



DATÇA VE HİSARÖNÜ KÖRFEZLERİNİN GÜNCEL SEDİMANLARINDA TANE BOYU, TOPLAM AĞIR MİNERAL VE ELEMENT DAĞILIMLARI İLE BUNLARI KONTROL EDEN FAKTÖRLER
GRAIN SIZE, TOTAL HEAVY MINERAL AND ELEMENT DISTRUBITION OF ACTUAL SEDIMENTS ON BOTTOM OF HISARÖNÜ AND DATÇA BAYS AND ITS CONTROL FACTORS

Barbaros ŞİMŞEK^{a*}, Mustafa ERGİN^b, Murat EVREN^a, Özgür TÜRKMEN^a, Serkan PALAS^a,
Hakan PEHLİVAN^a, Bahri Serkan AYDEMİR^a ve Füsun ÖCAL^a

^aMTA Genel Müdürlüğü Deniz Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, barbaros.simsek@mta.gov.tr, 0312 2011516

^bAnkara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ve Akarsu Göl ve Denizlerde Jeolojik Araştırma Merkezi

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler:

Datça, Hisarönü, Körfez,
Sediman, Deniz

ÖZ

Türkiye'nin güney batısında ve Dağca Yarımadası'nın güneyinde yer alan Dağca ve Hisarözü Körfezlerinde Holosen sedimentasyon süreçlerini ve kontrol eden faktörleri araştırmak amacı ile 2013 yılında MTA-SELEN Araştırma Gemisi ile Dağca ve Hisarözü Körfezlerinin tabanından 71 nokta istasyonda keçe ile yüzeysel (üst 30 cm) sediman örnekleri alınmıştır. Sedimanlarda tane boyu, toplam ağır mineral ve ana element analizleri yapılmıştır. Kıyıya dik alınan sismik kesitte sismik fasiyes analizi yapılmıştır. Analizlerde bilinen ve yaygın uygulanan yöntem ve teknikler kullanılmıştır. Sismik kesite göre, kıtasal şelf kenarı ya da eşgü günümüzde -90/-120 m su derinliklerinde bulunmakta ve Kuvaterner dönemine ait deniz seviyesi değişimlerini gösterir sismik fasiyes özelliklerini sergilemektedir. Radyokarbon yaşlandırma hesaplamaları, sediman örneklerinin günümüzden 2694-14700 yıl önce çekilmeye başladıklarını işaret etmektedir. Deniz tabanı sedimanları %1-18 arasında çakıl, %7-85 kum, %2-30 silt ve %6-69 kil boyu kırılmalı malzemeden oluşmaktadır. Silt ve kil karışımı çamur en bol bulunan sediman türü olmasına rağmen yer yer kum ve çakıl oranları da önem teşkil etmektedir. Alsanal tane boyu dağılımlarında bölgesel farklılıklar olduğu gibi, kalıntı (relik) sediman varlığı da tartışılmaktadır. Siyah kumca zengin toplam ağır mineral miktarları çoğunlukla %2'nin altında olup, ofiyolit ve kromite zengin orta ve doğu bölgelerde %13'e kadar yükselmektedir. Sedimanların inorganik jeokimyası göreceli olarak yüksek ve ofiyolitik kökenli Mg, Cr, Ni ve Fe miktarları ile belirgindir. Bölgedeki akarsu drenaj sistemleri, körföz morfolojisi, kaynak alan kayaçların litolojisi ve denizel dalga ve akıntılar sedimanlardaki tane boyu dağılımını, toplam ağır mineral oranlarını ve ana element bileşimini etkileyen faktörlerdir.

Geliş Tarihi: 04.04.2016

Kabul Tarihi: 06.05.2016

Keywords:

*Datça, Hisarönü, Bay,
Sediment, Sea*

ABSTRACT

This paper explain research results for Holocene sedimentary processes and controlling factors on Datça and Hisarönü Bays located in south west Turkey. For this purpose, we collected sea bottom grab samples (upper 30 cm) from 71 stations and seismic profiles (we use only one sample explain to sedimentary process) collected in MTA-SELEN research ship on Hisarönü and Datça Bays. It is known and widely applied in seismic analysis methods and techniques are used on seismic profile which according to the continental shelf edge or threshold current -90 / -120 m water depth. At the same time, seismic profile were showed sea level changes of the Quaternary period and exhibits seismic facies parameters. According to radiocarbon dating calculations and we estimate these sediments which are 2694-14700 years of before present. Sediments grain size are 1-18% gravel, 7-85% sand, 6-69% silt and 2-30% clay size is composed of clastic material. Although silt and clay (mud) the most widely sediments are in our investigation area, we run into significant sand and gravel grain size important. We discuss regional differences grain size distribution and to be here residual (relic) sediments are in our investigation area. The total amount of heavy mineral-rich black sand is mostly below 2%, ophiolite and chromite-rich central and eastern regions is as high as 13%. Inorganic geochemistry of sediments are Mg, Cu, Ni and Fe amount is significant. Regional changing river drainage system, bay morphology, terrestrial and marine resources and outcrops also waves and currents effect not only sediment grain size distribution, but also effect the total heavy mineral content and the main elements composition.

1.Giriş

Datça ve Hisarönü Körfezlerini kapsayan çalışma alanı, Türkiye'nin güney batısında, kuzeyinde Datça

Yarımadası, doğusunda Marmaris ve güneyinde Sömbeki (Simi) Adası bulunan ve Akdeniz ile Ege Denizi arasındaki konumu gereği bu denizlerin oşinografik özelliklerini yansıtan bir bölgede yer

* Başyurulacak yazar: Barbaros Şimşek, barbaros.simsek@mta.gov.tr, 0312 201 1516
http://dx.doi.org/10.19076/mta.83774

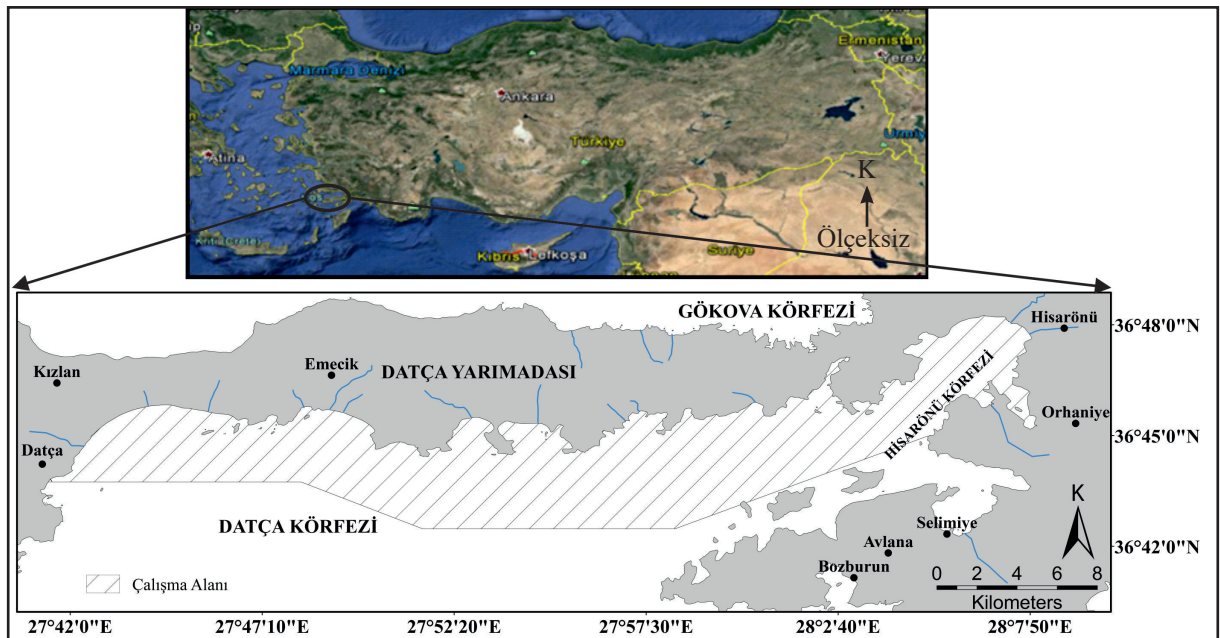
almaktadır (Şekil 1). Bölgedeki çalışmalar ve mevcut veriler genelde bölgenin genel jeolojisi ile ilgili olup, deniz dibi sedimanlarının özellikleri yeterince çalışılmamıştır. Datça Yarımadası'nı oluşturan kaynak kayaların ayrışma ürünlerini ve özellikle günümüz kıyılarındaki biriken ağır mineral plaser kumlarının kıyı ötesindeki izlerini araştırmak amacı ile hazırlanan bu makale sedimantolojik ve jeokimyasal çalışmalar ile bunların yorumlarını ve kısmende sismik ve C¹⁴ çalışmalarını kapsamaktadır. Datça Yarımadası güneyi denizel alanında ağır mineral plaserlerine yönelik bu tür çalışmaların daha önceden yapıldığına dair veriler bulunmadığından, bu çalışmanın literatürde önemli bir eksikliği dolduracağı düşünülmektedir.

1.1. Genel Jeoloji

Ege Bölgesi tektonik olayların aktif olarak şekillendirdiği bir bölgedir (Şekil 2). Bölge, Ege hendeğinin oluşumu ve buradaki dalma batmaya bağlı olarak günümüzde de egemen olan yoğun tektonik hareketlere sahne olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981, Ersoy, 1991). Üst Miyosen Ege Bölgesinde K-G gerilmenin başladığı dönemdir (Kurt, 1999). Bu dönemde Ege Denizi, kıyı kesimi ve ona komşu karalar dünyanın sismik olarak en aktif bölgelerinden biridir (Jackson ve McKenzie, 1984; Taymaz vd., 1991, Dirik vd., 2003). Ege Denizi, bu hareketler etkisinde Akdeniz'de yaklaşan plakaların kenar sisteminde bulunan aktif çekme tektoniğinin etkisindedir (Mascle ve Martin, 1990, Uluğ vd., 2005) ve çekme tektoniği

etkisinde doğu-batı uzanımlı grabenler oluşmuştur (McKenzie, 1972, 1978; Dewey ve Şengör, 1979; Angelier vd., 1981, Uluğ vd., 2005).

