

Kuzeydoğu Ege Denizi-Çanakkale Boğazı ve
Marmara Denizi Geçiş Bölgesi Çökellerinde
İnce Tane Boyunun Ağır Metal Dağılımına Etkisi
*Effect of Fine-Grain Size On Distribution of Heavy
Metals in the Sediments of the Northeast Aegean Sea,
Çanakkale (Dardanelles) Strait and Marmara Sea Transition*

Fulya YÜCESOY ERYDLMAZ

Mersin Üniversitesi Müh. F. Çevre M.B. 33342 Çiftlikköy / Mersin
e-mail: yucesoy@mersin.edu.tr

Mustafa ERYDLMAZ

Mersin Üniversitesi Silifke MYO 33940 Silifke/İçel

Öz

Birbirleri ile bağlantılı ancak farklı özelliklere sahip, Kuzeydoğu Ege Denizi'nden 82, Çanakkale Boğazı'ndan 23 ve Çanakkale Boğazı Marmara Denizi Girişi (ÇBMG)nden 20 tane olmak üzere toplam 125 yüzey çökel örneğinde tane boyutu analizleri yapılarak çamurun kütlece yüzdeleri hesaplanmış ve çökellerde ağır metal (Fe, Mn, Cu, Co, Cr, Zn, Pb, Ni) analizleri yapılmıştır.

Çalışmanın sonucunda çamurun kütlece yüzdelerinin; KD Ege örneklerinde %34,3; Çanakkale Boğazı örneklerinde %74,1; ÇBMG çökellerinde %79,9 olduğu saptanmıştır. 3 bölge örneklerinde ortalama en yüksek metal konsantrasyonları ÇBMG'nden alınan çökellerde bulunmuştur. ÇB örneklerinde bazı metallerin ortalama derişimlerinin ÇBMG örneklerindeki ortalama metal derişimleri ile aynıdır. ÇBMG'de Pb haricinde tüm metal derişimleri, çamurun kütlece yüzdesi arttıkça, artmaktadır. Çanakkale Boğazı'nda Cu, Cr, Ni, Z derişimleri çamurun kütlece yüzdesinin artışına uygun artış göstermektedir. Mn, Pb ve Cu'nun derişimlerinin ortalamasının en yüksek bulunduğu Çanakkale Boğazı örneklerinde antropojenik ve karasal girdilerinin metal derişiminin artışında etkin olduğu gözlenmektedir. KD Ege Denizi örneklerinde Ni, Cr, Zn konsantrasyonları, çamurun kütlece yüzde artışı ile artış göstermektedir. Pb, Mn, Fe, daha az olarak Co ve Cu'nun derişimleri çamur kütle yüzdesine bağlı artış göstermemektedir. Oysa en yüksek Pb, Cu derişimleri bu bölgede saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Ağır metal, Çanakkale Boğazı, Çanakkale Boğazı Marmara Denizi Girişi, , İnce tane boyu çökel, Kuzeydoğu Ege Denizi

Abstract

Total 125 surface sediment samples were taken from NE Aegean Sea (82 samples), Çanakkale (Dardanelles) Strait (23 samples), Junction of the Marmara Sea with the Dardanelles Strait (DSMJ) (20 samples). Grain size and heavy metals (Fe, Mn, Zn, Ni, Pb, Cu, Co, Cr) the samples were determined by standard methods.

NE Aegean Sea, Çanakkale (Dardanelles) Strait, DSMJ surface samples mean mud percentage were found 34.3%, 74.1%, 79.9% by mass. The highest mean metal value was calculated in the DSMJ sediment. In the Çanakkale (Dardanelles) Strait sediments some heavy metals concentrations reach same data with DSMJ. Outside Pb all heavy metals show positive correlation with mud in the DSMJ. Heavy metals-mud correlation show positive correlation in the Dardanelles Strait. But, other parameters for example antropogenic and land-particulate effect to deposition of

heavy metal in the DS sediment. In the NE Aegean Sea sediment Ni, Cr, Zn, show high correlation coefficient with mud according to Pb, Mn, Fe, Co, Cu. General distribution of Pb, Mn, Co, and Fe decent on different parameters besides mud size. Cu, Cr, Zn, Ni have high correlation with mud in the studying areas.

Key Words: Heavy metal, Çanakkale (Dardanelles) Strait, Junction of the Marmara Sea with the Dardanelles Strait, fine size sediment, Northeast Aegean Sea

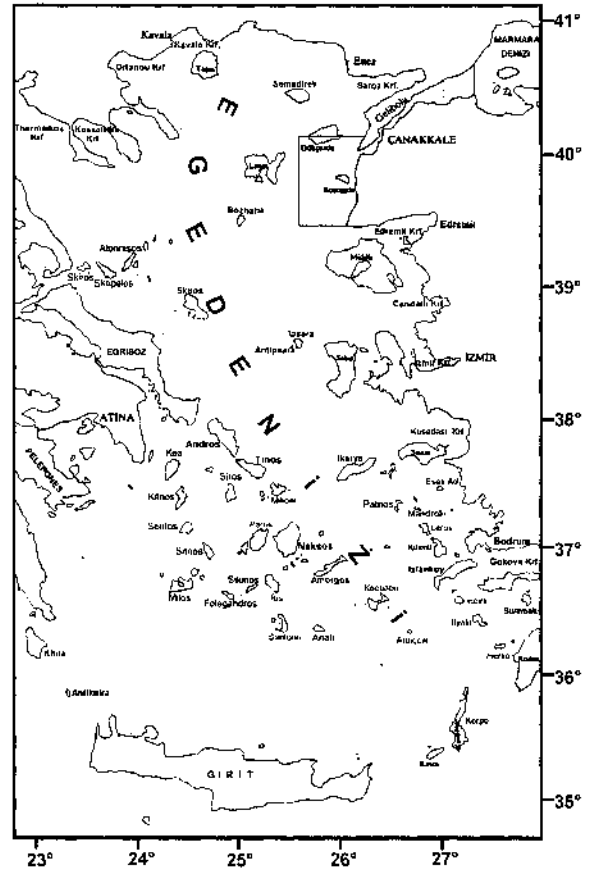
GİRİŞ

Kuzeydoğu Ege Denizinin Gökçeada-Baba Burnu arasında kalan kısmı çalışma alanının ilk bölümünü oluşturmaktadır. Bu bölgede ortalama derinlik 60-100 m dir. Ege Denizi'nin çok girintili çıkıntılı yapısına rağmen bu bölgede kıyılar durağan yapı sergilemektedir. Çalışılan ikinci bölge, Çanakkale Boğazı, yaklaşık 65 km uzunlukta, 1,2-7 km genişlikte ve ortalama 55 m derinliktedir. Çanakkale Boğazı Marmara Denizi Girişi (ÇBMG) ise kuzeyde Çardak Burnu ile Hoşköy Burnu-güneyde Zineirbozan Bankı ile Karaburun arasında kalan alandır. Ortalama 50-60 m derinliğe sahip olup en derin yeri Marmara Denizi'nin başlangıcı sayılan noktada 110 m dir (Şekil 1). Çanakkale Boğazı'na Gelibolu ve Biga Yarımadası'ndan çok sayıda akarsu boşalır (Şekil 1). Çanakkale Boğazı'nın Ege çıkışında boşalan Karamenderes Nehri yılda 0.89×10^6 ton asılı yük getirmektedir (EİE, 1993) (Şekil 1). Karadeniz'in az tuzlu suları yüzeyden İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı yoluyla Ege Denizi'ne akmakta ve buna karşılık Doğu Akdeniz'in tuzlu suları alttan Çanakkale Boğazı, Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e ulaşmaktadır.

