örnekler kıyı çizgisinden (deniz suyu seviyesinden) alınırken, "B" rumuzu ile ancak yüksek kaba dalga veya fırtınalı dönemlerde suyun ulaşabildiği ve olağan durumlarda rüzgar etkisinde kalmış ve 7 ile 10 m kadar kıyı gerisine düşen art kıyı-arka plaj alanlarından örnekler alınmıştır. "B" rumuzlu art kıyı örneklerinin alınımında yüzeysel etkilerden uzaklaşmak için, yüzey 10-15 cm civarında temizlenerek, derine doğru örnek

toplanmasına özen gösterilmiştir (Şekil 3). Örnekler standart olarak kullanılan naylon torbalara deniz suları süzülerek konulmuştur. Örnek ağırlıkları yaklaşık 1.5-2 kg civarındadır. Kocasu Çayı'nın eski ve yeni bataklık çökellerini temsilen batı kesimden 26 ve doğu kesimden 17 örnek olmak üzere toplam 43 adet örnek alınmıştır (bkz. Şekil 2). Olanaklar ölçüsünde, örneklemenin deltanın geneline yayılmasına özen gösterilmiştir. Lagün çevresinde yoğun bataklık alanların bulunması örnek alımını zorlaştırmıştır. Kocasu Deltası'nı besleyen derelerden de 9 örnek derlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının jeolojisi ve yer bulduru haritası (Emre vd., 1997a'dan değiştirilerek).  
Figure 1. The geology and location map of the study area (modified from Emre et al., 1997a).





Şekil 2. Kocasu Deltası'nın Kuvaterner jeolojisi-jeomorfolojisi ve örnekleme yerleri. (1. deltayı çevreleyen aşınım alanı, 2. taşkın ovası çökelleri, 3. yelpaze çökelleri, 4. kumlu delta çökelleri, 5. yeni bataklık çökelleri, 6. eski bataklık çökelleri, 7. lagün, 8. güncel kumul, 9. eski kumul, 10. dokanak, 11. fay, 12. alüvyon yelpazesi, 13. akarsu yatağı, 14. eski menderes yenişi, 15. kopuk menderes, 16. heyelan, 17. krevas, 18. burunseti deposu, 19. akarsu yatağı ve levesi, 20. kumsal sırtları, 21. kumsal, 22. kıyı oku, 23. eski ve yeni delta sınırı, 24. yerleşim yeri, 25. 1996 yılında kıyı çizgisinden ve 26. 1997 yılında deltadan derlenen örneklerin numaraları) (Kazancı vd., 1999'den değiştirilerek).

Figure 2. The geological-geomorphological map of the Kocasu delta and sampling locations. (1. denudation area surrounding the delta, 2. flood plain sediments, 3. alluvial fan sediments, 4. sandy delta sediments, 5. new marsh sediments, 6. old marsh sediments, 7. lagoon, 8. actual coastal dune, 9. old coastal dune, 10. contact, 11. fault, 12. alluvial fan, 13. river channel, 14. old meander scar, 15. cut-off meander, 16. landslide, 17. crevasse, 18. point-bar deposit, 19. river and its levee, 20. beach ridges, 21. beach, 22. spit, 23. boundary of old and new delta, 24. settlement, 25. numbers of samples collected from shoreline in 1996, 26. numbers of samples collected from delta in 1997) (modified from Kazancı et al., 1999).

## Laboratuvar Çalışmaları

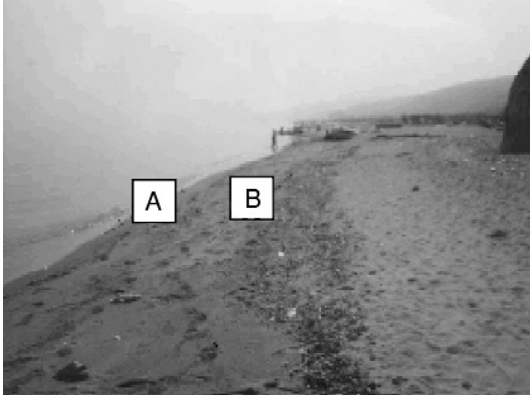
### Tane boyu ve ağır mineral analizi

Bu analizleri yapmak için alınan 1.5-2 kg'lık örnekler mekanik yarılama aleti ile yarılanmıştır. Her örneğin 1/4'lük kısmı analizler için kullanılmış ve örnekler 50°C'de kurutulmuştur. Malzemenin elenmesinde 10, 18, 35, 60, 120 ve 250 mesh'lik 6 adet elek ve toplama kabı kullanılmış, böylece fraksiyon dağılımlarını görebilmek amacıyla 7 tane boyu fraksiyonu elde edilmiştir. Ortalama 0.5 kg ağırlığındaki örnekler 25 dakika süreyle sallayıcıda elenmiştir. Her örnek için

+35, +60 ve +120 mesh (sırasıyla 1 mm, 0.5 mm ve 0.25 mm) boyutundaki fraksiyonlar harmanlanmıştır. Bu fraksiyonların seçilmesindeki neden, birkaç örnek üzerinde yapılan denemelerde minerallerin bu tane boylarında serbestleşme gösterdiğinin görülmesidir. Bu harmanın toplam 20 gramlık bir kısmı üzerinde, ağır sıvı olarak yoğunluğu 2.94 g/cm<sup>3</sup> olan tetrabrometan kullanılarak ağır mineral ayırımı gerçekleştirilmiştir.

Elek analizi yapılan her örnek için tane boyuna karşılık ağırlık (gram cinsinden) % kümülatif frekans çizelgeleri oluşturulmuş ve bunlar kullanılarak her örneğe ait tane boyu dağılım eğrileri ç-

zılmıştır. Bu eğriler yardımıyla ortalama tane boyu (Mz), boylanma (d), yamukluk (Sk) ve tepelenme (Kg) değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.



Şekil 3. Örnekleme yerleri: A (kıyı çizgisi) ve B (art kıyı-arka plaj).

Figure 3. Sampling locations; A (shoreline) and B (backshore).