Datça Yarımadası'nın bugünkü konumunu alması, Likya Napları'nın bölgeye yerleşimi ile Gökova, Datça ve Hisarönü Körfezleri'nin oluşumu gibi bir dizi jeolojik olayın meydana gelmesi ile yakından ilişkilidir. Likya Napları, Kretase'de İzmir-Ankara kenet kuşağı boyunca meydana gelen dalma-batma sırasında okyanus kabuğunun Anatolid-Torid platformu üzerine bindirmesi ve bu bindirmenin ve daha sonraki üst Paleosen-alt Eosen'de meydana gelen kıta-kıta çarpışması sırasında oluşan dalma-batma sırasında süpürülen malzeme ile birlikte Batı Torosların allokon birimlerini şekillendirmesi ile oluşmuştur (Brunn vd., 1971; Şengör ve Yılmaz, 1981; Ersoy, 1991; Uluğ, 2005). Datça Yarımadası kuzeyinde yer alan Gökova Körfezi'nin oluşumunda, sıkışma rejimi etkisiyle gelişen orta-üst Miyosen yaşlı birimleri içeren KB-GD yönlü rift sistemi ile daha sonraki dönemde çekme rejiminde meydana gelen K-G yönlü ve Pliyo-Kuvaterner birimlerini içeren sistemlerin etkin olduğu görülmektedir (Görür, vd., 1995, Uluğ vd., 2005). Üst Miyosen'de başlayan etkin çekme kuvvetleri etkisiyle Datça Yarımadası ile Bozburun Yarımadası arasında bu dönemde oluşan ve denizaltında var olduğu belirtilen Hisarönü Grabeni yer almaktadır (Ersoy, 1991). Datça Yarımadası'nda çekme kuvvetlerinin neden olduğu gravite, hatta bir büyüme fayı sonucu horst ve graben gibi yapısal

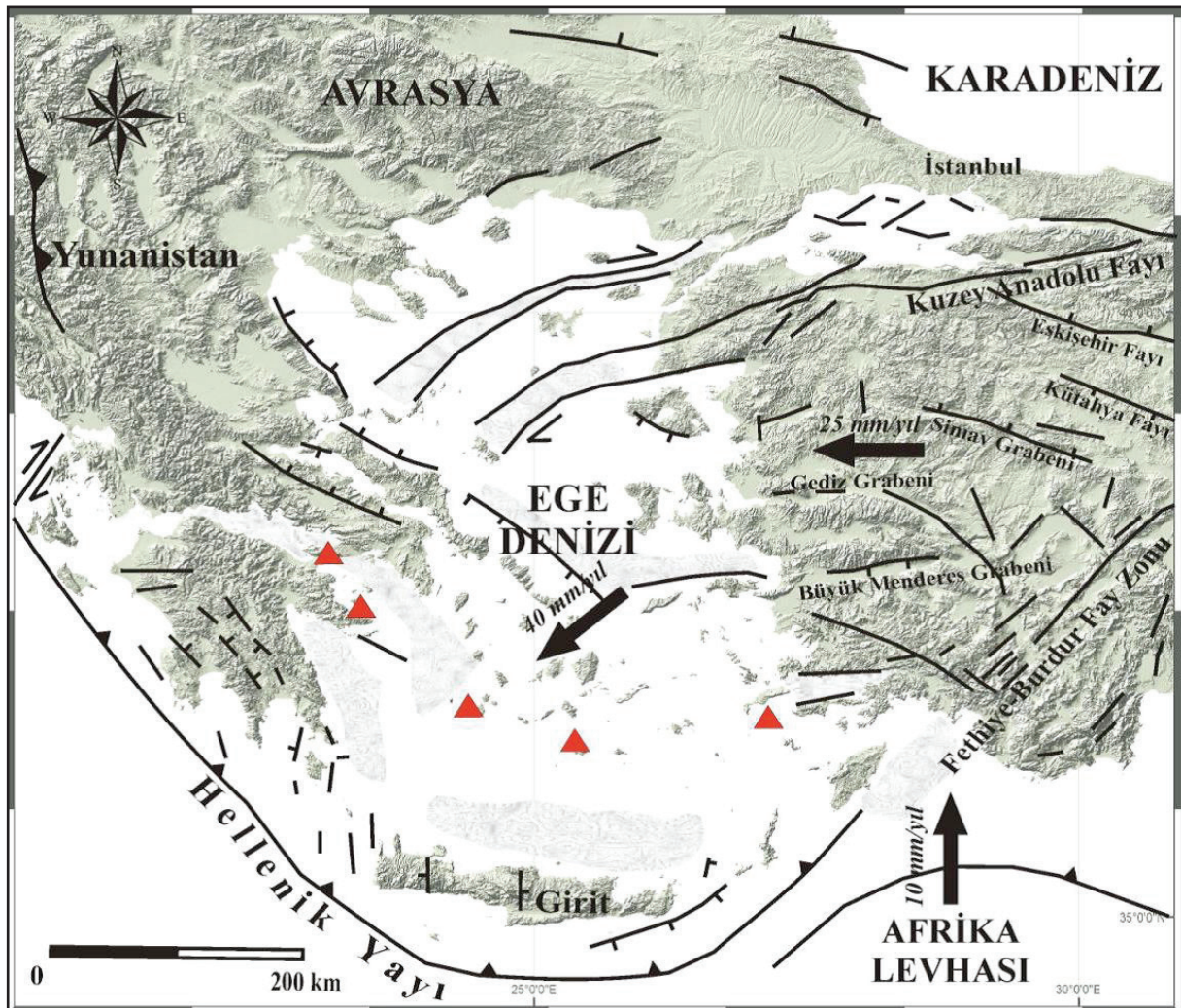


Şekil 1- Çalışma Alanı Datça ve Hisarönü Körfezleri ile yakın çevresi.

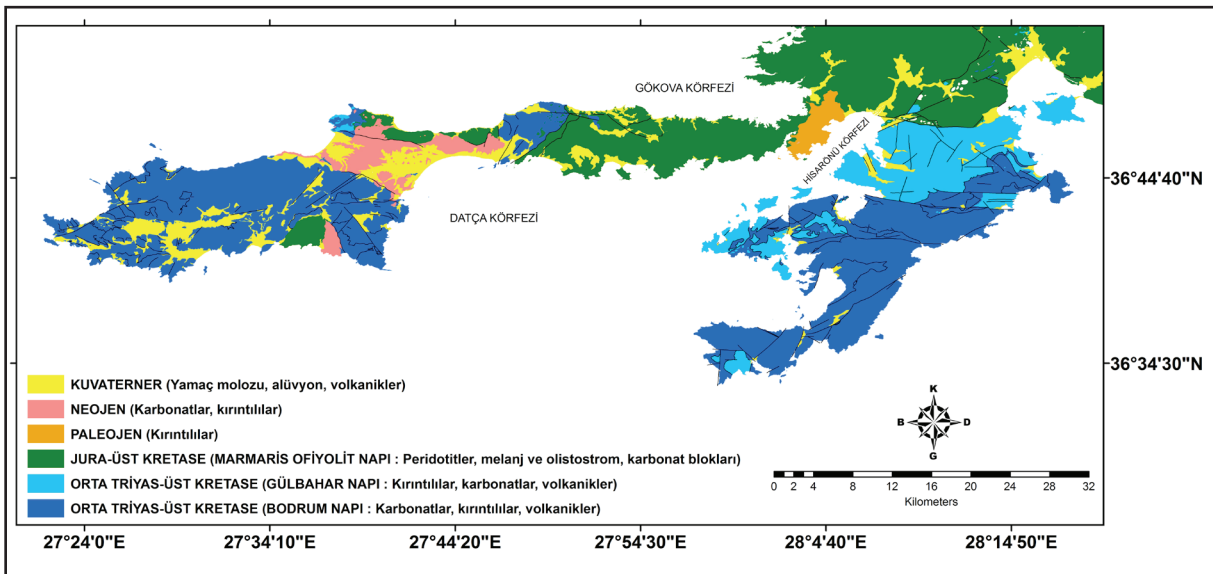
şekiller meydana gelmiştir. Bunun en tipik örneği kuzey ve güneyi KD gidişli faylarla sınırlı Datça Grabeni'dir. Hisarönü ve Gökova Grabenlerinin fayları, Datça Grabeni'ne ait fayları verev olarak keserler. Dolayısı ile bu faylardaki hareketlerle, Datça Yarımadası, grabenler arasında Datça Grabeni ile birlikte tümüyle horst yapısı kazanmıştır (Ersoy, 1991).

Dağca Yarımada'sının yüzlek jeolojisi, Triyas-Kretase yaşlı Bodrum Napı, Gülbahar Napı ve Marmaris Ofiyolit Napından oluşan Likya Napları ile bunların üzerine gelen Paleojen, Neojen ve Kuvaterner birimlerinden oluşmaktadır (Şekil 3). Bodrum Napı, orta Triyas-üst Kretase yaşlı dolomit, kireçtaşı, çamurtaşı, kilitaşı, siltaşı ve volkanitlerden oluşmakta ve temel kayayı temsil etmektedir. Bu birimler üzerine, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ve volkanitlerden oluşan orta Triyas-üst Kretase yaşlı

Gülbahar Napı gelmektedir (Şenel ve Bilgin,1997). Gülbahar Napının üzerinde Jura-üst Kretase yaşlı Marmaris Ofiyolit Napı yer almakta olup, serpantinitle bir hamur içine makaslanarak sokulmuş kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, dolomit, radyolarit, çört, volkanit gibi kaya türleri ile kaotik bir yapıda olan yer yer harzburgit, dunit, gabro, diyabaz ve serpantinleşmiş harzburgit ve dunitler içeren Kızılcaadağ Melanj ve Olistostromu ile harzburgit, yer yer serpantinleşmiş harzburgit ve dunitler ile yer yer küçük diyabaz ve gabro kütleleri içeren Marmaris Peridotitleri'nden oluşmaktadır (Şenel ve Bilgin, 1997). Likya Napları üzerine açısız uyumsuzlukla Paleojen birimlerinin kırıntılıları ile Neojenin kırıntılıları ve karbonatları uyumsuzlukla gelir. Tüm birimler üzerine de uyumsuz olarak Kuvaterner yaşlı kırıntılı çökeller (yamaç molozu, alüvyon) ile volkanitler gelmektedir (Şenel ve Bilgin, 1997).