Ege Denizi, Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizi çeşitli yönleri ile (jeolojisi, tektoniği, volkanizması, stratigrafisi vb.) pekçok araştırmanın odağı olmuştur. Bu bölgenin Pleistosen-Holosen dönemlerindeki deniz seviyesi değişimleri, çökel özellikleri Erol (1976, 1983, 1992); Kraft vd. (1980, 1983); Aksu ve Piper (1983); Cramp vd. (1988); Aksu vd. (1990, 1995a, 1995b); Piper and Perissoratis (1991); Smith vd., (1995); Ergin vd. (1991, 1993, 1994, 1997 a-b), Çağatay vd. (1998) Yücesoy-Eryılmaz (1998) tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu çalışmalarda çeşitli tektonik hareketler, iklimsel değişimler ve bunlara bağlı jeomorfolojik süreç göz önüne alındığında

çalışma alanına ait günümüz deniz tabanının geç Pleistosen-Holosen dönemlerine ait buzul ve buzullararası çağların etkisinde kaldığı anlaşılmaktadır.

KD Ege Denizi, Çanakkale Boğazı ve Çanakkale Boğazı'nın Marmara Denizi'ne açıldığı bölgeden alınan 125 yüzey örneği ile yapılan



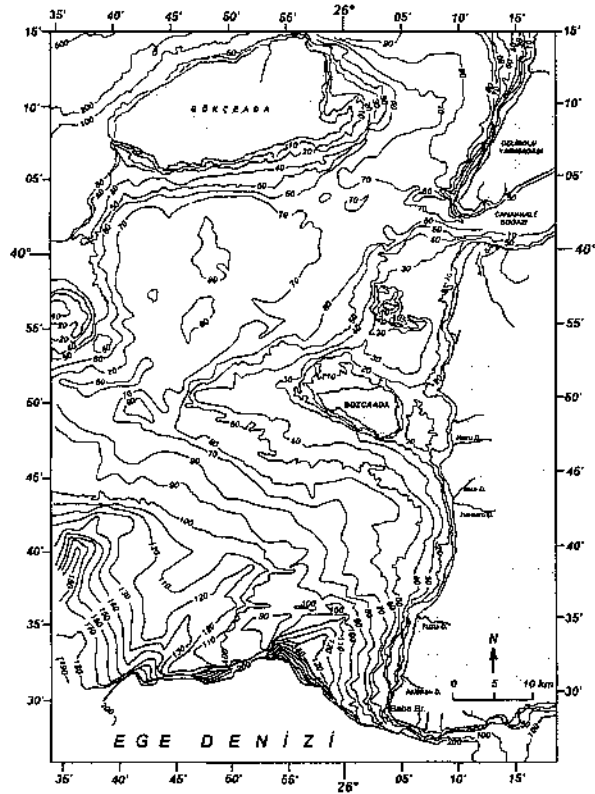
Şekil 1. Kuzeydoğu Ege Denizi, Çanakkale Boğazı ve Çanakkale Boğazı Marmara Denizi girişinin fizyografik haritası

Figure 1. Physiographic maps of the NE Aegean Sea, Çanakkale Strait and Junction of the Marmara Sea with the Dardanelles Strait (DSMJ)

çalışmanın amacı bu birbirleri ile ilişkili aynı zamanda farklı özelliklerdeki alanların güncel çökellerindeki etken faktörleride göz önüne alarak tane boyu değerleri ile metal değerleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır.

Yüzey Çökel Örneklemeleri Ve Analizleri

Bu çalışmada kullanılan 125 yüzey örneği 1991-1995 yılları arasında Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığının "ÇUBUKLU" Araştırma Gemisi ve İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'ne bağlı "ARAR" Araştırma Gemisinin bölgede yapmış oldukları seferler sırasında orange peel ve van veen tipi kepçe (grap) ile 7m ila 290 m su derinliğinden alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışılan yüzey çökel örneklerinin alındığı istasyonlar

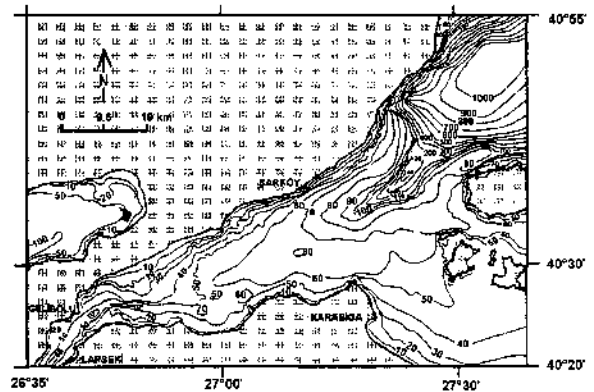
Figure 2. Sampling stations of the studied surface sediments

Toplanan örneklerin tane boyu analizi standart sediment petrografik teknikler kullanılarak ger-

çekleştirilmiştir (Folk, 1974; Lewis, 1984). Tane boyu analizi sonucu elde edilen tane boyu ağırlıkları Folk (1974)'te yer alan metod ile hesaplanarak kümülatif yüzde değerleri elde edilerek, çakıl, kum, silt, kil, ve çamur değerleri belirlenmiştir. Tüm örnekler "bulk sample" HNO₃, HClO₄ ve HF kullanılarak açık çözündürme tekniği ile çözündürülerek Atomik Absorbsiyon spektrofotometresinde Fe, Mn, Ni, Zn, Cr, Co, Cu, Pb, Al analiz edilmiştir (UNEP/IAEA, 1986; Loring, 1987; Loring and Rantala, 1988).

Yüzey Çökellerinde Tane Boyu Dağılımı

125 yüzey örneğinin çakıl, kum silt, kil ve çamur tane boyunun kütlece ortalama ve en düşük-en yüksek değerleri Tablo 1'de verilmiştir. En fazla silt Çanakkale Boğazı'nda (%72.5) (Şekil 3; Tablo 1); en fazla kil ise ÇBMG örneklerinde tesbit edilmiştir (%65.2) (Şekil 4; Tablo 1). Çamur (silt+kil) dağılımı Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 3. Yüzey çökellerinde silt (%) dağılımı