### Manyetik ayırma çalışmaları

Ağır mineral örnekleri manyetik ayırıcı ile manyetik özelliklerine göre ayrılmıştır. Öncelikle el mıknaatısı kullanılarak örneklerdeki manyetit ve pirotin gibi ferromanyetik mineraller ayrılmıştır. Ağır mineraller, manyetik ayırıcı yardımıyla 6 gruba ayrılmış ve her grup mineralojik açıdan incelenmiştir.

### Mikroskop çalışmaları

Kocasu Deltası kıyı kumları üzerinde ilk mineralojik incelemeler; binoküler mikroskopta ağır minerallerin ayırımı şeklinde yapılmıştır. Binoküler mikroskopta taneler dış görünüşlerine göre gruplandırılmış ve genel özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca örnekler ultraviyole lamba kullanılarak belirgin flüoresans özellikleri açısından ayırtlanmıştır. Mikroskopik incelemeler, 180 adet ağır mineral örneğinin kırılma indisi 1.595 olan araldit içerisine gömülmesi ile oluşturulmuş incekesitlerde yapılmıştır.

### X- ışını kırınım analizleri

Manyetik ayırıcı aracılığıyla farklı gruplara ayrılan örnekler üzerinde de mineralojik incelemeler yapılmıştır. Elde edilen bu verileri desteklemek amacıyla Ankara Üniversitesi Bilimsel Teknik Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarla-

rında X-ışınları kırınım analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma için Rigaku D-max 2200 marka, bakır hedefli  $\lambda = 1.54 \text{ \AA}$  olan X-ışını tüplü kırınım aleti kullanılmıştır. Aletin adım aralığı  $0.02^\circ$ , tarama hızı  $6^\circ / \text{dakika}$  ve adım zamanı 0.2 saniyedir. X-ışınları kırınım analizleri, hem ağır mineral fraksiyonu hem de ham örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir (Turan, 1999).

### Jeokimya analizleri

Kocasu Deltası'nı temsil eden toplam 14 örnek üzerinde jeokimyasal incelemeler yapılmıştır. Örneklerin seçiminde, bunların tüm alanları kapsamına özen gösterilmiştir. Doğu sahilini temsil eden kıyı çizgisi ve kıyı gerisinden birer örnek (28A ve 28B), batı sahilinden de yine kıyı çizgisi ve kıyı gerisinden birer örnek (53A ve 53B) alınmıştır. Deltanın doğu ve batı kesimlerinden bataklık çökellerini temsilen birer örnek (97-18 ve 97-32) alınırken, bir örnek de (97-46) deltayı besleyen akarsulardan birinden dere kumu olarak seçilmiştir. Hem ham örnekler, hem de ağır mineral fraksiyonlarında yapılan çalışmalarla jeokimyasal veriler yorumlanmaya çalışılmış, jeokimyasal analizler ve mineralojik incelemelerin yorumlarına katkıda bulunulması ve bazı anomali durumları söz konusu ise bu durumun ortaya konulabilmesi amaçlanmıştır.

Yarılama aleti ile temsili olarak yeterli miktarda alınan örnekler, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları'ndaki öğütme makinesinde 30 saniye süre ile öğütülmüştür. Analiz için hazır olan örnekler Kanada'daki Acme Analiz Laboratuvarı'nda (Acme Analytical Laboratories) ICP-MS yöntemiyle 40 ana ve eser element için analiz edilmiştir. Bu analizlerden önem taşıyan 25 elemente ait analiz sonuçları, ACME Laboratuvarı'nın kullandığı standartlarla birlikte Çizelge 1'de sunulmuştur. Örnek numaralandırılmalarında ağır mineral fraksiyonlarını daha kolay anlamak için ham örnek numaralarının önüne 1 rakamı ilave edilmiştir (örneğin ham örnek 28A, ağır mineral örneği 128A gibi). Elde edilen sonuçlar; literatürdeki değerlerle ve  $200 \text{ km}^2$  civarındaki beslenme havzasında bulunan kayalar ve akaçlama sisteminin özelliklerine bakılarak yorumlanmaya çalışılmıştır.

Çizelge 1. Kocasu Deltası kıyı ve bataklık çökellerine ait çoklu analiz sonuçları (\*Değerler ppm cinsinden verilmiştir).  
Table 1. Results of multielement analysis from the shore and marsh sediments from the Kocasu Delta (\* Values in ppm).

Örnek No.	Al (%)	Fe (%)	Ti (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	P (%)	Mn*	Cr*	Ni*	Co*	V*	Cu*	Pb*	Zn*	W*	Sc*	As*	Th*	Zr*	La*	Ce*	Nb*	Y*
28A	4.24	1.69	0.13	1.39	0.81	1.55	2.00	0.029	436	42	59	42	34	5	19	21	368	3	26	8	20	15	27	4	8
28B	4.42	1.69	0.14	1.47	0.91	1.58	1.93	0.024	401	46	67	51	35	4	19	22	442	3	21	6	18	13	24	3	8
53A	4.41	1.60	0.13	1.30	0.70	1.69	2.14	0.026	382	30	51	60	33	5	24	22	487	3	26	8	22	16	28	4	8
53B	4.95	1.73	0.15	1.66	1.03	1.79	2.01	0.026	394	59	74	52	38	5	23	24	349	3	20	6	19	18	32	4	8
97-18	5.93	2.14	0.21	1.45	0.82	1.79	2.01	0.048	609	121	69	44	53	8	23	29	371	7	18	7	16	28	37	5	9
97-32	5.71	2.38	0.22	2.18	1.56	1.74	2.10	0.041	479	249	102	47	57	7	21	41	<4	7	23	8	17	44	56	6	12
97-46	5.88	1.90	0.18	1.52	1.02	1.61	2.71	0.036	342	766	4544	11	46	17	134	216	<4	5	22	10	26	34	45	6	10
128A	6.31	6.45	0.61	3.16	5.28	1.80	2.08	0.100	1073	535	1485	31	172	25	107	158	<4	17	79	8	53	41	52	13	20
128B	6.06	6.09	0.59	3.08	5.88	1.74	2.24	0.109	1086	736	400	32	171	21	37	293	<4	18	84	12	55	55	77	14	22
153A	6.07	5.84	0.71	4.24	4.59	1.58	2.01	0.174	1208	566	248	29	193	16	35	199	<4	26	54	12	58	62	89	18	37
153B	5.32	8.23	1.06	6.88	5.17	1.13	0.68	0.222	1880	729	183	36	293	21	20	131	<4	49	40	26	39	149	222	27	61
97-118	5.82	9.76	1.27	8.48	5.05	0.88	0.45	0.162	2623	1044	195	41	321	19	22	537	<4	56	60	33	38	237	337	24	79
97-132	5.67	7.82	1.09	7.42	4.87	1.44	0.50	0.142	1794	1041	206	39	290	25	16	230	<4	44	36	51	51	283	426	33	62
97-146	4.86	11.3	1.15	5.37	4.58	1.05	1.09	0.162	2049	1176	173	38	348	44	32	321	<4	51	75	134	47	623	919	36	64
CT 3	7.91	4.15	0.40	1.69	0.98	2.00	2.07	0.093	971	266	38	12	132	62	36	169	25	6	63	26	38	28	49	14	13
G 2	9.71	2.60	0.27	3.22	0.76	2.98	3.29	0.088	767	80	7	3	54	<2	15	44	<4	4	<5	6	6	28	52	16	15
USGS-G2	7.99	1.90	0.26	1.36	0.42	3.76	3.56	0.049	237	7	2	2	34	6	26	73	<4	2	<5	22	27	27	135	8	5