Şekil 2- Ege Denizi ve çevresinin tektonik haritası (Siyah büyük oklar levha hareket yönlerini, siyah çizgiler fayları (Barka ve Reillinger 1997, Kaşer 2010'dan, Datça Yarımadası güneyindeki fay Ersoy 1991), Kırmızı üçgenler volkanizmayı (National Observatory of Athens, Kaşer 2010'dan) göstermektedir.



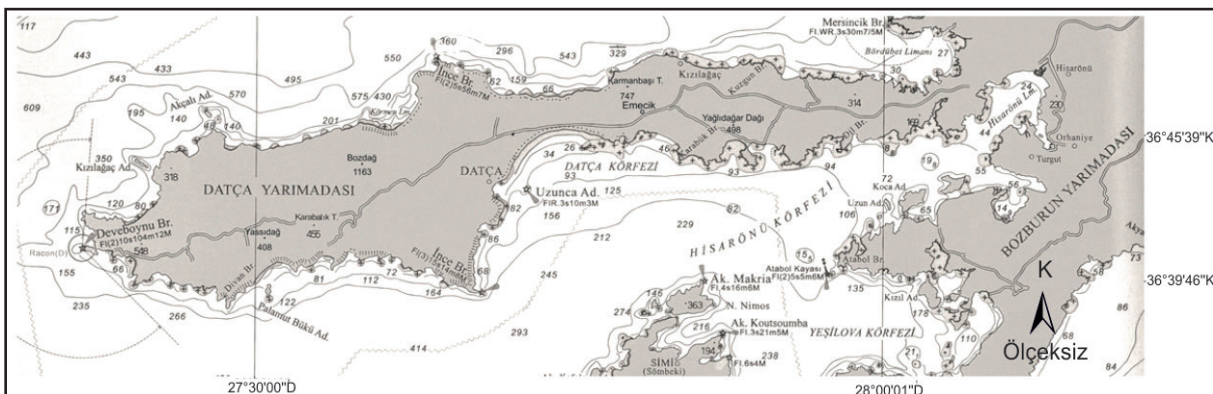
Şekil 3- Datça Yarımadası ve civarının genel jeoloji haritası (Şenel ve Bilgin 1997'den değiştirilerek alınmıştır).

1.2. Morfoloji, İklim ve Akarsular

Datça Yarımadası'nda kıyılarda genelde dar ve kısa plajlar içeren dağlık bir morfolojiye, kıyıdan itibaren deniz içinde irili ufaklı adalara ve deniz altı yükselimlerine rastlanır (Şekil 4). Datça Yarımadası'nın en yüksek noktaları batıdan doğuya, Yassıdağ (408 m); Karabalık Tepe (455 m); Bozdağ (1163 m); Karmanbaşı Tepe (747 m) ve Yağlıdağar Dağı'dır (486 m). Yarımada güneyi şelf alanı kıyıdan itibaren derinleşerek 200 m derinliklerine Hisarönu Körfezi'nde ~ 22 km'lik geniş bir uzanımda ulaşırken, Datça Körfezi ~5 km ile ~8 km'lik dar şelf alanı ile derinliğin 200 m'den başlayarak arttığı derin bölüme bağlanır (Şekil 4). Bölgede tipik Akdeniz iklimi hüküm sürer. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Yıllık sıcaklık ortalaması Datça'da 19.1°C'dir. En

sıcak ay temmuz olup ortalaması Datça'da 27.1° C'dir. En soğuk ay ocak'ın ortalaması Datça'da 12.1° C'dir. Ortalama yağış Datça'da 710.9 mm'dir. Yağışın tamamına yakını kış aylarında toplanmıştır (Taşlıgil, 2008).

Yarımada, sarp morfolojisi nedeniyle, oldukça fazla sayıda meyilli ve kısa akarsu yataklarına sahip olup, kıyılara malzeme taşıması bakımından bölgenin mevsimsel ve düzensiz akan başlıca akarsuları, Küçükakata Dere (1); Eksera Dere (2); Çakal Dere (3); Günuç Dere (4); Bakacak Dere (5); Alazeytin Dere (6); Akçabük Dere (7); Kızıl Dere (8); Karabük Dere (9); Koca Dere (10); Armutyanı Dere (11); İnceburun Dere (12); Zindan Dere (13); Uzunırmak Dere (14); Çakallıca Dere (15); Gökçe Dere (16); Havari Dere (17); Değirmen Dere (18); Bağlıca Dere (19); Cin



Şekil-4- Datça Yarımadasının kuzey ve güney körfezlerinin sualtı morfoloji haritası (TR311 Seyir Haritası ve www.hgk.gov.tr/sayisal-uygulamalar’dan değiştirilerek, Ölceksiz).

Dere (20); Kurucaboğaz Dere (21); Kocaçığılı Dere (22); Karacalıbüktü Dere (23); Dalli Dere (24); Kazan Dere (25); Hisarönü Dere (26); Değirmen Dere (27); Çaykuyu Dere (28) ile temsil edilmektedir (Şekil 5). Akarsuların dışında Datça limanının batısında sahilden 100 m. içeride suları doğal bir havuza toplanan sıcaklığı 27 °C olan Datça Ilıcasi bulunur (Taşlıgil, 2008).

2. Materyal ve Yöntem

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün MTA Selen Araştırma Gemisi ile 2013 yılı Datça Proje seferinde Datça ve Hisarönü Körfezlerinden tek kanallı sığ sismik yansıma kesitleri, kepçe ve karot örnekleri alınmıştır.

Sığ sismik kesitlerden amaç ve kapsama uygun kıyıya dik bir sismik kesit seçilerek kullanılmıştır (Şekil 6). Tek kanallı sismik veriler, yüksek ayrımlı sığ sismik sistem (Geoacoustics) ile enerji kaynağı olarak 175 joule'luk boomer kullanılarak, dinleme süresi 500 ms, örnekleme aralığı 40 μ sn ile toplanmıştır. Sisteme ait olan Geo-Pro-II veri işlem yazılımı ile veriler

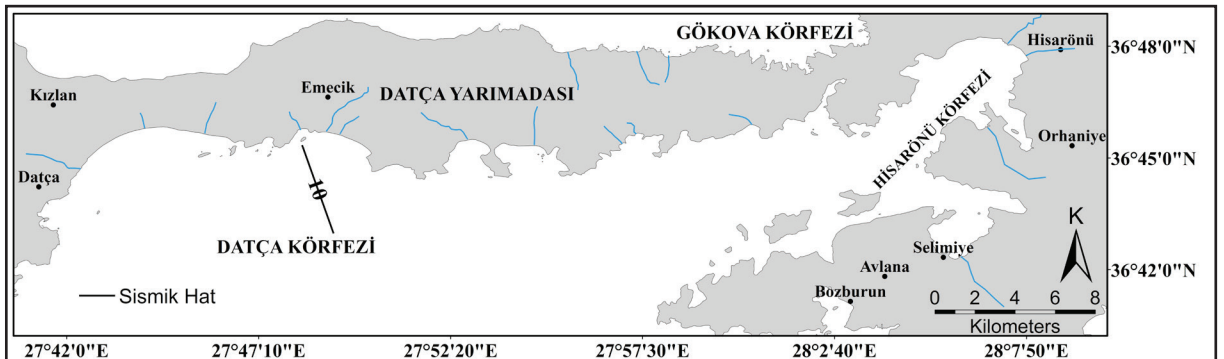
işlenerek sismik yansıma kesitleri elde edilmiştir. Zaman ortamındaki (two wat time-TWT) verilerden su ve sediman derinliklerinin hesaplanmasında akustik dalga hızı 1500 m/sn olarak kabul edilmiştir. Kuvaterner jeolojisinin açıklanması amacıyla, sismik yansıma kesitlerinde fasiyes analizleri ve parametrelerinin yorumlamasında Mitchum vd. (1977) ve Posamentier vd. (1988)'de belirtilen esas ve yöntemlerden faydalanılmıştır.

Sediman kepçesi kullanılarak alınan ve deniz tabanının üst 30 cm'sini temsil eden 71 örnek çalışmada kullanılmıştır (Şekil 7). Örneklerin laboratuvar analizlerinin büyük bölümü MTA'da bir bölümü de Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir. Sediman örnekleme istasyonları 51, 52, 53, ve 54 ve 55 bu çalışmada değerlendirilen 10 nolu sismik kesitin alındığı bölgeye çok yakın konumdadır (Şekil 6 ve 7).