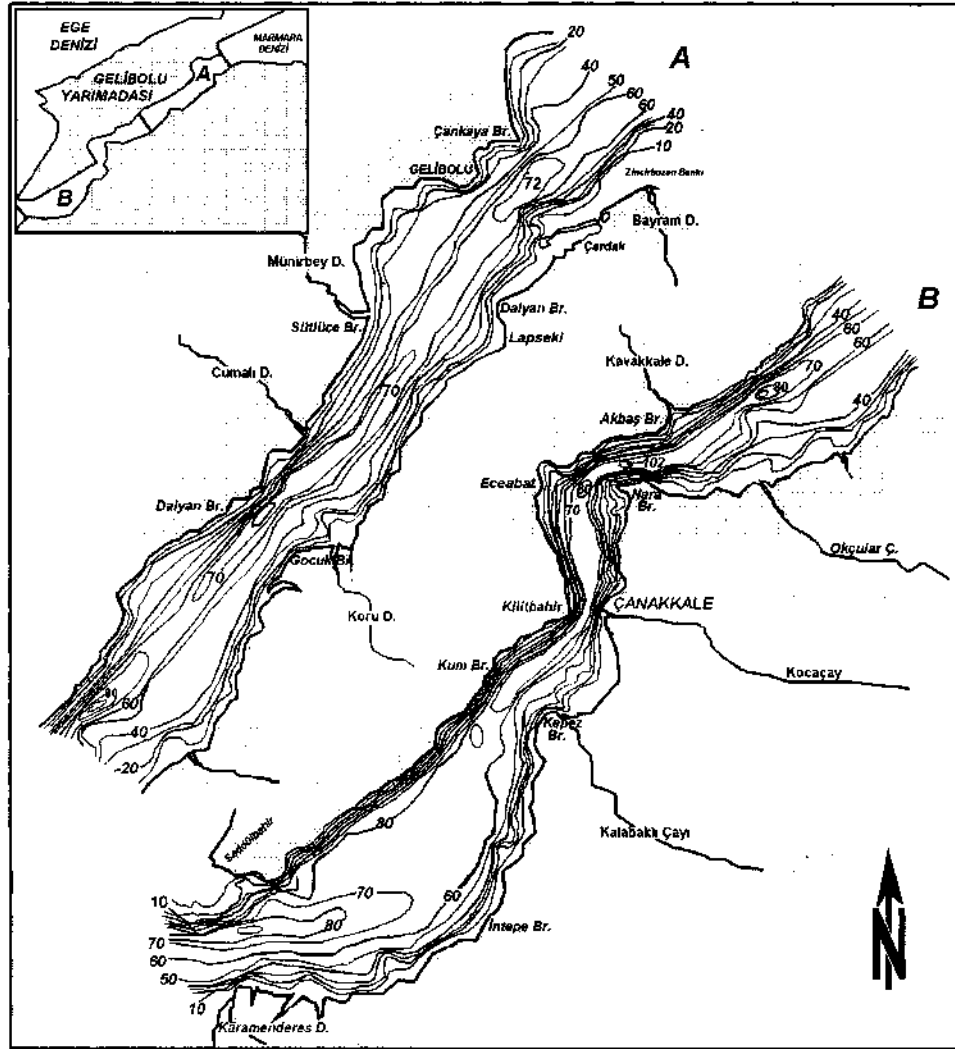
Figure 3. Silt distribution of the surface sediments (%)

KD Ege Denizi örneklerinde çamur büyük ölçüde silt fraksiyonundan oluşmaktadır ($r=0.95$). Çanakkale Boğazı örneklerinde çamurun silt ve kil ile korelasyonları $r=0.96$, $r=0.82$; ÇBMG çökellerinde çamurun silt ve kil ile korelasyonları $r=0.79$, $r=0.83$ bulunmuştur. Diğer iki bölgeden farklı olarak burada çamurun kil ile korelasyon katsayısı, silt ile olan korelasyon katsayısından daha büyüktür.

Çizelge 1. Çalışılan bölgelerde çökellerin tane boyu miktarları, yüzde olarak. Ortalama değerler parantez içinde gösterilmiştir.

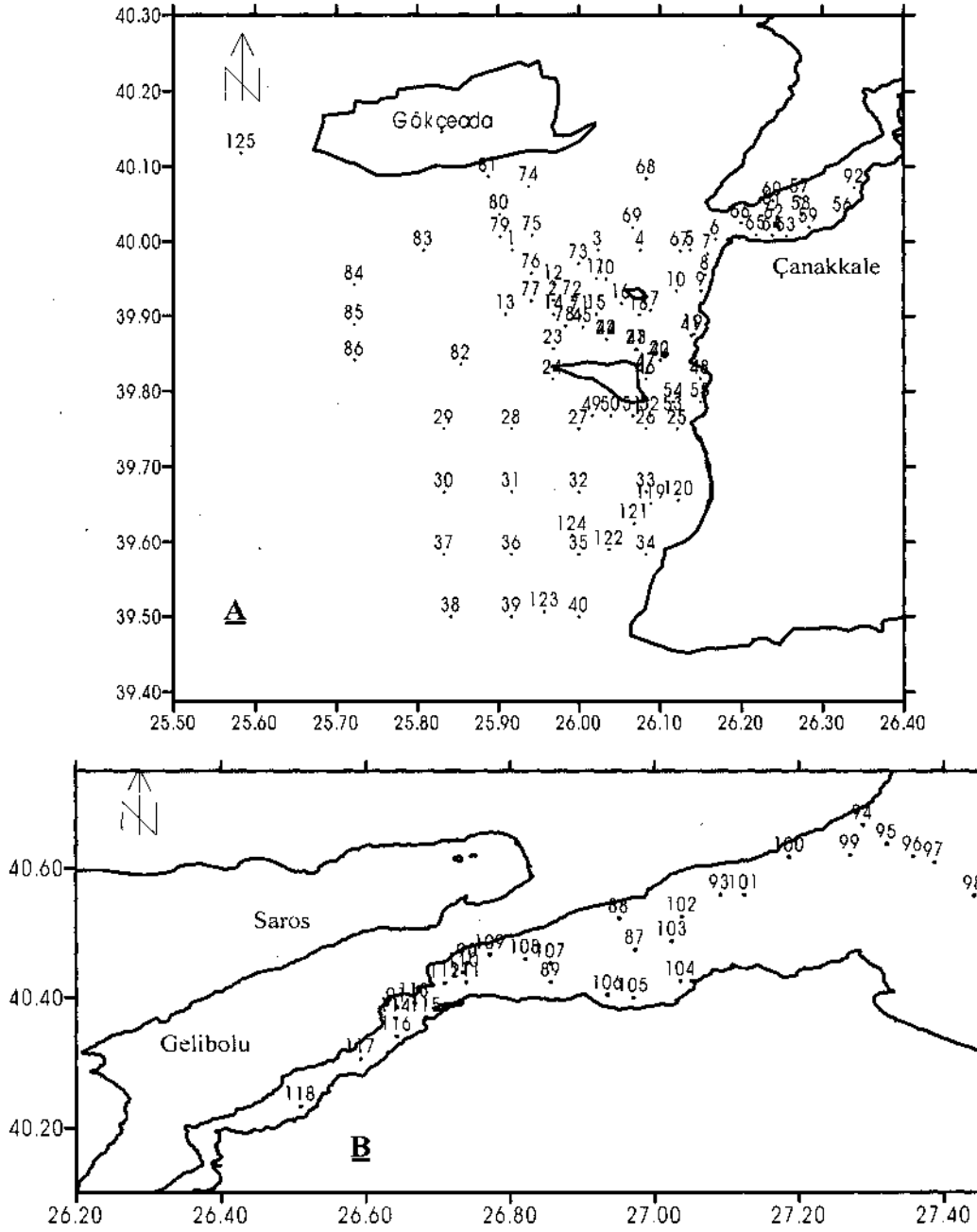
Table I. Cumulative grain size value of the studying areas. Average values is show in the parenthesis.