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Tane Boyu Çözümlemeleri

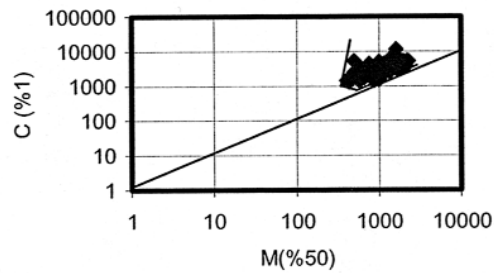
Bu çözümler, Turan (1999)'dan alınan veriler kullanılarak istatistiksel parametreler yardımıyla Kocasu Çayı kumlarının dağılımı ve buna etki eden faktörlerin incelenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kocasu Deltası batı kıyı kumlarının orta kum ile ince çakıl boyutu ( $-1.18 \phi / 1.27 \phi$ ), çok iyi-kötü boylanmalı ( $1.34 \phi / 0.24 \phi$ ), iri taneden-ince taneye çok yamuk ( $-0.42 / 1.3$ ) özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir. Doğu kıyı kesiminde yer alan kumların ise, orta kum-çok iri kum ( $-0.83 \phi / 1.2 \phi$ ), iyi - orta derecede boylanmalı ( $0.9 \phi / 0.4 \phi$ ) ve iri taneden - ince taneye çok yamuk ( $-0.89 / 0.36$ ) olduğu görülmektedir.

Kocasu Deltası sahil gerisindeki bataklık çökellerinden ve dere kumlarından alınan örnekler; orta-ince kum boyutunda ( $1 \phi / 3 \phi$ ), iyi-orta boylanmış ( $0.50 \phi / 1.52 \phi$ ), çok ince yatıklı pozitiften çok iri yatık negatif ( $-1.00 \phi / +1.00 \phi$ ) arasında değişen yamukluk (çarpıklık) özelliği göstermektedir. Örneklerin sivrilik özelliği ise, ( $0.43 \phi / 2.19 \phi$ ) arasında değişen değerlere sahiptir ve her türden sivrilige sahip eğrileri yansıtmaktadır.

Dokusal incelemeler sonucunda elde edilen ve yukarıda belirtilen parametreler yardımı ile C-M ve  $\delta$ -Sk diyagramları çizilmiştir. C-M diyagramına göre Kocasu Delta kıyı çökelleri plaj kumu (Şekil 4),  $\delta$ -Sk diyagramına göre ise rüzgar, akarsu ve plaj kumları özelliğinde oldukları belirlenmiştir (Şekil 5). Kıyı gerisinden alınan örneklerin  $\delta$ -Sk grafiği (Şekil 6) incelendiğinde; delta kumlarının rüzgar, akarsu ve plaj kumları özelliği taşıdığı görülmektedir. Dere kumlarından ve bataklık çökellerinden alınan bazı örneklerin ise, bu üç bölgenin dışında kaldığı ve bu örnekler üzerinde bulanık (türbilanslı) akıntının etkisinin de olduğu belirlenmiştir.

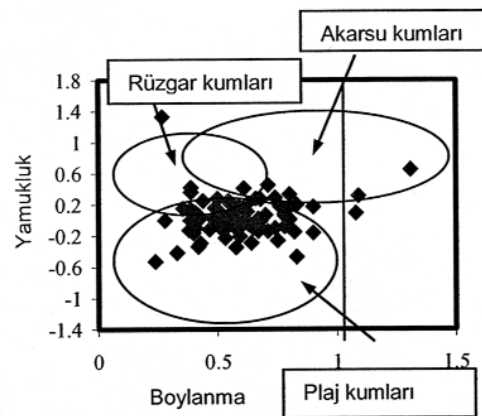
Her iki kıyıya ait kumların ortalama tane boylarında ve diğer parametrelerinde genelde belirgin bir farklılık görülmemesine karşın, batı sahili doğu sahiline göre iri taneli kumlarca daha zengindir. Normalde daha iri taneli kumların boğaz civarındaki örneklerde gözlenmesi beklenirken, buralardan alınan örneklerdeki kumların boyutunun en büyük tane boyuna ulaşmadığı görülmektedir. Bu durum, Karacabey Boğazı'ndan

Marmara Denizi'ne giriş yapan Kocasu Çayı'nın getirdiği iri taneli malzemelerin, yaklaşık doğudan batıya doğru taşındığını göstermektedir. Bununla birlikte, Malkara Koyu'ndan derlenen 1-15 numaralı örneklerin ortalama tane boyları tüm örnekler için en büyük değerlere ulaşmaktadır. Bu durumun, iri taneli malzemenin Malkara Koyu'na ulaşan küçük akarsularca getirilmiş çökellerden kaynaklanabileceği sonucuna varılmaktadır.