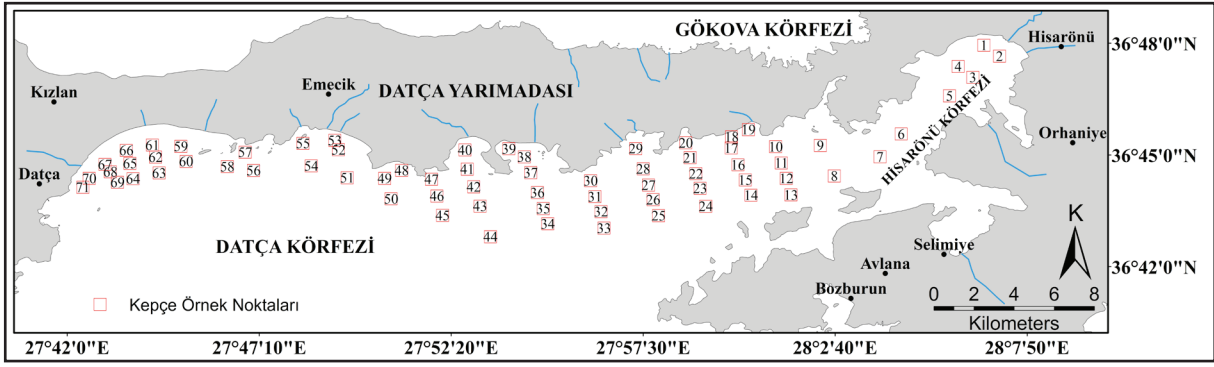
Tane boyu analizleri için, sediman örnekleri yıkanıp, deniz tuzundan arındırıldıktan sonra, 0.0625 mm gözenek çaplı bir elek üzerinde yıkanarak ıslak eleme yöntemi ile kum ve çakıl fraksiyonlarından



Şekil 5- Datça Yarımadası ve civarının düzensiz ve mevsimsel akarsuları (Harita Genel Komutanlığı O18-O19-O20 topoğrafik haritalarından ve arazi gözlemlerinden hazırlanmıştır).



Şekil 6- Datça Körfezi'nden alınan 10 nolu sismik kesitin konumu.



Şekil 7- Datça ve Hisarönü Körfezlerinde kepçe ile alınan yüzeyel sediman örnekleme istasyonları.

ayrılmış, geriye kalan çamur fraksiyonu Malyem Mastersizer 2000 cihazı ile silt ve kil tane boylarına ayrılmıştır. Daha sonra kurutulan ve 0.0625 mm gözenekli elek üzerinde kalan taneler 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.25 mm ve 0.125 mm çaplarına göre ayrılmıştır. Tane boyu sınıflandırması Folk (1980)'de belirtilen Wentworth ölçeğine göre belirlenmiştir.

İncelenen sedimanların yaşını tespit edebilmek için 8 istasyondan (Şekil 8) alınan karotların üst seviyelerinden seçilen sediman örnekleri ETH (Swiss Federal Institute of Technology of Zurich) laboratuvarına gönderilmiş ve konveksiyonel radyokarbon yöntemi ile yaş tayini yaptırılarak, sonuçlar C^{13} düzeltmesinden sonra $C^{14}BP$ (Günümüzden Önce-GÖ) olarak verilmiştir.

Toplam ağır mineral ayırım analizleri yıkanmış ve kurutulmuş sediman örneklerinin 1 mm ile 0.0625 mm arasında tane boyuna sahip olanlarının, yoğunluğu 2.89 gr/ml olan bromoform sıvısı ile bilinen standart yöntemlere göre (Müller, 1967; Lewis, 1984; Grosz vd., 1990) ayırılması sonucunda ağır ve hafif mineral fraksiyonlarına ayrılmıştır.

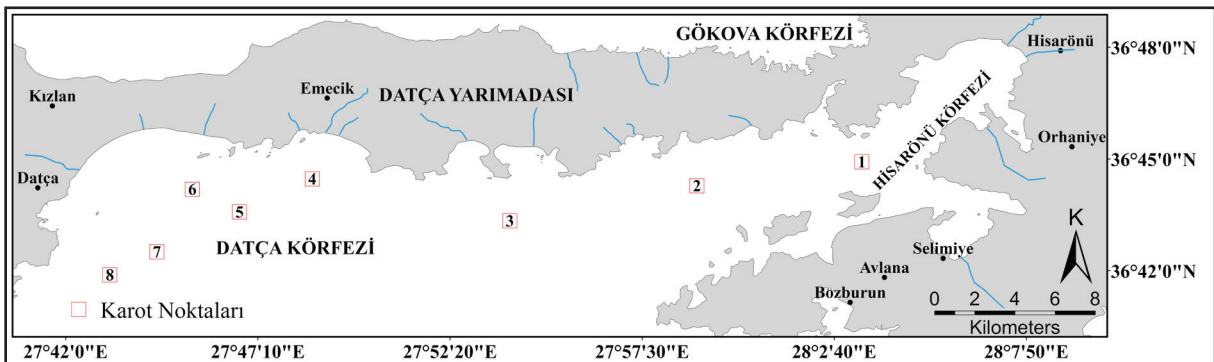
Datça ve Hisarönü Körfezleri kepçe örneklerinden toplam ağır mineral analizleri de göz önüne alınarak seçilen 21 adet örnek üzerinde jeokimya analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 9). Jeokimyasal element analizleri için kurutulan ve öğütülen sediman örneklerindeki ana ve eser elementler, Thermo ARL XRF sistemi ile (referans materyal UQ standart) kullanılarak Türk Akreditasyon Kurumunca sertifikalandırılan MTA Genel Müdürlüğü Laboratuvarlarında ölçülmüştür (Şekil 9). Analiz sonuçlarının değerlendirmesinde Pearson korelasyon matrisi gibi istatistiksel yöntemlere de başvurulmuştur.

3. Bulgular

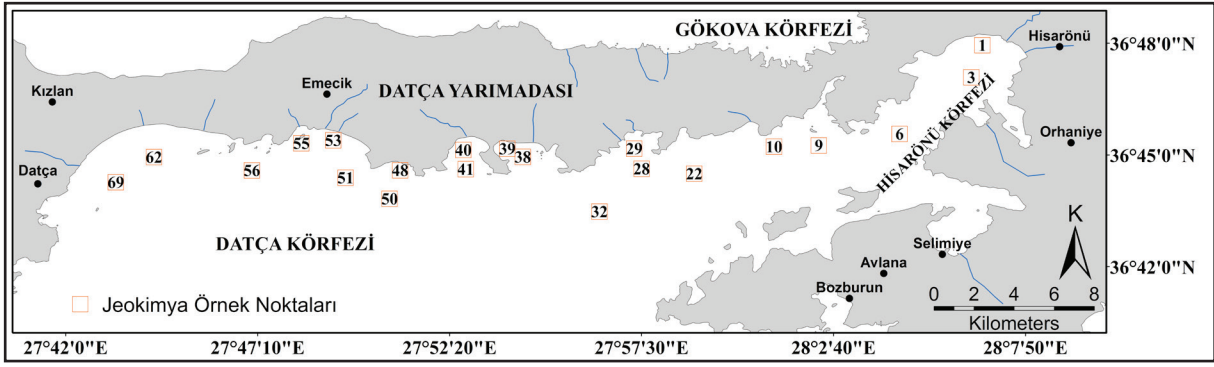
Datça ve Hisarönü Körfezlerinden alınan sediman örnekleri analizlerine ait veriler ile sismik kesit değerlendirmeleri aşağıda verilmektedir.

3.1. Sedimanların Radyokarbon (C^{14}) Yaşları

Çalışmaya konu olan sedimanların taban seviyeleri (deniz tabanının 30 cm altı) hesaplama yolu ile belirlenerek, 4 nolu istasyonda günümüzden 2694 yıl önce, 3 nolu istasyonda 14700 yıl önce



Şekil 8- Radyokarbon yaş tayinleri için seçilen karot örneklerinin alındığı noktalar.



Şekil 9- Datça-Hisarönü Kõrfezleri jeokimya analizi yapılan kepçe sediman örnekleri.

çökelmeye başlamış olup sahadaki tüm yaşlar bu değerler arasındadır (Çizelge 1). Diğer karotlarda yapılan hesaplamalarla 30 cm kalınlıktaki sedimanın tabanı 7 nolu istasyonda günümüzden 11424 yıl önce, 8 nolu istasyonda 10237 yıl ve diğer istasyonlarda günümüzden önce 2816-6112 arasında değişen yıllarda çökelmiştir. Sedimanların yaşları ve bunlardan elde edilen çökel birikim hızları ortalama 6 cm/1000 yıl olup, bölgesel önemli farklılıklar (2-11 cm/1000 yıl) gösterilebilmektedir (Çizelge 1). En yüksek değerlere (10-11 cm/1000 yıl) içbükey, korunmuş ve göreceli

olarak geniş bir şelfe ve akarsu girdisine sahip Datça Kõrfezî'nde rastlanılmıştır. Datça ve Hisarönü Kõrfezlerinde incelenen kepçe (yüzeysel) sediman örneklerinin yaşlarının üst Pleyistosen-Holosen arasında değiştiği değerlendirilmektedir. Diğer taraftan, bu kõrfezlerde Son Buzul Maksimum (LGM; 19000 yıl GÖ, Hamann vd., 2008) ve (Holosen:11700 yıl GÖ. IUGS ICS, 2016) süreçlerinin başlangıcından sonra ve günümüze kadar 2 m kalınlığa kadar sediman birikmiş olabileceği tahmin edilmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1- Datça ve Hisarönü Kõrfezlerinin karot sedimanlarında radyokarbon (C^{14}) yaş dağılımı ve kepçe örnekleri ile ilişkisi.