	Çakıl	Kum	Silt	Kil	Çamur
KD Ege Denizi	0-34.5 (7.2)	14.6-91.5 (57.7)	1.4-67.2 (24.2)	0-25.8 (10.3)	2.7-84.6 (34.3)
Çanakkale Boğazı	0-7 (1)	1.9-87.3 (25)	6-72.5 (52)	6-72.5 (52)	12.4-98.1 (74.1)
Çanak. Boğ. Mar. D. Girişi	0-39.4 (5.1)	1.1-70 (15.1)	17.7-70.3 (42.7)	9.3-65.2 (34.7)	27.1-98.9 (79.9)
Tüm Örnekler	39.4-0 (4.4)	1.1-91.5 (27.6)	1.42-72.5 (39.6)	1-65.2 (22.4)	2.7-98.9 (62.7)



Şekil 4. Yüze çökellerinde kil (%) dağılımı

Figure 4. Clay distribution of the surface sediments (%)



Şekil 5. Yüze çökellerinde çamur (%) dağılımı
Figure 5. Mud distribution of surface sediments (%)

Yüze Çökel Örneklerinde Metal Dağılımı Ve Tane Boyu İle İlişkisi

Çalışılan 125 yüze örneğinde ölçülen metal konsantrasyonları ortalaması, değişim aralığı ve bölgede yapılan diğer çalışmaların sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Çalışılan üç bölgede ölçülen metal konsantrasyonlarının kum, silt, kil ve çamur tane boyu ile korelasyon katsayıları Tablo 3 te yer al-

maktadır. Bölgesel dağılımda KD Ege Denizi çökellerinde Fe ince taneli çökelerde zayıf pozitif, Çanakkale Boğazı ve ÇBMG örneklerinde kuvvetli pozitif ilişki sergilemektedir. (Tablo 3, Şekil 6a, b, c). KD Ege Denizi Mn konsantrasyonları ince taneli çökelerde zayıf pozitif korelasyon sergilemektedir (Tablo 3; Şekil 6a,b,c). Çanakkale Boğazı Mn konsantrasyonu özellikle silt ile korelasyon göster-

inedir (Şekil 6a). ÇBMG çökellerinde ise ince tane boyuna bağlı kuvvetli Mn artışı görülmektedir (Şekil 6c; Tablo 3). En yüksek Cu konsantrasyonu

KD Ege örneğinde olmasına rağmen; Marmara ve Çanakkale Boğazı yüzey çökellerinde Cu ortalama değerleri daha yüksektir (Tablo 2).

Çizelge 2. Çalışılan çökel örneklerindeki metal miktarlarının diğer bölge ve örnekleri ile karşılaştırılması (Fe ve Al % olarak, diğerleri ppm). Ortalama değerler parantez içinde verilmiştir.

Table 2. Comparison of the metal results obtained in this study with those from others (Fe and Al %, others ppm). Average value was given in paranthesis

	Cu	Co	Cr	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	Al
1	10-52 (17)	3-11 (8)	11-93 (46)	8-35 (19)	13-98 49	2-42 (19)	100-511 (272)	0.3-3.08 (1.88)	1.13-8.3 (3.58)
2	11-28 (23)	6-14 (12)	49-129 (98)	12-29 21	33-108 (78)	23-69 (50)	274-703 (447)	1.4-3.29 (2.72)	4-10.3 (7.4)
3	14-27 (22)	8-19 (14)	34-150 (106)	12-32 (21)	42-108 (86)	22-87 (60)	239-565 (450)	1.5-3.68 (3.01)	2.53-8.5 (6.77)
4	10-52 (21)	3-19 (11)	11-150 (83)	8-35 (20)	13-108 (71)	2-87 (43)	100-703 (389)	0.3-3.68 (2.54)	1.13-10.3 (5.91)
5	18	16	92	17	39	143	925	2.42	
6	34		592		64	1367	3979	5.18	
7	3-77	2-41	9-312		19-162	11-406	103-2625	0.59-5.74	
8	6-44			2-80	23-157	14-145	114-1740	0.25-4.6	0.9-9.6
9	14-104	13-33	89-186	31-106	50-169	42-173	307-2059	1.7-5.1	
10	3-52	6-29	11-238	19-61	34-272	8-149	168-746	0.8-4.6	1.1-9.2
11	15-82	0-20	13-224	12-66	24-138	11-202	112-1064	0.23-4.9	
12	39-103		340-551		107-133	157-326	1103-2091	5.3-6.3	
13	50	20	100	20	90	80	850	4.7	9.2

- 1- Çalışılan KD Ege Denizi yüzey örnekleri
- 2- Çalışılan Çanakkale Boğazı yüzey örnekleri
- 3- Çalışılan ÇBMG yüzey örnekleri
- 4- Çalışılan tüm yüzey örnekleri
- 5- Doğu Ege Denizi yüzey çökelleri (Voutsinou-Taliolari ve Satsmadjis, 1982)
- 6- Euboikos Körfezi, Batı Ege D. yüzey sed.(Voutsinou-Taliolari ve Varnakas, 1993)
- 7- Doğu Ege Denizi yüzey çökelleri (Ergin vd., 1993)
- 8- Saros Körfezi yüzey örnekleri (San, 1997)
- 9- Marmara Denizi yüzey çökelleri (Bodur ve Ergin, 1994)
- 10- Erdek Körfezi yüzey çökelleri (Balkıs, 1997)
- 11- Güney Karadeniz yüzey çökelleri (Yücesoy ve Ergin, 1992)
- 12- Kuzeydoğu Akdeniz yüzey çökelleri (Shaw ve Bush, 1978)
- 13- Ortalama şeyi (Krauskopf, 1985)

Çizelge 3. Üç bölgenin metal değerlerinin tane boyu ile korelasyonu (örnek sayısı: KD Ege Denizi = 20; Ç.B.=20, ÇBMG=23)

Table 3. Correlation coefficient value between heavy metal and grain size of the 3 areas

	Kum	Silt	Kil	Çamur
KD Ege D. Fe	-0.20	0.27	0.38	0.35
Ç. Boğazı Fe	-0.84	0.78	0.76	0.84
MDÇG Fe	-0.60	0.50	0.84	0.84
KD Ege D. Mn	-0.20	0.20	0.39	0.30
Ç. Boğazı Mn	-0.48	0.57	0.16	0.48
MDÇG Mn	-0.63	0.62	0.58	0.74
KD Ege D. Cu	-0.40	0.41	0.21	0.41
Ç. Boğazı Cu	-0.94	0.93	0.71	0.94
ÇBMG Cu	-0.72	0.59	0.82	0.88
KD Ege D. Co	-0.25	0.30	0.38	0.38
Ç. Boğazı Co	-0.49	0.37	0.59	0.48
ÇBMG Co	-0.55	0.37	0.88	0.79
KD Ege D. Cr	-0.31	0.38	0.41	0.45
Ç. Boğazı Cr	-0.90	0.84	0.81	0.90
ÇBMG Cr	-0.66	0.69	0.74	0.89
KD Ege D. Ni	-0.69	0.66	0.64	0.76
Ç. Boğazı Ni	-0.94	0.87	0.84	0.94
ÇBMG Ni	-0.73	0.70	0.74	0.89
KD Ege D. Pb	-0.25	0.23	0.22	0.26
Ç. Boğazı Pb	-0.70	0.76	0.36	0.69
ÇBMG Pb	-0.42	0.28	0.61	0.56
KD Ege D. Zn	-0.53	0.55	0.44	0.60
Ç. Boğazı Zn	-0.91	0.88	0.74	0.91
ÇBMG Zn	-0.56	0.52	0.76	0.80