Şekil 4. Kocasu Deltası kıyı kumlarının C-M diyagramı (Veri sayısı: 90 adet; Passege (1957)'a göre).

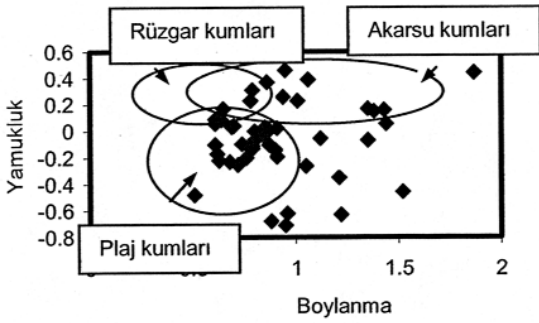
Figure 4. C-M graph of the coastal sands from the Kocasu Delta (Number of data: 90; according to Passege (1957)).



Şekil 5. Kocasu Deltası kıyı kumlarının boylanma-yamukluk diyagramı (Veri sayısı: 89 adet; Friedman (1967)'a göre).

Figure 5. Skewness versus standard deviation (sorting) values for the coastal sands from the Kocasu Delta (Number of data: 89; according to Friedman (1967)).





Şekil 6. Kocasu Deltası kıyı gerisi çökellerinin boylanma-yamukluk diyagramı (Veri sayısı: 48 adet; Friedman (1967)'a göre).

Figure 6. Skewness versus standard deviation (sorting) values for the backshore sediments from the Kocasu Delta (Number of data: 48; according to Friedman (1967)).

### Mineralojik İncelemeler

Bu bölümde elde edilen tüm veriler Turan (1999) tarafından ayrıntılı olarak verilmiştir. Kıydan alınan örneklerde aksinit, amfibol grubu mineraller (aktinolit, arfvedsonit, glokofan, hornblend, krossit ve tremolit), apatit, beril, biyotit, disten, epidot grubu mineraller (epidot, zoisit ve klinozoisit), granat (hem izotrop, hem de anizotrop türleri), kalsit, klinopiroksenler (diyopsit, kloromelanit, ojit ve titanojit), korund, lavsonit, nefelin, olivin, ortopiroksenler (bronzit, enstatit ve hipersten), prehnit, rutil, sfalerit, spinel, şelit, titanit, turmalin, vollastonit ve zirkon olmak üzere 30 ağır mineral türü saptanmıştır. Amfibol ve piroksen grubu mineraller, biyotit, olivin, epidot, arfvedsonit, prehnit, granat grubu ve aksinit mineralleri baskın olarak gözlenmektedir. Bu minerallerin yanı sıra, disten, glokofan, rutil, titanit ve zoisit mineralleri ikinci derecede çokluk dağılımına sahiptir. İncelenen örneklerde +120 mesh fraksiyonunda serbestleşmiş mineral miktarının arttığı görülmüştür.

Kocasu Deltası bataklık çökelleri ve dere kumlarından alınan örneklerin mineralojik incelemeleri sonucunda ise; apatit, arfvedsonit, biyotit, disten, epidot, glokofan, granat grubu mineralleri, hornblend, manyetit, olivin, piroksen grubu mineralleri, pirotin, prehnit, rutil, stavrolit, titanit (sfen), tremolit, turmalin, zirkon ve zoisit mineralleri olmak üzere 20 ağır mineral türü belirlenmiştir.

Kıydan alınan örneklerde belirlenen kayaç parçalarında yapılan ilk mineralojik-petrografik incelemelerden aşağıdaki yorumlar çıkartılabilmektedir. Klinopiroksen (ojit, diyopsit ve titanojit), ortopiroksen (bronzit, enstatit ve hipersten) ile olivinin köken kayaçları, bölgede yaygın olarak izlenen ofiyolitik melanja ait ultramafik kayalardan peridotitler ve piroksenitler olabileceği gibi, aynı melanja ait diğer mafik kayalar veya intrüzif gabrolar da olabilir. Bu kayaların dağılımı, 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji haritası'nda Marmara Denizi'nin güneyini içine alan İstanbul paftası (Ternek vd., 1987) ve İzmir paftası'nda (Dubertret vd., 1973) görülebilmektedir. Marmara Denizi güneyinde yer alan kayalar ilgilendiren diğer tüm yorum için de aynı kaynaklara bakılabilir.

Krossit-epidot birlikteliği gösteren kayaç parçaları ile glokofan, krossit, egirin, arfvedsonit, kloromelanit, prehnit ve lavsonit mineralleri Okay (1980a, 1980b, 1982) tarafından belirtilen ve Domaniç ile Kütahya arasındaki Gümüşyeniköy civarında yer alan mavişistlere özgü parajenezlere sahip bölgesel metamorfik kayalardan türemiş olmalıdır.

Hornblendler ve biyotitlerin kayaç oluşturan mineraller ve apatitin de magmatitlerde yaygın olarak rastlanan aksesuar minerali olmaları nedeniyle kökenleri çeşitli kayalar olabilir. Şelitin, başta Bursa-Uludağ'da skarnlaşmalara bağlı olarak oluşmuş şelit yatağından (Yüce vd., 1987) türemiş olduğu düşünülmektedir. Grossular-andradit türü granatlar da aynı skarnlar ve bölgede yer alan diğer skarnlardan türemiş olabilirken, pirop - almandin - spessartin grubu optik izotrop granatlar metamorfik ve/veya metasomatik kayalardan kaynaklanmış olabilir. Benzer şekilde, vollastonitlerin Sağlam (1989)'ın Balıkesir-Susurluk-Şamlı civarında veya Erdinç (1978)'in belirttiği gibi Balıkesir-Kepsut-Serçeören civarlarında izlenen mineralizasyonlardan kaynaklama olasılığı bulunmaktadır.