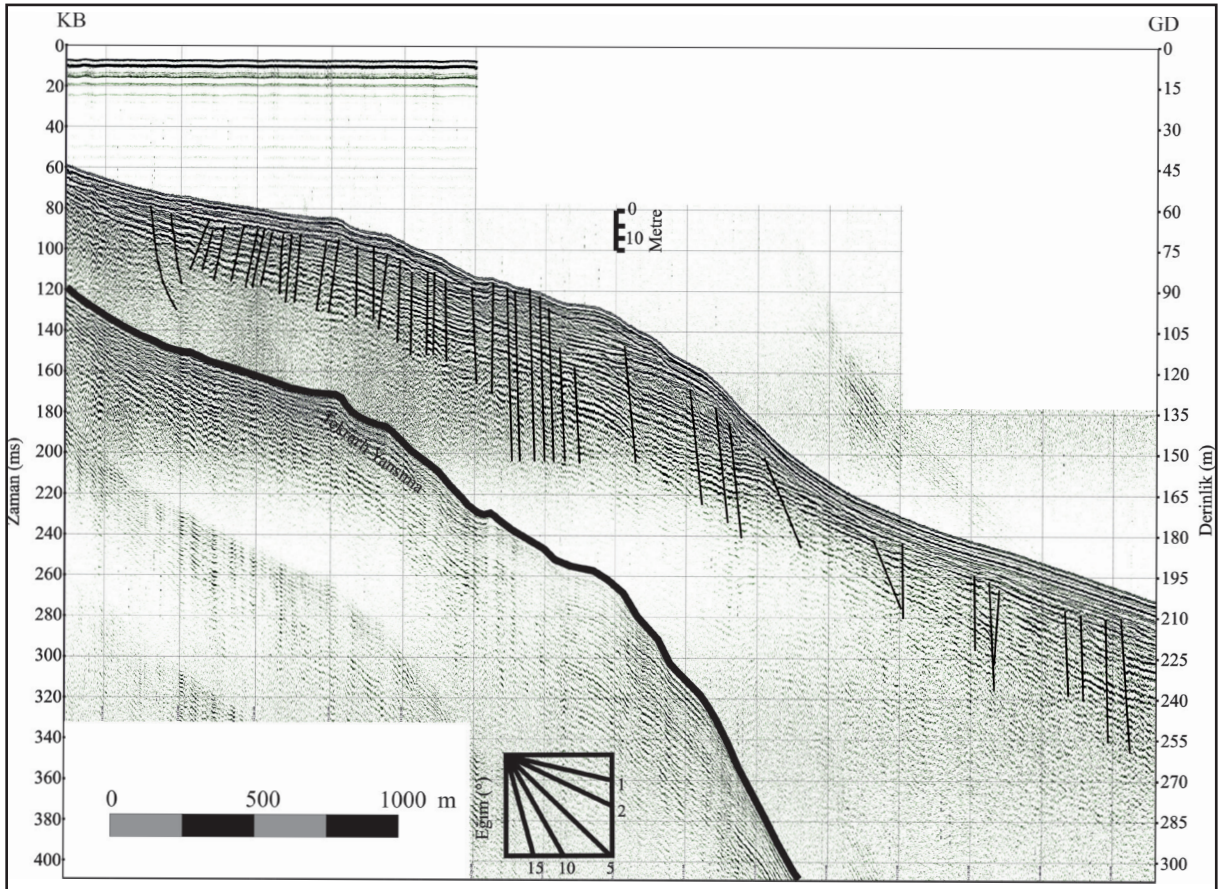
Karot No	C^{14} Karot Yaş Derinliği Kepçe Sediment Derinliği Holosen (LGM) Derinliği (cm)	C^{13} Düzeltilmiş C^{14} Yaş (BP, GÖ)	Hesaplanan Sediment Birikim Hızı (cm/1000 yıl)
1	40-41 30 78 (126)	6099 4517 11700 (19000)	6.64
2	40-41 30 89 (145)	5307 3931 11700 (19000)	7.63
3	29-30 30 24 (39)	14455 14700 11700 (19000)	2.04
4	34-35 30 130 (212)	3098 2694 11700 (19000)	11
5	40-41 30 57 (93)	8252 6112 11700 (19000)	4.9
6	26-28 30 125 (202)	2535 2816 11700 (19000)	10.65
7	25-26 30 31 (50)	9711 11424 11700 (19000)	2.62
8	30-31 30 50 (81)	10408 10237 11700 (19000)	2.93
ortalama	30	7054	6

3.2. Sismik Fasiyes Analizi

Bölgede deniz tabanı ve altının deniz seviyesi değişimleri ve tektoniğini daha anlaşılır kılabilmek amacıyla Datça Körfezi'nin doğusundan alınan 10 nolu sismik yansıma kesiti incelenmiştir (Şekil 10). Takriben 410 ms dinleme süresi olan 10 nolu kesitin, deniz suyu akustik dalga hızı 1500 m/sn alındığında, derinlik ortamındaki karşılığı yaklaşık olarak 300 metreye karşılık gelmektedir. Kıyı önünde ve sığ sularda 60 ms (45 m) su kolonu derinliğinde başlayan kesit, açık sularda 270 ms (202 m) derinliğe kadar uzanmaktadır. Şelf kenarı ya da eşiği ise kesitte 160 ms (120 m) derinliğinde oldukça belirgin olup, daha önceden yayınlanan üst Pleyistosen küresel deniz seviyesi değişim eğrileri (Fairbanks, 1989, Siddall, 2003, Toucanne vd., 2012) ile oldukça uyumludur. Yine bu kesitte sediman ya da çökel kalınlığı iç şelfte kıyı önlerinde takriben 20 ms (15 m), dış şelfte 60 ms (45 m) 'ye ulaşmakta ve üst yamaçta tekrar 20 ms (15 m)'ye düşmektedir. Yamaçta paralel yansımali, devamlılığı düzenli, yüksek genlikli ve yaygı-örtü

şeklinde gelişen sismik fasiyes birimleri, şelfde dalgalı ve kümbetimsi paralel, orta-yüksek genlikli, yer yer kaotik, düzensiz, mercekli ve ilerleyen klinofom birimlerine geçmektedir. Özellikle, 160 ms derinlikteki (120 m) ve ilerleyen klinofomların belirgin olduğu ve alçak deniz seviyesi deltasına benzer sediman kaması ile eski kıyı çizgisi üst Pleyistosen dönemine işaret etmekte olup çalışma alanının şelfini şekillendirmiştir. Mevcut verilerin incelemesi, Datça ve Hisarönü Körfezlerinde çalışma alanında üst Pleyistosen ve özellikle Holosen dönemlerinde deniz seviyesi değişimi ve karasal kıyıntılı temininin önemli etkenler arasında olduğunu göstermektedir. Sismik kesitte tespit edilen eğim atımlı (normal, ters) faylar bölgenin özellikle Miyosen ve sonrasındaki aktif tektonizmadan etkilendiğini de göstermektedir (Şekil 10).

Kepçe ile alınan yüzeysel sediman örneklerinin (30 cm kalınlık) sismik profillerde kalınlığı 0.4 ms'ye karşılık gelmekte ve bu nedenle de bu düşük değerler ile ayrıntılı bir sismik fasiyes analizinin yapılabilmesi oldukça zor hatta imkansız görünmektedir.



Şekil 10- Datça Körfezi'nin doğusunda 10 nolu sismik yansıma kesiti. Kesit konumu için şekil 6'ya, kesitin yorumu için metne bakınız.

3.3.Tane Boyu Dağılımı

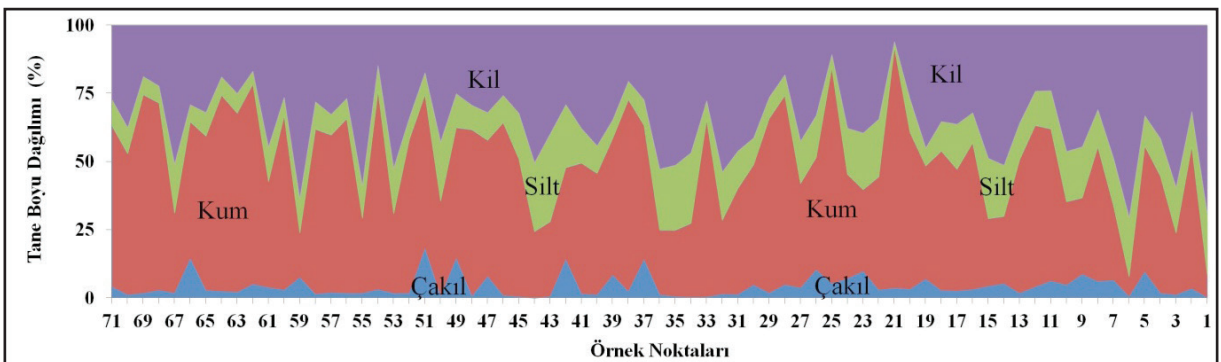
Datça ve Hisarönü Körfezleri'nde deniz tabanını örten 30 cm kalınlığındaki sediman örneklerinin tane boyu dağılımını, % 0-18 arasında değişen çakıl, % 7-85 kum, % 2-30 arasında silt ve % 6-69 arasında kil oluşturmaktadır (Şekil 11). Körfezler arasında bir karşılaştırma yapıldığında; Hisarönü Körfezi sedimanlarında çakıl oranlarının % 5-10, kum % 25-50, silt % 10-30 ve kil oranlarının ise % 25-69 arasında değiştiği görülmektedir. Datça Körfezi'nde ise, sedimanda çakıl oranları % 0-15, kum % 25-85, silt % 0-30 arasında ve kil % 0-69 oranları arasında dağılım göstermektedir (Şekiller 11, 12, 13, 14 ve 15).

Bu dağılımlara göre; Datça Körfezi sedimanlarının kum oranları göreceli olarak yüksek, kil oranları ise düşüktür. Göreceli olarak yüksek çakıl miktarları Datça Körfezi'nin batı, orta ve doğu kısımlarında ve bölgesel dar alanlarda bulunmaktadır. Benzer şekilde çakıl oranları Hisarönü Körfezi'nin orta ve batı kısımlarında bölgesel artışlar ile temsil edilmektedir. Genel olarak, çakıl artışlarına şelf kenarı ve yakınlarında, kayalık kıyıların önünde ve göreceli olarak sığ sularda rastlanılmaktadır (Şekil 12). Çakıl oranında artışta dere ağızlarına yakınlık sadece birkaç bölgede söz konusu olup, Datça Körfezi'nde çakıl artışları içerden dışarıya doğrudur.