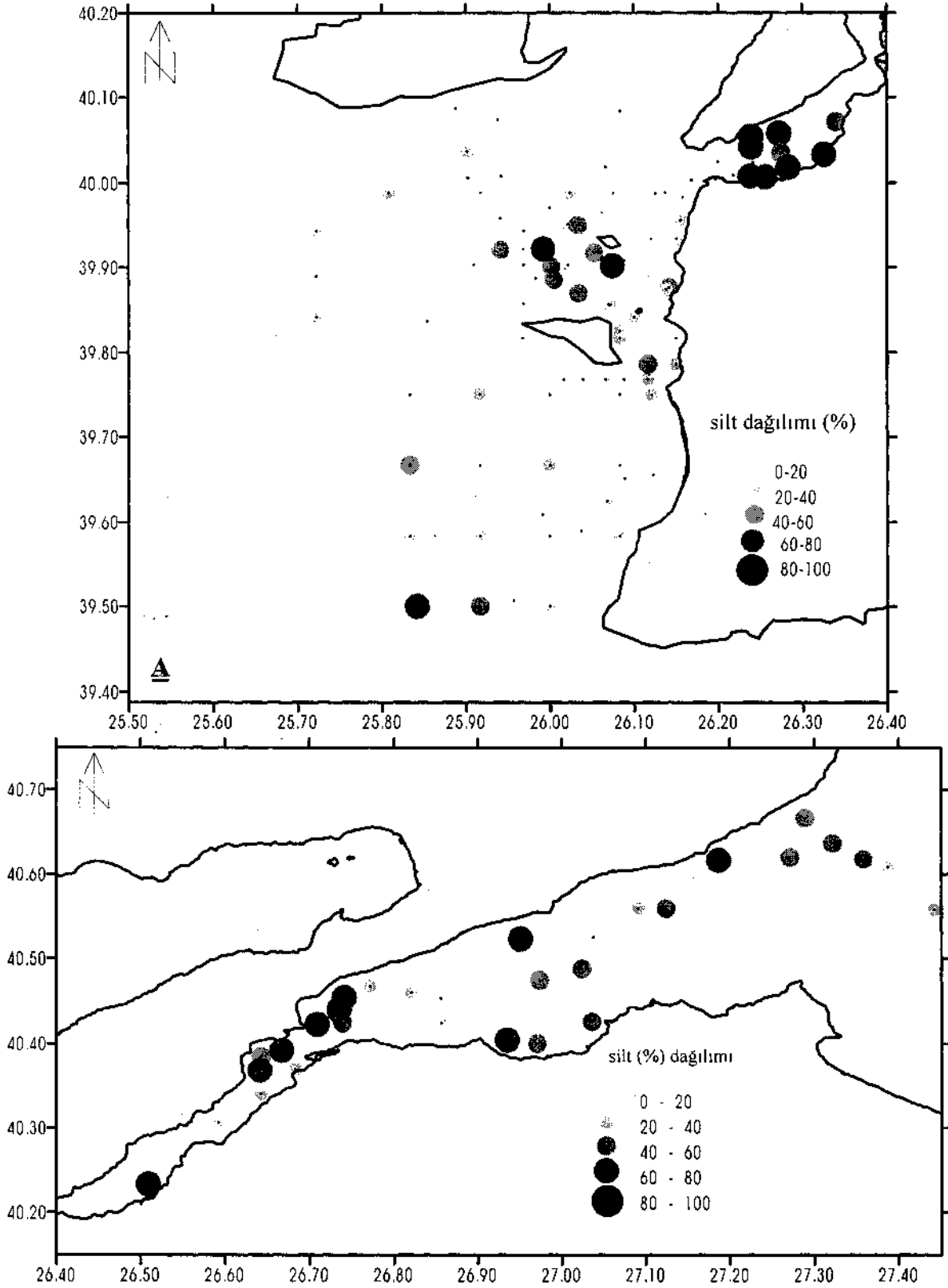
KD Ege Denizi örneklerinde (82 tane) Cu konsantrasyonları ile silt, kil ve çamur arasındaki korelasyonlarda korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.41, 0.2 L 0.41 dir. Çanakkale Boğazı'nda çalışılan

23 örnekte Cu konsantrasyonları ile silt, kil ve çamur arasındaki korelasyonlarda, korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.93, 0.71, 0.94 dir. Bu iki bölgede öncelikle silt tane boyuna bağlı çok kuvvetli Cu artışı (Şekil 6a) görülmektedir.

ÇBMG de Cu konsantrasyonları ile silt, kil ve çamur arasındaki korelasyonlarda korelasyon katsayıları (r) 0.59, 0.82, 0.88 dir. Özellikle kil-boyu malzemede Cu'm konsantrasyonu artmaktadır (Şekil 6b). KD Ege Denizi ve Çanakkale Boğazı çökellerinde ince tane boyuna bağlı zayıf pozitif Co artışı görülmektedir. ÇBMG de çalışılan 20 örnekte Co konsantrasyonu ince tane boyunda daha fazla artış göstermektedir (Şekil 6; Tablo 3). KD Ege Denizi örneğinde Cr konsantrasyonları ince taneli çökelerde pozitif korelasyon; Çanakkale Boğazı ve ÇBMG çökellerinde Cr konsantrasyonları ince tane boyuna bağlı kuvvetli Cr artışı sergiler. (Şekil 6; Tablo 3).