Titanit ve rutil de bölgede çok miktarda gözlenen magmatik ve/veya metamorfik kayalardan türemiş olmalıdır. Epidot grubu minerallerden epidot, zoisit ve klinozoisit minerallerinin metamorfik kayalardan ve bölgede varlığı bilinen kontakt metasomatik oluşumlar olan skarnlardan türemiş olma olasılığı yüksektir. Benzer yaklaşım, aktinolit ve tremolitler için de söz konusudur.



Bal renkli sfaleritlerin ise, kaynak kayaç havzasında çok yaygın olarak izlenen Pb-Zn-Cu yataklarının bazılarında kaynaklanarak sahile ulaşmış olduğu düşünülmektedir. Şörl tipi turmalin bölgedeki magmatik kayaçlardan türemiş olmalıdır.

MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmada (Saydamer, 1961), Güney Marmara'nın Biga-Karabiga ve Kapıdağı Yarımadası civarlarındaki kıyı çökellerinde, ince kum fraksiyonlarının da % 19.7 oranında hornblend, epidot, ojit, titanit, korund, rutil, turmalin ve zirkondan oluşan ağır mineraller saptanmıştır. Bu veriler, Kocasu Deltası sahilinde bulunan ağır mineral türleriyle önemli benzerlikler göstermektedir.

### X-Işını Kırınım Çözümlemeleri

Belirlenen mineral türlerinin doğruluğunu kontrol etmek üzere X-ışınları kırınım çözümlenmeleri yapılmış ve her iki analiz sonuçlarının büyük benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Deltanın kıyı kesiminden alınan ham örneklerde ana (majör) fazda kuvars mineraline rastlanmaktadır. Ancak %5'den az mineral çokluklarında X-ışınları kırınım yönteminde pik örtüşmeleri nedeniyle sonuçların yorumlanmasında güçlükler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle olabildiğince az bulunan (minör) fazda analiz sonuçlarının değerlendirilmesine çalışılmıştır. Ağır mineral fraksiyonu analizleri sonucunda ana fazda bir hornblend türü olan tirodit ((Mg,Mn)<sub>7</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>22</sub>(OH)<sub>2</sub>), ojit, filogopit, ferroçermakit, az bulunan fazda ise hastingsit, epidot, glokofan, andradit, almandin, klinoklor, biyotit, ojit, tremolit ve ferropargasit saptanmıştır. Bu mineral türleri mikroskobik incelemelerle bulunan minerallerle uyum içindedir.

### Jeokimya Çalışmaları

Kocasu Deltası'ndan alınan örneklerle ait analiz verileri Turan (1999)'dan derlenmiştir. Toplam 14 örnekte yapılan analizlerde 25 elemente ait değerler Çizelge 1'de sunulmuştur. Örneklerin beslenme havzasında hemen hemen her türden magmatik, metamorfik ve sedimanter kayaç türleri bulunduğundan, elde edilen analiz sonuçları ile ilgili olarak yorum yapmak oldukça güç olmaktadır. Ancak anomali gösteren bazı elementler aşağıda yorumlanmaya çalışılmıştır.

Demir, magnezyum, kalsiyum ve manganez ana elementler olup, hem ham örneklerde bol mik-

tarda bulunmakta, hem de ağır mineral fraksiyonlarında olivin, amfiboller, piroksenler, biyotit, granat ve epidot gibi çok rastlanan ağır mineraller nedeniyle bağlı olarak on kata varan artışlar göstermektedir (Şekil 7a ve 7b). Alüminyum tüm örnekler bazında ham ve ağır mineral fraksiyonu analizlerinde önemli bir değişiklik göstermemekte olup, sodyum ve potasyum değerlerinde ise ağır mineral fazında biraz azalma görülmektedir (bkz. Şekil 7a ve 7b). Bu elementlerin ham örneklerde bol oranda bulunmasının nedeni, K-feldispat ve albitik plajiyoklazların yoğunluklarının 2.94 g/cm<sup>3</sup>'den daha düşük olması sebebiyle, bu minerallerin ağır mineral fraksiyonunda zenginleşmemesindedir. Alüminyumun değişmemesinin nedeni ise, feldispatların ağır mineral fazında yer alamamasına karşın amfiboller, piroksenler, biyotit ve granat ve epidot gibi minerallerin ağır mineraller olarak oldukça zenginleşmesi ile oransal olarak dengelenmesi sayılabilir.

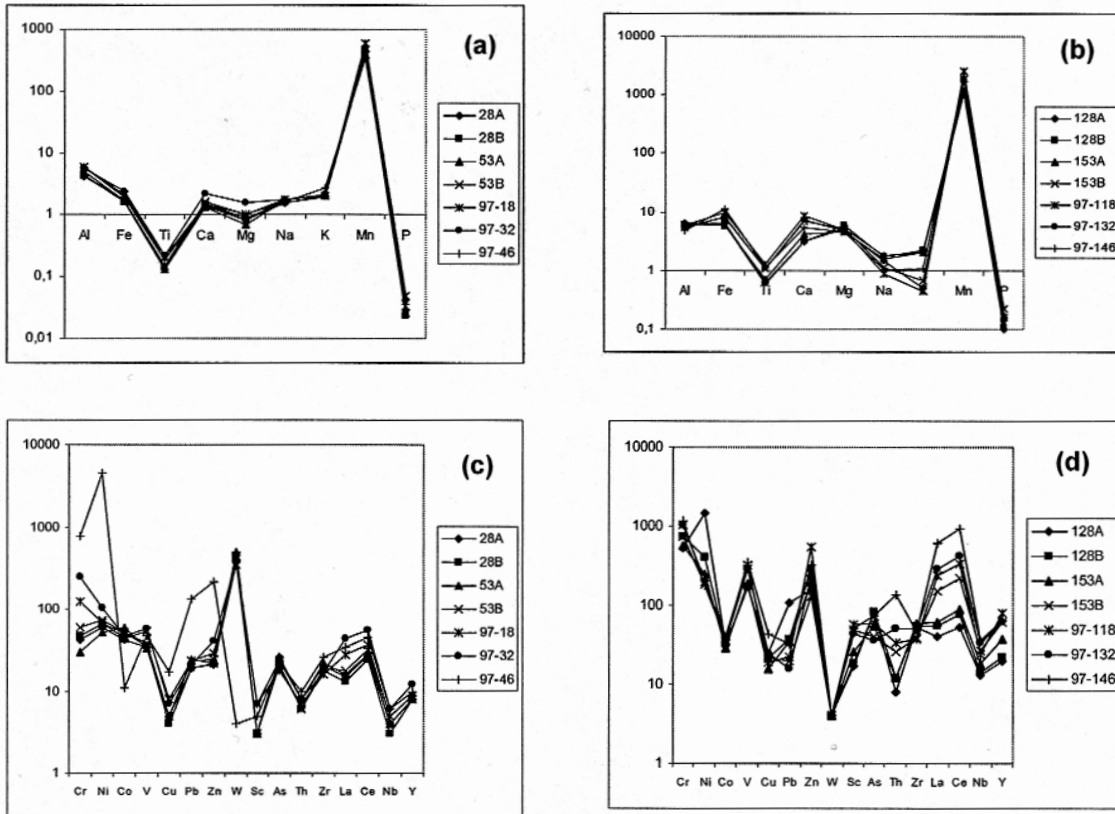
Titanyum değerleri ham örneklerde %0.22'nin altında iken, ağır mineral örneklerinde %0.61-1.27 arasında değişmektedir (bkz. Şekil 7a ve 7b). Bu değer, mineralojik çalışmalarla da belirlenen ağır mineral fraksiyonlarında rutil artışı ile paralellik göstermektedir. Buna titanit ve ilmenitten gelebilecek titanyum değeri de eklenebilir. Beslenme havzasında titan minerallerini içeren magmatik ve metamorfik kayaçlar yeterince bulunmamaktadır.