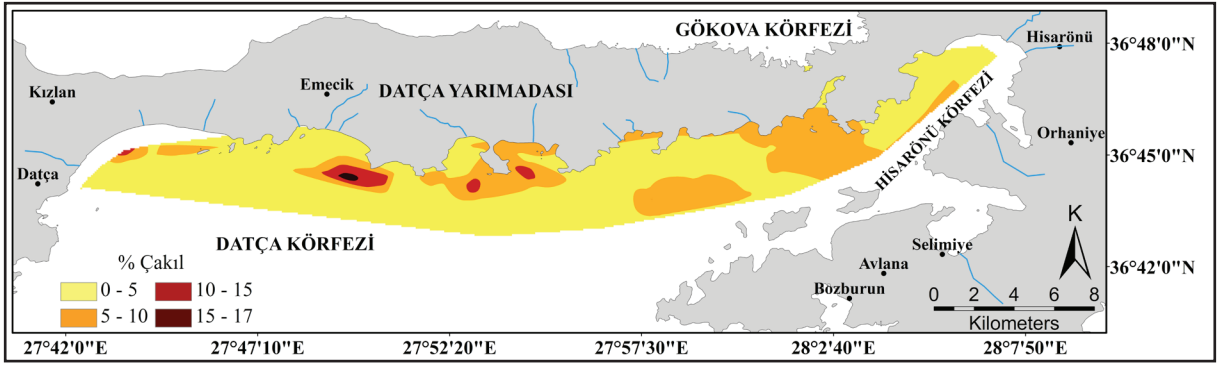
Kum miktarları Datça Körfezi'nin batı ve doğusunda, kıyıya yakın alanlarda artabildiği gibi (% 50-85), uzak alanlarda da oranlar yükselebilmektedir (Şekil 13). Silt oranları genelde kıydan (<%10) açığa (şelf kenarına) doğru (% 20 - 30) artmaktadır (Şekil 14). Bu artışlar, Datça Körfezi'nin doğu kısımları ile Hisarönü Körfezi'nin doğu, orta ve batı kısımlarında sınırlı bölgelerde daha baskın görülmektedir.

Kil miktarları Datça Körfezi'nin batı ve doğu bölgelerinde farklılıklar göstermektedir. Batıda, kıyıya yakın alanlarda % 50-69 arasında olan kil tane boyu malzeme açık denize doğru azalarak % 25'in altına düşmekte ve doğuda tekrar artarak şelf kenarında yer yer % 69'a kadar yükselmektedir (Şekil 15). Oldukça korunmalı ve kuytu Hisarönü Körfezi'nde kil miktarları genelde yüksektir ve % 50-69 değerleri daha yaygındır (Şekil 15). Her ne kadar, yüksek kil oranlarına dere ağızlarında da rastlanılmış olsa da, bu ilişkiyi tüm çalışma alanına uygulamak zor görünmektedir. Sediman tane boyu dağılımları, Folk 1980'e göre üçgen diyagramında sınıflandırıldığında incelenen körfez sedimanlarının az çakıllı çamurlu kum "(g)mS", az çakıllı kumlu çamur "(g)sM", çakıllı çamurlu kum "gmS", az çakıllı çamur "(g)M", az çakıllı kum "(g)S" ve çakıllı çamur "gM" ile kumlu çamur "sM" türlerine ait oldukları ve kum ve çamur oranlarının yer yer değişebildiği görülmektedir (Şekil 16 ve 17). Sahada kumlu ve çamurlu birimlerin hakim olduğu iki yaygın sediman türünün varlığı ve genelde çamurlu birimlerin Hisarönü Körfezi'nde birikim yaptığı, kumlu birimlerin ise genelde Datça Körfezi'nde birikim yaptığı görülmektedir. Diğer taraftan, bazı bölgelerde ve özellikle de batıda sediman türleri kıydan açığa doğru çamurdan kuma değişim gösterirken, diğer bölgelerde ise kumdan çamura geçiş sergilemektedir.

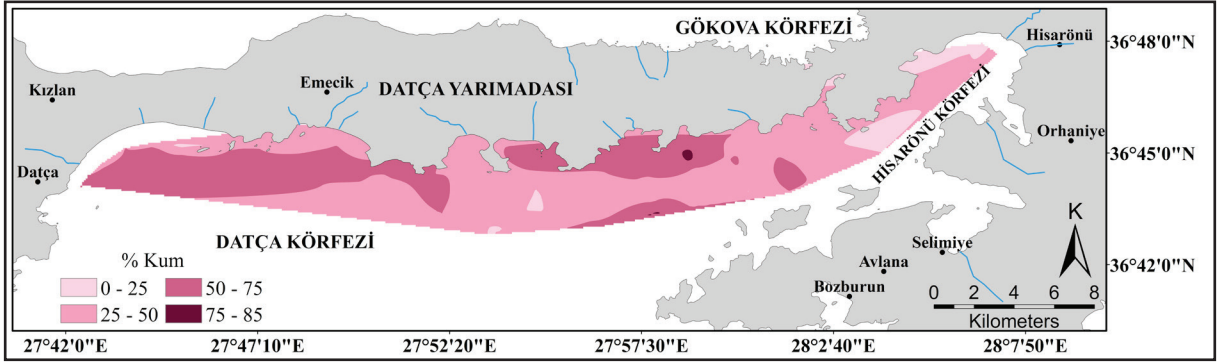
Sediman örneklerinin grafiksel ortalama tane boyu Ø 4.70 ile Ø 8.14 arasında değişmekte olup, Hisarönü Körfezi iç bölümünde kıyıya yakın küçük bir alanda ortalama tane boyu kil iken, Hisarönü Körfezi'nin diğer alanları ile Datça Körfezi'nde ortalama tane boyu çoğunlukla silt olarak dağılım yapmaktadır (Şekil 18).



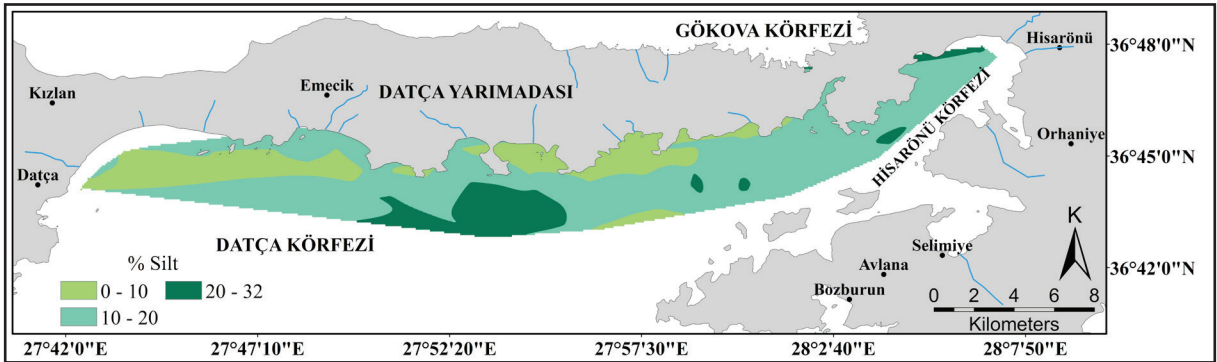
Şekil 11- Datça ve Hisarönü Körfezleri yüzeyel sedimanlarında tane boyu dağılımı.



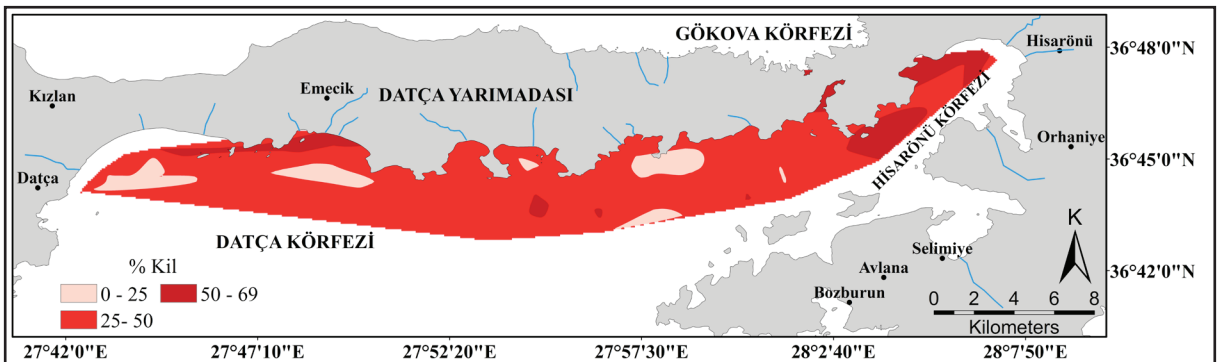
Şekil 12- Datça ve Hisarönü Körfezleri yüzeyel sedimanlarında çakıl boyutu malzemenin dağılımı.



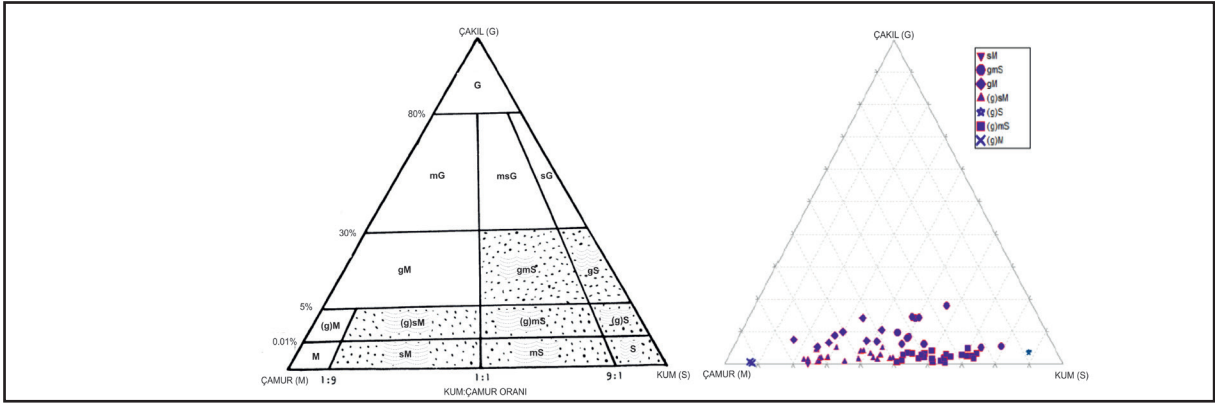
Şekil 13- Datça ve Hisarönü Körfezleri yüzeyel sedimanlarında kum boyutu malzemenin dağılımı.