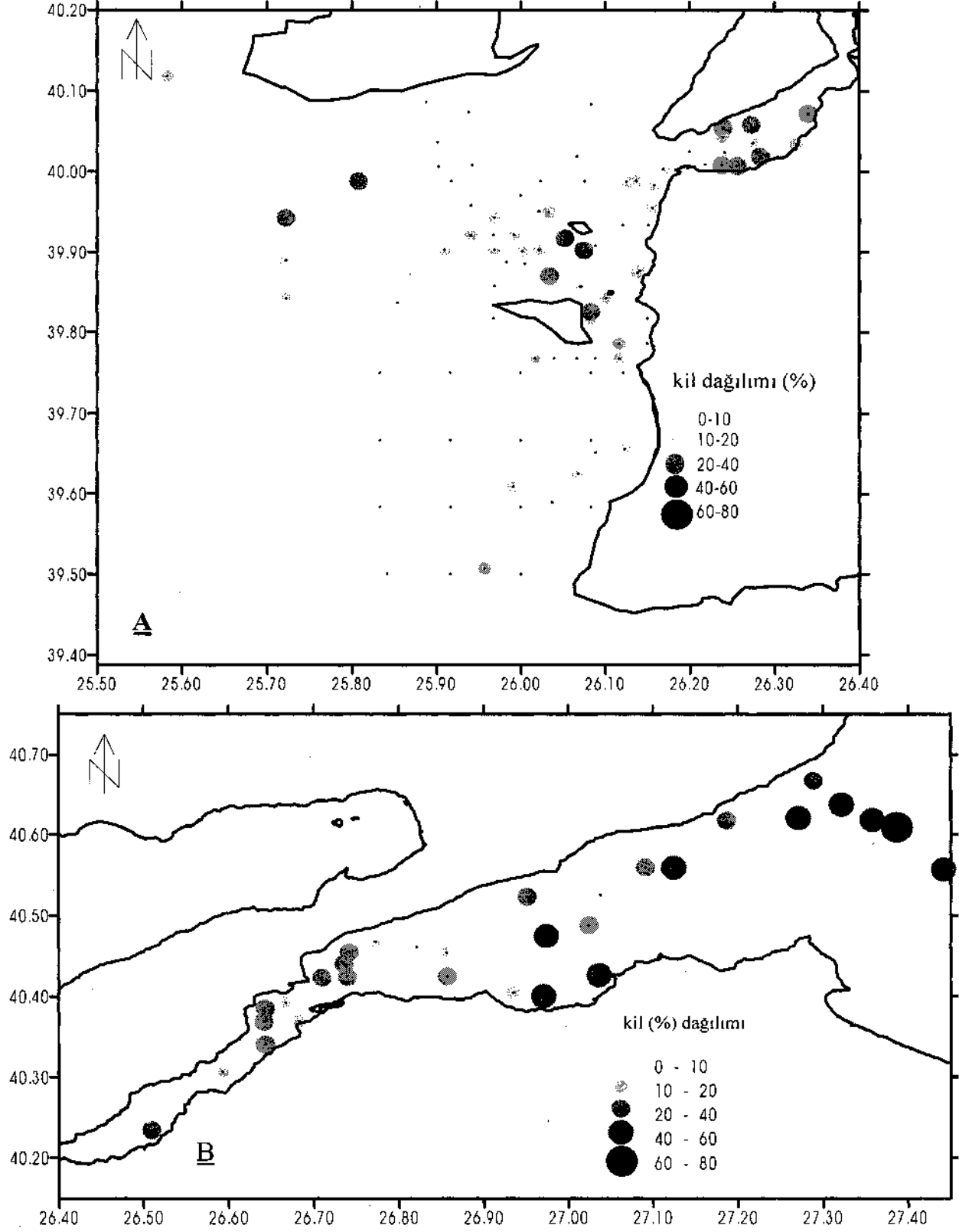
KD Ege Denizi örnekleri Ni konsantrasyonları ince taneli çökelerde pozitif korelasyon vardır. Çanakkale Boğazı örneklerinde Ni konsantrasyonları ile silt, kil ve çamur arasındaki korelasyonlarda korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.87, 84, 0.94 dir. ÇBMG nden alınan 20 örnekte Ni konsantrasyonu ile silt, kil ve çamur arasındaki korelasyonlarda korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.70, 0.74, 0.89 dur. İnce tane boyuna bağlı kuvvetli Ni artışı görülmektedir. KD Ege Denizi ve Çanakkale Boğazı Pb konsantrasyonları özellikle silt ve çamur tane boyuna bağlı kuvvetli Pb artışı görülmektedir. ÇBMG örneklerinde Pb konsantrasyonu ince tane boyuna bağlı artış sergilemektedir.

KD Ege çökellerinde Zn konsantrasyonu ile silt, kil ve çamur arasındaki korelasyonlarda korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.55, 0.44, 0.60 dir. Çanakkale Boğazı örneklerinde ise sırasıyla 0.88, 0.74, 0.91 dir. Her iki bölgede silt tane boyu kile göre daha fazla korelasyon katsayısı vermektedir. ÇBMG örneklerinde Zn konsantrasyonu ile silt, kil ve çamur arasındaki korelasyonlarda korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.52, 0.76, 0.80 dur. Kil tane boyu şilte oranla daha kuvvetli Zn artışı görülmektedir (Şekil 6b).



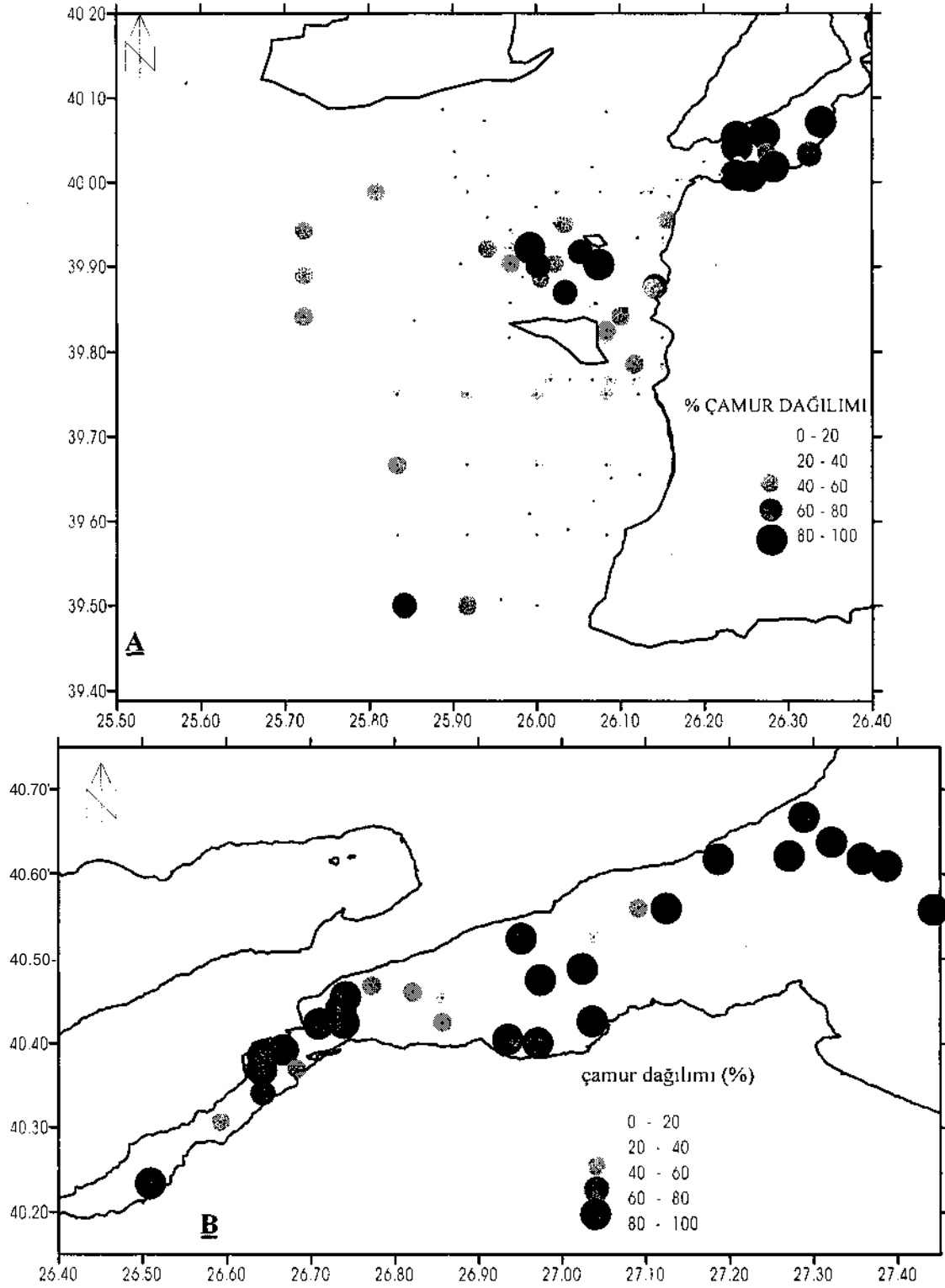
Şekil 6a. Üç bölgenin silt tane boyuna bağlı metal dağılımı