Fosfor değerleri; ham örneklerde %0.48'den küçük iken, ağır mineral örneklerinde %0.1'den başlayıp %2.22'ye kadar çıkmaktadır (bkz. Çizelge 1). Bu değerler, ağır mineral fazında zenginleşen ve mineralojik çalışmalarda da belirtildiği gibi apatit mineralinin bulunmasından kaynaklanmaktadır. Böylelikle ham örneklere göre dört kata varan artışlar görülmektedir (bkz. Şekil 7a ve 7b).

Krom değerleri ham örneklerden kıyı çökellerinde 42-59 ppm iken, bataklık çökellerinde 121-249 ppm arasındadır. Dere kumunda ise, krom değerleri 766 ppm'dir ve çok yüksektir. Ağır mineral fraksiyonlarında ise bu değerler; kıyı çökellerinde 535-736 ppm, bataklık çökellerinde 1040 ppm ve dere kumunda da 1176 ppm'dir (bkz. Çizelge 1). Bu yüksek değerler, ağır mineral fazında kromit tanelerinin on katına kadar zenginleştiğini göstermektedir (Şekil 7c ve 7d). Krom değerlerinin yüksekliği, beslenme havza-

sında ultramafik kayalara ve dolayısıyla kromit zenginleşmelerine bağlanabilir. Nikel değerleri kıyı kumları ham örneklerinde 51-74 ppm arasında iken, bataklık kumullarında da hemen hemen aynı değerler civarındadır. Ancak dere kumunda 4544 ppm gibi çok anormal bir değer söz konusudur (bkz. Çizelge 1). Bu dağılım, nikelin yüksek hareketlilik özelliğine bağlı olarak sahile ulaşarak hareketliliğinin artmasıyla açıklanabilir. Ağır mineral fraksiyonlarında 128A numaralı örnekte 1485 ppm'lik çok yüksek bir değer verirken, diğer örneklerde 173-400 ppm arasında değişen ve ham örneklere göre altı katına varan artışlar sunmaktadır (bkz. Çizelge 1, Şekil 7c ve 7d). Bu değerler, nikelin ağır mineral fazında daha da fazla zenginleştiğini göstermektedir. Zenginleşme oranının altı katta kalmasının nedeni

de yine nikelin hareketliliği ile ilişkili olabilir. Kobalt değerleri, ağır mineral fraksiyonları da dahil olmak üzere, tüm örneklerde 11-60 ppm arasında ve ortalama 40 ppm civarındadır (bkz. Çizelge 1). Bu değerler, Marmara'nın güneyinde kobalt cevherleri veya mineralleri içeren kayaların beslenme havzasında bulunmamasından dolayı beklenen düzeydedir. Ağır mineral fraksiyon analizlerinde kobalt değerleri yarı yarıya azalmaktadır (bkz. Şekil 7c ve 7d). Vanadyum değerleri ham örneklerde 30-60 ppm arasında iken, ağır mineral örneklerinde 170-293 ppm ve dere kumu ağır mineral fazında 348 ppm'den yüksektir (bkz. Çizelge 1). Bu değerler, vanadyum için ortalama altı kat civarında bir artış demektir (bkz. Şekil 7c ve 7d).



Şekil 7. Kocasu Deltası çokluk dağılımları: (a) ham örneklerde ana elementler, (b) ağır mineral fraksiyonlarında ana elementler, (c) ham örneklerde eser elementler, (d) ağır mineral fraksiyonlarında eser elementler.

Figure 7. Distributions of concentrations of Kocasu Delta: (a) major elements at untreated samples, (b) major elements at heavy mineral fractions, (c) trace elements at untreated samples, (d) trace elements at heavy mineral fractions.

Bakır değerleri ham örneklerde 5-8 ppm gibi düşük değerlere sahip iken, ağır mineral fazında dört katına varan bir artış söz konusudur. Dere kumu örneğinde değerler sırasıyla 17 ppm ile 44 ppm olup, sahil gerisinden gelişlerde bakır değerinin biraz daha yüksek olabileceğine işaret etmektedir. Kurşun için iki grup örnekte çok belirgin bir değişim gözlenmemektedir. Çinko değerleri ise ham örneklerde 20-40 ppm arasında, ağır mineral fraksiyonlarında ise 130-537 ppm arasındadır (bkz. Çizelge 1). Ağır mineral fraksiyonunda bu elementler için on katına varan zenginleşmeler gözlenmektedir (bkz. Şekil 7c ve 7d). Bakır, kurşun ve çinko değerlerindeki değişimler değerlendirildiğinde; bu değerlerin beslenme havzasında Balıkesir-Bursa illerinde Dursunbey, Balya ve Havran ile İnegöl-Keleş, Domaniç gibi yörelerdeki bakır-kurşun ve çinko cevherleşmelerinden kaynaklanmış olma olasılığına işaret etmektedir.