Şekil 14- Datça ve Hisarönü Körfezleri yüzeyel sedimanlarında silt boyutu malzemenin dağılımı.



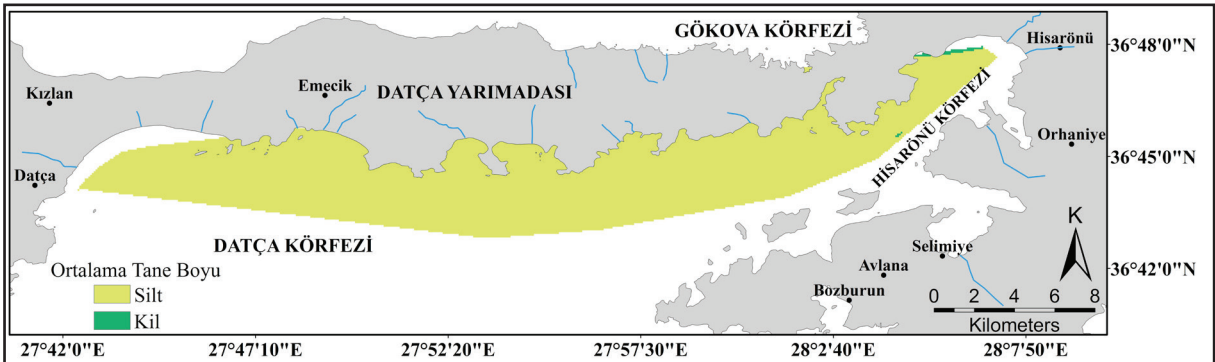
Şekil 15- Datça ve Hisarönü Körfezleri yüzeyel sedimanlarında kil boyutu malzemenin dağılımı.



Şekil 16- Datça ve Hisarönü Körfezleri yüzeyel sedimanlarının Folk-1980'e göre sınıflaması.



Şekil 17- Datça ve Hisarönü Körfezleri yüzeyel sedimanlarının Folk-1980'e göre sınıflandırılmış dağılımı.

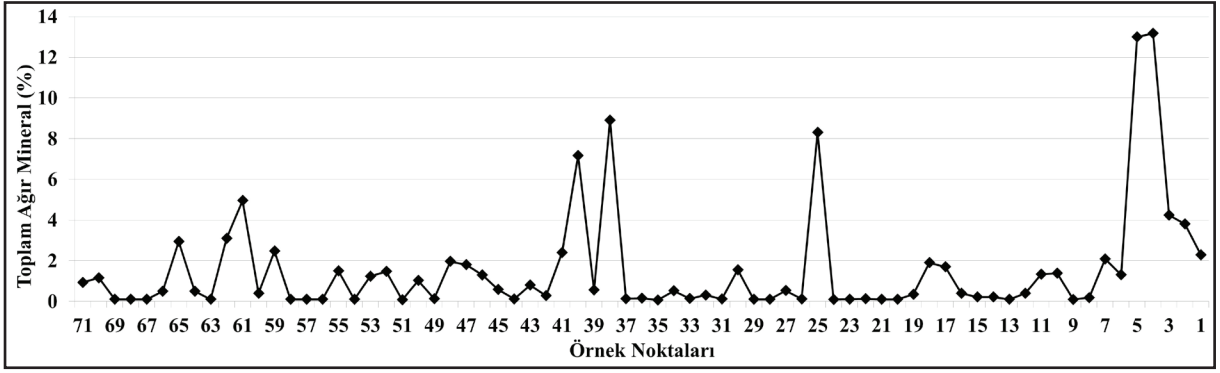


Şekil 18- Datça ve Hisarönü Körfezleri yüzeyel sedimanlarında ortalama tane boyu dağılımı.

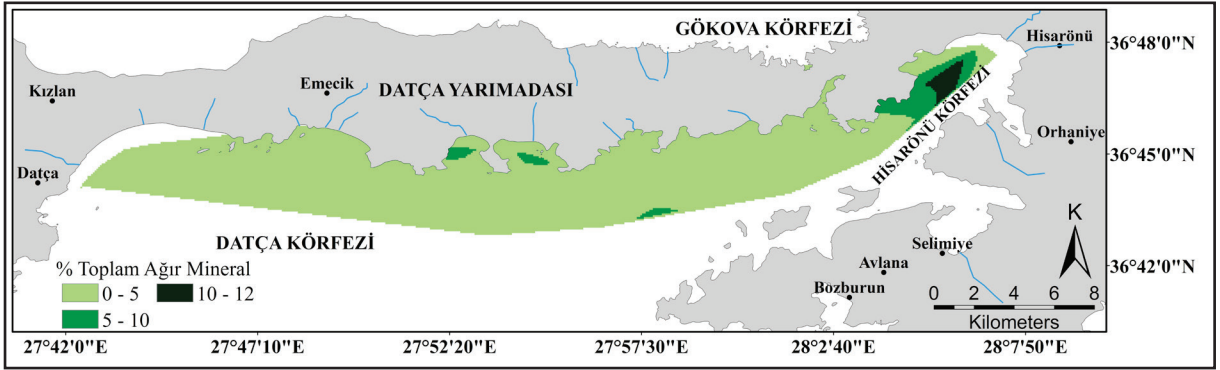
3.4. Toplam Ağır Mineral Dağılımı

Datça ve Hisarönü Körfezlerinin yüzeyel sedimanlarında toplam ağır mineral (TAM) miktarları % <1 - % 13 arasında değişmekte olup, değerlerin çoğu % 2'den az seviyededir (Şekil 19). Göreceli olarak yüksek TAM miktarlarına Hisarönü Körfezi'nin iç kısımları (% 10-15) ile Datça Körfezi'nin doğusunda üç alanda (% 5 - 10) rastlanılmaktadır (Şekil 20). Körfezlerin kıyı ardında ve özellikle de kaynak alanı oluşturabilecek bölgelerde yer alan ofiyolitik kayaların içerebileceği ağır minerallerin varlığı

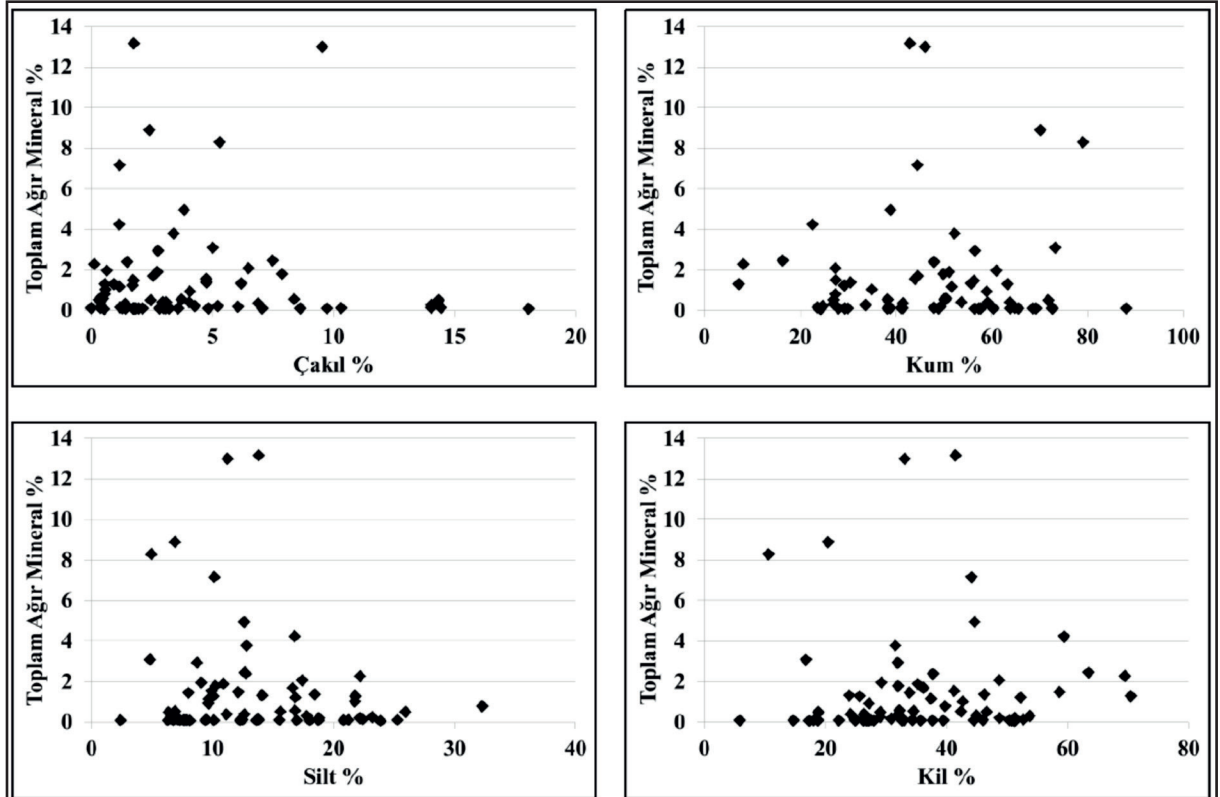
önceden de bilinmektedir. Nitekim ağır mineralce zengin ofiyolitik kayalara Hisarönü Körfezi'nde daha yaygın rastlanılmaktadır (Şekil 3). Örneklerin toplam ağır mineral içerikleri ile tane boyu dağılımı karşılaştırıldığında, ağır mineral içeren örneklerin çakıl yüzdesinin % 0-10, kum yüzdesinin % 25-75, silt yüzdesinin % 5-25, kil yüzdesinin % 15-55 arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 21). Bununla beraber, sedimanların toplam ağır mineral oranları ile tane boyu dağılımı arasında doğrudan pozitif ve kuvvetli bir ilişkinin varlığı söylenemez.