Figure 6a. Relationship between silt grain size and metal contents of the studied sediments



Şekil 6b. Üç bölgenin kil tane boyuna bağlı metal dağılımı

Figure 6b. Relationship between clay grain size and metal contents of the studied sediments



Şekil 6c. Üç bölgenin çamur tane boyuna bağlı metal dağılımı

Figure 6c. Relationship between mud grain size and metal contents of the studied sediments

SONUÇLAR

KD *Egö-i* Denizi örnekleri çoğunlukla çakıllı kum, Çanakkale Boğazı örnekleri kumlu silt, ÇBMG örnekleri ise siltli kil tane boyu dağılımı sergilemektedir. Çalışılan çökellerde yüksek demir değerleri karasal nehir kaynaklıdır. Büyük ölçüde kolloidal Fe oksihidroksitler olarak taşınan demir, tuzlu deniz suyu ortamında kolloidlerin floküle olması ile çökeler. Optik mikroskop çalışmasında nehir ağızına yakın istasyonlarda bol demir oksit çökelimleri bulunmuştur. En yüksek Mn (>580 ppm) içeren 6 istasyon Çanakkale Boğazı'nın Ege Denizi açıldığı bir alanda, Karamenderes Nehri'nin denize boşaldığı yerdir. Diğer metallerde olduğu gibi Çanakkale Boğazı ve ÇBMG yüzey çökellerinde Cu, Co, Cr ve Ni değerleri daha yüksektir. Çalışma alanında özellikle Biga Yarımadası'nda yer alan Karakaya Karmaşığı'na ve Çanakkale Boğazı ve doğusundaki Intra-Pontid kenet zonuna ait mafik-ultramafik kayaların dere-çay taşınimleri ile örneklerdeki bu elementlerin konsantrasyonlarını yükseltmesi olasıdır. En yüksek Pb KD Ege Denizi'nde ölçülmesine rağmen Çanakkale Boğazı ve ÇBMG örneklerinin ortalamaları daha yüksektir. KD Ege Denizi'nde kıyıya yakın örneklerdeki yüksek Pb konsantrasyonları karasal kaynaklı olup nehir girdileridir (Yücesoy-Eryılmaz, 1998).

Çalışılan her üç bölgede metal konsantrasyonları genel olarak ince tane boyuna bağlı artış göstermektedir. Ancak özellikle KD Ege Denizi örneklerinin bazılarında tane boyu değerlerinden çok, kıyıya yakın istasyonlar olması, nehir ağızlarına yakın, karasal girdiden etkilenen konumda bulunması nedeni ile oldukça yüksek metal konsantrasyonları göstermişlerdir ama bu genel dağılımı etkilemeyen oranda kalmıştır. Çanakkale Boğazı Marmara Denizi Girişinden alınan örneklerde metal ortalaması diğer iki bölgeye göre daha yüksektir. Marmara Denizi'nin metal yükünün kara jeolojisi kaynaklı olması yanı sıra Karadeniz girdisi, evsel atıklar ve sanayi atıkları (tersaneler, gemi taşımacılığı, çeşitli fabrika atıklarının doğrudan denize veya nehirler aracılığı ile denize ulaşması vb.) etkisi ile arttığı bilinmektedir (Bodur, 1991, Balkıs, 1997, Bodur ve Ergin, 1994, Shimkus vd., 1994). Ancak Marmara

Denizi'nden etkilenen bu bölgede metal ortalamasının yüksek olmasındaki en önemli etkenlerden biri daha fazla çamur yüzdesine sahip olması ve metalleⁿ bu tane boyunda yoğunlaşmasıdır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu'nca desteklenmiştir. Örneklerin bazıları TÜBİTAK YDABCAG-156 projesi çerçevesinde alınmıştır. Çökel örneklerini alan SHOD "Çubuklu" Gemisi, İÜ "Arar" Gemisi ve MTA "Sismik-1" Gemisi personeli ve bilim ekibine, bilimsel katkılarından dolayı Prof. Dr. Namık Çağatay'a teşekkür ederiz.

EXTENDED SUMMARY

The sediments are composed of a wide range of grain size, from mud to sandy gravel, represented by the varying proportions of the terrigenous and biogenic admixtures in response to various geologic, biologic, chemical and topographic-hydrodynamic conditions. Surface samples were taken from three adjacent different areas. The water depth for the 82 NE Aegean Sea surface samples ranges between 7 and 290 m. Two-layer flow through the Çanakkale (Dardanelles) Strait affect the biologic and oceanographic conditions of the study area. A total of 23 surface sediments were taken from the Çanakkale (Dardanelles) Strait and 20 sediment samples from the Dardanelles-Sea of Marmara Junction (DSMJ). NE Aegean Sea samples consist of gravel and sand, Çanakkale (Dardanelles) Strait surface samples sand and silt and DSMJ samples silt and clay size materials.

The heavy metal concentrations largely indicate the influences from the naturally-occurring, geological sources, delivered via river runoff. Particular geological sources of high metal concentrations on land are the mafic and ultramafic rock units of the Karakaya and Intra-Pontid Complexes (for Cr, Ni, Co and Cu) and Pb-Zn ore bodies of the Biga Peninsula. In addition heavy metals find mostly in the fine grain size sediment. Also some coarse sediment samples have high amount heavy metals

in the studding regions because of the anthropogenic and industrial activities.