Volfram değerleri tüm ham örneklerde 350-490 ppm arasında değişmekte olup, dere kumu tüm örneği ile diğer tüm ağır mineral fraksiyonlarında ise 4 ppm'in altındadır (bkz. Çizelge 1). Bu değerler, tüm örneklerin öğütücüde hazırlanması sırasında kirlenmelerden kaynaklanabileceği kuşkusunu uyandırmakla birlikte, aynı grupta analize gönderilen ve aynı şekilde öğütülen örneklerde yüksek değerler elde edilmemesinden dolayı kirlenme olmadığı anlaşılmaktadır. Volfram değerlerinin Bursa-Uludağ'da bulunan şelit yatağından ve diğer bazı cevherleşmelerden kaynaklanmış olması olasıdır. 97-18 ve 97-32 numaralı örneklerle temsil olunan bataklık çökeltilerinde 350 ppm civarındaki değerler, kıyı çökeltilerinde 400 ppm'lerin üzerine çıkmaktadır. Orandaki bu az yükselmeye, 1977'lerden itibaren Uludağ şelit yatağının işletmeye açılması ve konsantratör atıklarının Nilüfer Çayı'na atılması neden olmuştur. Bu yolla Kocasu Delta'sına ulaşan şelit ve volframit taneleri vardır. Volfram değerlerinin ağır mineral fraksiyonlarında düşük çıkması (bkz. Şekil 7c ve 7d) ise aşağıdaki gibi açıklanabilir. Maden ocağında yan kayaç içinde şelit tane boyu 200 mikrondan küçüktür (Yüce vd., 1987). Uludağ'da konsantratörün kırıcı ve öğütücülerine giren şelit daha da ufalanarak 100 mikrondan daha küçük bir boyuta inmektedir. Bu nedenle yerçekimi etkisi ile sallantılı masalara beslenen malzemedeki şelitin %50'si atığa gitmektedir. Şelit kristallerinin dilinim özelliğinden dolayı taneler Kocasu Deltası'na ulaşana kadar

daha da ufalanmakta ve dolayısıyla 50 mikronun altı boyutlara düşmektedir. Analiz için seçilen ağır mineral fraksiyonları bu tane boyunun üzerinde olduğundan, şelit taneleri bu fraksiyonlara düşmemektedir.

Volfram değerlerindeki yüksekliğin, örnek hazırlanmasında oluşabilecek bir kirlenmeden kaynaklanmadığını gösteren diğer bir veri ise, 97-46 numaralı dere kumu örneğinin yine aynı öğütücü ile öğütülmüş olmasına rağmen 4 ppm'den küçük değer vermesidir. Bu örnek, beslenme havzasının GB kısmından alınmıştır. Uludağ volfram cevherleşmesi beslenme havzasının bu kesiminde yer almamaktadır. Örnek Nilüfer Çayı'ndan beslenen drenaj ağından alınsaydı, volfram değerinin yüksek çıkması beklenebilirdi.

Arsen değerleri; ham örneklerde 20-30 ppm arasında iken, ağır mineral fraksiyonlarında üç katına kadar zenginleşip 85 ppm değerlerine çıkmaktadır (bkz. Çizelge 1, Şekil 7c ve 7d). Bu durum, ağır mineraller içinde arsen içeren bazı mineraller olduğunu göstermektedir. Arsenopiritin yoğunluğu  $6.07 \pm 0.15 \text{ g/cm}^3$  (Hurlbut, 1971) olduğundan, ağır mineral fraksiyonlarında yer alması doğaldır. Arsenopiritin de zaman zaman sülfürlü polimetal yataklarında bulunduğu bilinmektedir. Uludağ yatağında da, az da olsa, arsenopirit vardır ve bu mineral de atık olarak Nilüfer Çayı'na atılmaktadır.

Toryum ise, genellikle düşük (<10 ppm) değerler göstermekle birlikte, ağır mineral fraksiyonlarında artarak en fazla 51 ppm değerine çıkmaktadır. 97-146 numaralı dere kumu ağır mineral fraksiyonlarında ise toryum 134 ppm gibi yüksek bir değere ulaşmaktadır (bkz. Çizelge 1). Bu değer torit, monazit ve ksenotim gibi ağır minerallerden gelip gelmediğinin araştırılması gerekmektedir.

Zirkon değerleri ham örneklerde 26 ppm'den daha az iken, ağır mineral fraksiyonlarında 38-58 ppm'lere çıkmaktadır (bkz. Çizelge 1, Şekil 7c ve 7d). Zirkon değerleri genel olarak düşük olmakla birlikte, ağır mineral fraksiyonlarındaki zirkon artışları mineralojik çalışmalarla da belirlenen zirkon mineralinin varlığı ile açıklanabilir.

Lantan, ser, niobyum, yitrium ve skandiyum ise ham örneklere göre ağır mineral fraksiyonlarında göze çarpan oranlarda artış göstermektedir

(bkz. Şekil 7c ve 7d). Mineralojik olarak belirle-nememiş olmasına rağmen bu değer, nadir top-rak elementleri içeren başta monazit olmak üze-re ksenotim, allanit gibi minerallerden kaynak-lanmış olabilir.

## SONUÇLAR

Bu çalışmadan elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

(1) Kocasu Deltası'nın doğu ve batı kesimin-deki kıyı ve kıyı gerisi çökellerinin tane boyu da-ğılımının incelemesi sonucunda tanelerin rüz-gar, akarsu ve plaj kumu birikimlerinde temsil olunduğunu göstermiştir. Malkara Koyu'ndaki iri taneli malzemelerin, o bölgeye güneyden gelen küçük akarsularla kıyıya taşınması olasılığı yük-sektir.

(2) Gerek kıyı ve kıyı gerisi çökellerde, gerek-se bataklık çökelleri ve dere kumlarında minera-lojik dağılım açısından farklılıklar görülmemek-tedir. Belirlenen önemli mineraller gerek ham gerekse ağır mineral fraksiyonlarında başlıca; bazı amfibol ve piroksen grubu mineraller ile apatit, biyotit, olivin, epidot, granat grubu mine-raller, titanit, rutil ve zirkon mineralleri saptan-mıştır. X-ışınları kırınım analizi çalışmaları ile amfibollerden; ferroçermakit, hastingsit, glokof-an, tremolit ve ferropargasit ile granatlardan andradit ve almandin belirlenmiştir. Bu mineral-lerin yanı sıra ojit, filogopit, epidot, klinoklor ve biyotitler saptanmıştır.

(3) Güncel ve eski kumullar ile bir adet dere kumu örneğinin ham ve ağır mineral fraksiyonla-rından yapılan kimyasal analizler Cr, Ni, Co ve V'in beslenme havzasındaki mafik ve ultramafik kayalardan türemiş olabileceğine işaret et-mektedir. Cu, Pb ve Zn'nun deltanın güneyinde-ki çeşitli maden yataklarından, W ve As'nin ise özellikle Bursa – Uludağ şelit yatağından taşın-mış olma olasılıkları yüksektir. Ağır mineral frak-siyonlarındaki Ti, Al, Mn, Fe, Mg, Ca, P ve Zr elementlerindeki artışlar mineralojik çalışmalarla belirlenen ağır minerallerle uyumludur. Başta olivin, piroksenler, amfiboller, epidot ve granat olmak üzere rutil, titanit, apatit ve zirkon mineral-leri bu artışın nedenini oluşturmaktadır.

## KATKI BELİRTME

Bu çalışma, "TÜBİTAK-MTA-ÜNİVERSİTE De-niz Jeolojisi Ulusal Deniz Araştırmaları Progra-mı" kapsamında Nizamettin Kazancı (Ankara Üniversitesi) tarafından yürütülen ve TÜBİTAK tarafından desteklenen "Marmara Güneyi Ne-ojen ve Kuvaterner Evrimi" çoklu projesinin (Proje No.: YABÇAG 426-G) bir bölümünü oluşturmaktadır. Örnekler Mustafa Ergin (Ankara Üniversitesi)'in yönlendirmesi ile alınmıştır. Bu çalışma, birinci yazarın yüksek lisans tezinden türemiştir. Yazarlar, Nizamettin Kazancı ve Mustafa Ergin'e destek, yönlendirme ve bilimsel katkıları, makaleyi okuyan Hüseyin Yalçın ve adı belirtilmemiş olan ikinci hakeme yapıcı eleş-tirilerinden dolayı ve Türkçe yazımdaki düzelt-meler için Reşat Ulusay'a teşekkür ederler.

## KAYNAKLAR

- Dubertret, L., Kalafatçıoğlu, A., Pamir, H. N. ve Eren-töz, C., 1973. 1/500 000 ölçekli Türkiye Je-oloji Haritası, İzmir. MTA Yayını, Ankara.
- Emre, Ö., Kazancı, N., Erkal, T., Görmüş, S., Görür, N., Kuşçu, İ., Karabıykoğlu, M. ve Keçer, M., 1997a. Ulubat ve Manyas göllerinin oluşumu ve Güney Marmara'nın Kuvaterner evrimi. Marmara Denizi Araştırmaları Workshop-III (2-3 Haziran 1997). TÜBİ-TAK-MTA-ÜNİVERSİTE Ulusal Deniz Araştırmaları Programı (Koor. N. Görür), Genişletilmiş Bildiri Özetleri, 116-134.
- Erdinç, H., 1978. Kepsut-Serçeören köyü çevresinde yeralan vollaistonit zuhurlarının ön etüdü. MTA. Rapor No. 6458 (yayımlanmamış).
- Friedman, G. M., 1967. Dynamic processes and sta-tistical parameters compared for frequ-ency distribution of beach and river sands. *Journal of Sedimentary Petrology*, 37, 327-354.
- Hurlbut, C. S. Jr., 1971. *Dana's Manual Mineralogy*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Kazancı, N., Emre, Ö., Erkal, T., İleri, Ö., Ergin, M. ve Görür, N., 1999. Kocasu ve Gönen Çayı deltalarının (Marmara Denizi güney kıyıla-rı) güncel morfolojileri ve tortul fasiyesleri. *MTA Dergisi*, 121, 33-50.
- Okay, A. İ., 1980a. Mineralogy, petrology and phase relations of glaucophane-lawsonite zone blueschists from the Tavşanlı Region, northwest Turkey. *Contribution to Minera-logy and Petrology*, 72, 243-255.



- Okay, A. İ., 1980b. Lawsonite zone blueschists and a sodic amphibole producing reaction in the Tavşanlı Region, northwest Turkey. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 75, 179-186.
- Okay, A. İ., 1982. Incipient blueschist metamorphism and metasomatism in the Tavşanlı Region, northwest Turkey. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 79, 361-367.
- Passege, R., 1957. Texture as a characteristic of clastic deposition. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 41, 1952-1984.
- Sağlam, R., 1989. Balıkesir-Susurluk-Şamlı bölgesi uranyum prospeksiyonu. MTA Rapor No. 8719 (yayımlanmamış).
- Saydamer, M., 1961. Güney Marmara Bölgesi ağır ve nadir mineraller umumi prospeksiyon hakkında rapor. MTA Rapor No. 2862 (yayımlanmamış).
- Ternek, Z., Erentöz, C., Pamir, H.N. ve Akyürek, B., 1987. 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, İstanbul. MTA Yayını Ankara.
- Turan, S. D., 1999. Bursa-Karacabey Kocasu deltası güncel kıyı tortullarının mineralojik ve petrografik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış).
- Yüce, N., Çağatay, A., Sayılı, S., İnan, A., Bingöl, N., Uğur, M. ve Kirazoğlu, E., 1987. Bursa-Uludağ volfram yatağının maden jeolojisi ve değerlendirme raporu. MTA Rapor No. 8181 (yayımlanmamış).