The highest mean metal value was calculated in the Dardanelles (Çanakkale) Strait Marmara Junction (DSMJ) sediment. In the Çanakkale (Dardanelles) Strait sediments some heavy metals concentrations reach same data with DSMJ. Outside Pb all heavy metals show positive correlation with mud in the DSMJ. Heavy metals-mud correlation show positive correlation in the Dardanelles Strait. But, other parameters for example antropogenic and land-particulate effect to deposition of heavy metal in the Çanakkale Strait sediment. In the NE Aegean Sea sediment Ni, Cr, Zn, show high correlation coefficient with mud according to Pb, Mn, Fe, Co, Cu. General distribution of Pb, Mn, Co, and Fe depend on different parameters besides mud size. Cu, Cr, Zn, Ni have high correlation with mud in the studying areas.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aksu, A.E. and Piper, D.J.W., 1983. Progradation of the Late Quaternary Gediz Delta, Turkey. *Marine Geology*, 54, 1-25.
- Aksu, A.E., Konuk, T., Uluğ, A., Duman, M. and Piper, D.J.W., 1990. Quaternary tectonic and sedimentary history of eastern Aegean Sea shelf area. *Jeofizik*, 4, 3-35.
- Aksu, A.E., Yaşar, D., Mudie, P.J. and Gillespie, H., 1995a. Late Glacial-Holocene paleoclimatic and paleoceanographic evolution of the Aegean Sea: micro paleontological and stable isotopic evidence. *Marine Micropaleontology*, 25, 1-28.
- Aksu, A.E., Yaşar, D. ve Mudie, P.J., 1995b. Origin of late glacial-Holocene hemipelagic sediments in the Aegean Sea: clay mineralogy and carbonate cementation. *Marine Geology*, 123, 33-59.
- Balkis, N., 1997. Erdek Körfezi sedimentlerinin jeokimyası. İÜ Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü., İstanbul, Doktora Tezi, 209 s (yayınlanmamış).
- Bodur, M.N. and Ergin, M., 1994. Geochemical characteristic of the recent sediments from the Sea of Marmara. *Chemical Geology*, 114,73-101.
- Cramp, A., Collins, M. and West, R., 1988. Late Pleistocene-Holocene sedimentation in the NW Aegean Sea: A palaeoclimatic palaeoceanographic reconstruction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 68, 61-77.
- Çağatay, N., Görür, N., Alpar, B., Saatçılar, R., Akkök, R., Sakmç, Yüce, H., M.,
- Yaltırak, C. ve Kuşçu, İ., 1998. Geological evolution of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Geo-Marine Letters*, 18, 1-9.
- EİE, 1993. Türkiye akarsularında sediment gözlemleri ve sediment taşınım miktarları, Elektrik İşleri Etüd İdaresi Gen. Müd. yayınları, Ankara
- Ergin, M., Bodur, M.N. and Ediger, V., 1991. Distribution of surficial sediments in the northeastern and southwestern parts of the Sea of Marmara: Strait and canyon regimes of the Dardanelles and Bosphorus. *Marine Geology*, 96, 313-340.
- Ergin, M. Bodur, M.N., Ediger, V., Yemenicioğlu, S., Okyar, M. and Kubilay, N.N., 1993. Sources and dispersal of heavy metals in surface sediments along the eastern Aegean Shelf. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, 11 (1) 27-44.
- Ergin, M., Kazancı, N., Varol, B., İleri, Ö., Karadenizli, L., Taner, G., Işık, U., Kurtel, A., Altıok, H., Okuş, E., Yüksel, A., Uysal, A., Aşar, N., Bayhan, E. ve Temel, A., 1997a.

- Kuzeydoğu Ege: Denizilini Gökçeada-Bozcaada-Çanakkale üçgeninde kalan kıta sahanlığındaki geç Kuvaterner tortullarının ve deniz tabanı mikrotopografyasının araştırılması. Proje no: YDABÇAG-156. TÜBİTAK, 168 s.
- Ergin, M., Kazancı, N., Varol, B., İleri, Ö. and Karadenizli, L., 1997b. Sea-level changes and related depositional environments on the southern Marmara Shelf. *Marine Geology*, 140, 391-403.
- Ergin, M., Kapur, S., Karakaş, Z., Akça, E. ve Kangal, Ö., 1998. Güney Marmara kıta sahanlıkları sediment karotlarının kill mineralojisi: iklimsel, kaynak ve hidrodinamik değişimlerin etkileri. *Deniz Jeolojisi, Türkiye Deniz Araştırmaları Workshop IV*, 14-15 Mayıs, İstanbul Üniv. Den. Bil. ve İşl. Enst., 28-30.
- Ergin, M. ve Yemenicioğlu, S., 1997. Geologic assessment of environmental impact in bottom sediments of the eastern Aegean Sea. *Intern. J. Environmental Studies*, 51, 323-334.
- Erol, O., 1976. Shoreline changes on the Anatolian coasts. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 2, 459-467.
- Erol, O., 1983. Historical changes on the coastline of Turkey. In: *Coastal problems in the Mediterranean Sea*. Bird, E.C.F. and Fabbri, P. (eds.). Int. Geogr. Union. Comm. on the Coastal Environment, Bologna.
- Erol, O., 1987. Çanakkale yöresinde Kuvaterner kıyı oynamaları, Ankara Üniv. Dil Tarih ve Coğr. Fak. yayını, 179-187.
- Erol, O., 1990. Impacts of sea level rise on Turkey. In: *Changing climate and the coast. Report of the intergovernmental panel on climate change from the Miami conference on Adaptation responses to sea level rise and other impacts of global climate change*, Titus, J.G. (ed.) 2. 183-200.
- Folk, L., 1974. *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publ. Co., Austin, Texas, 182 s.
- Kraft, J.C., Kayan, İ. and Erol, O., 1980. Geographic reconstructions in the environs of ancient Troy. *Science*, 209, 776-782.
- Kraft, J.C., Bellknapp, D.F. and Kayan, İ., 1983. Potentials of discovery of human occupation sites on the continental shelves and nearshore coastal zone. In: *Quaternary Coastlines*, Academic Press, London, 87-120.
- Krauskopf, K.B., 1985. *Introduction to Geochemistry*, 2nd edition. McGraw-Hill, 617 s.
- Lewis, D.W., 1984. *Practical Sedimentology*. Hutchinson Ross, Pennsylvania, 229 s.
- Loring, D.H., 1987. Reliability of trace metal analyses of marine sediments. Am. ICES interaction study (I/TM/MS)- In: Lindberg, S.E. and Hutchinson, T.C. (eds). *Heavy metals in the environment*, 1, 352-356.
- Loring, D.H. and Rantala, R.T.T., 1988. An Intercalibration Exercise for Trace Metals in Marine Sediments. *Marine Chemistry*, 24, 13-28.
- Piper, D.J.W. and Perissoratis, C., 1991. Late Quaternary sedimentation on the North Aegean Continental Margin, Greece. *The American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 75 (1) 46-61.
- San, E., 1997. Saros Körfezi'nin geç Kuvaterner çökellerinin jeokimyasal ve sedimentolojik özellikleri. *İÜ Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Ens. İstanbul, Yüksek Lisans Tezi*. 101 s (yayınlanmamış).
- Shaw, H.F. and Bush, P.R., 1978. The mineralogy and geochemistry of the recent surface sediments of the Cilician Basin, NE

Mediterranean. *Marine Geology*, 27, 115-136

Shimkus, K.S., Öztürk, B. and Yesin, V. NL, 1992. Oil Products in Recent bottom deposits of the Sea of Marmara, Current State of the Marmara Sea Ecosystem and Antropogenic Impact, University of Istanbul. Faculty of Fisheries Beykoz-Istanbul, 98-101

JNEP/IAEA., 1986. Determination of total iron in marine sediments in flame atomic absorption spectrophotometry. Reference methods for marine pollution studies. No. 37-39.

Voutsinou-Taliadouri, F. and Satsmadjis, J., 1982. Concentration of some heavy metals in east Aegean sediments. *Rev. Int. Oceanogr. Med.*, 66/67, 71-76.

Voutsinou-Taliadouri, F. and Varnakas, S.P., 1993. Geochemical study of sediments from northern EubGekos Bay, Greece, with regard to the presence of submarine mineral deposits. *Marine Geology*, 110, 93-114.

Yücesoy, F. and Ergin, M., 1992. Heavy-metal geochemistry of surface sediments from the southern Black Sea shelf and upper slope. *Chemical Geology*, 99, 265-287.

Yücesoy-Eryılmaz, F., 1998. Kuzeydoğu Ege Denizi ve Çanakkale Boğazı Geç Kuvaterner çökellerinin sedimantolojisi ve jeokimyası. İstanbul Ü. Deniz

Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü., İstanbul, Doktora Tezi, 212 s (yayınlanmamış).