Şekil 19- Datça-Hisarönü Körfezleri kepçe sediman örnekleri toplam ağır mineral dağılımı.



Şekil 20- Datça-Hisarönü Körfezleri kepçe sediman örnekleri toplam ağır mineral dağılımı.



Şekil 21- Datça Yarımadası güneyi kepçe örnekleri toplam ağır mineral ve tane boyları arasındaki ilişki.

3.5. Element Jeokimyası

Çalışmada elde edilen element analiz sonuçları (Şekiller 22-32, Çizelge 2) ile kıtasal kabuk, sedimanter (şeyl, kumtaşı, kireçtaşı gibi) ve bazik-ultrabazik (dunit, harzburjit gibi) kayaların ortalama değerleri ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Çalışma alanı sedimanlarının ortalama değerleri SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 ve Cr_2O_3 için yerkabuğunu oluşturan ortalama sedimanter, magmatik ve kıtasal kabuk kayaları ile karşılaştırıldığında çoğunlukla benzerlik görüldüğü tesbit edilmiştir. Dunit, harzburjit, bazalt, kumtaşı, kireçtaşı ile bazik-ultrabazik kayalar çalışma alanı kıyıardında geniş bir değişim aralığı gösteren kaynak kayalar olarak yaygınca görülmektedir (Şekil 3). Özellikle nisbeten yüksek Mg, Fe, Cr miktarları Marmaris Ofiyolitinin ayrışma ürünleri olarak düşünülebilir. Bazı elementlerin dağılımında bölgesel farklılıklar da ortaya çıkmaktadır (Şekiller 22-32). Hisarönü Körfezi'nin dış kısmında, Dil Burnu önlerinde ve şelf kenarındaki 28 nolu örnekleme istasyonundan itibaren batıda Datça Körfezi ve doğuda Hisarönü Limanı'na doğru sedimanların SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , miktarları genelde ve belirgin bir şekilde artmaktadır. Doğuya doğru artış eğilimine TiO_2 , MgO , Na_2O , ve P_2O_5 'de kısmen eşlik etmektedir. MgO her iki körfez arasında kalan bölgelerde artış gösterirken (Şekil 27), MnO değerleri tüm bölgelerde yüksek salınımlar vermektedir (Şekil 26). CaO ise zıt bir dağılım göstermekte, 28 nolu istasyondan doğu

ve batıya doğru azalmaktadır (Şekil 28). 28 nolu örnekleme istasyonu Datça ve Hisarönü Körfezlerinin ~100 m derinlik konturunun geçtiği bölgede yer almakta olup Körfezlerin batimetrik olarak ayrıldığı sınırı da belirlemektedir (Şekil 4). Örnek noktasının batısında bulunan Datça Körfezi, kıydan itibaren göreceli olarak dar ve dik bir eğimle 100 m ve daha derin bölüme bağlanırken, doğu taraftaki Hisarönü Körfezi yayvan ve göreceli olarak düşük bir eğimle 100 m' den derin bölüme açılmaktadır (Şekil 4).

Elementlerarası ilişkiler ve diğer değişkenlere bağlılık sonuçlarından hazırlanan korelasyon matrisi ile yapılan değerlendirmelerde elementler arasındaki ilişkiler element birliktelikleri de göz önüne alınarak korelasyon katsayısı +0.8 değerinden büyük olanlar için pozitif ve çok yüksek korelasyon olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Buna göre, SiO_2 - TiO_2 , SiO_2 - Al_2O_3 , SiO_2 - Fe_2O_3 , TiO_2 - Al_2O_3 , Al_2O_3 - K_2O çok yüksek pozitif (+) korelasyon sonucu vermekte olup bu elementler çoğunlukla doğrudan ya da dolaylı olarak silikatlar ve alüminyum silikatlarda birlikte bulunmakta ya da zenginleşmektedir. Özellikle Cr_2O_3 - MgO - Fe_2O_3 ve toplam ağır mineral miktarları arasında değişmekte olan 0.66-0.91 katsayıları bölgede kromit ve peridotit içeren kaynak kayalara bağlanabilir. Genelde, toplam ağır mineral miktarlarının element dağılımı üzerine etkisi çok düşüktür (Çizelge 3). Her ne kadar sedimanların kil tane boyu, kum tane boyuna karşın göreceli olarak yüksek korelasyon katsayıları gösterse de, genelde kil fraksiyonun elementler ile zenginleştiği söylenemez (Çizelge 3).

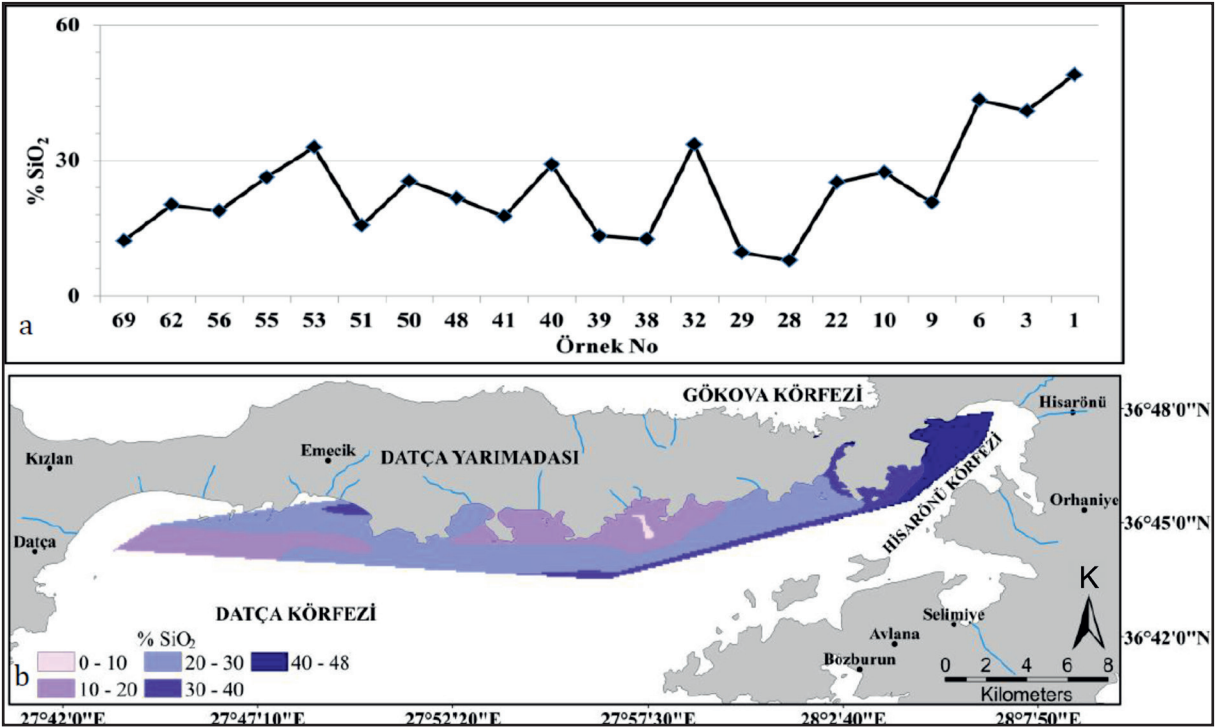
Çizelge 2- Datça-Hisarönü Körfezleri kepçe örnekleri jeokimyasal verilerinin, kıtasal kabuk, şeyl, bazalt, kumtaşı, kireçtaşı, ultrabazikler, dunit ve harzburjit jeokimyası ile karşılaştırılması.

% Oksit	Bu Çalışmada Min	Bu Çalışmada Max	Bu Çalışmada Ortalama	Kıtasal Kabuk (Rudnick ve Gao, 2005)	Kıtasal (Kabuk Gao vd., 1998)	Şeyl (Okunlola ve Idowu 2012)	Bazalt (Klein 2005)	Kumtaşı (Turekian ve Wedepohl 1961)	Kireçtaşı (Turekian ve Wedepohl 1961)	Harzburjit (Uysal 2007)	Dunit (Uysal 2007)	Ultrabazik (Turekian ve Wedepohl 1961)
SiO_2	7.80	49.00	23.96	60.60	64.20	61.26	50.01	78.71	5.13	43.64	41.48	43.85
TiO_2	0.10	0.70	0.25	0.72	0.80	1.74	1.11	0.25	0.07	0.00	0.00	0.05
Al_2O_3	1.20	8.40	3.59	15.90	14.10	16.88	16.31	9.44	1.59	0.49	0.16	7.56
Fe_2O_3	2.10	10.50	5.20	6.71	6.80	3.75	9.73	2.80	1.09	8.87	8.83	26.96
MnO	<0.1	0.10	0.10	0.10	0.12	0.02	0.14	X0.1	0.14	0.11	0.11	0.21
MgO	3.90	18.40	7.90	4.66	3.50	0.16	8.67	1.16	7.79	45.24	47.83	33.82
CaO	5.50	41.10	27.37	6.41	4.90	0.05	11.75	5.47	42.29	0.66	0.27	3.50
Na_2O	1.20	2.40	1.80	3.07	3.10	0.06	2.52	0.89	0.11	0.02	0.00	1.13
K_2O	0.30	1.40	0.71	1.81	2.30	1.39	0.05	2.58	0.65	0.00	0.00	0.01
P_2O_5	<0.1	0.10	0.14	0.13	0.18	0.08	0.08	0.08	0.18	0.00	0.00	0.10
Cr_2O_3	0.04	0.52	0.16	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.14	0.05	0.47

X: Tahminsel büyüklük değeri

Çizelge 3- Datça-Hisarönü Körfezlerinin yüzeysel sediman örneklerine ait jeokimyasal veriler, kum, kil ve toplam ağır mineral miktarları arasında korelasyon matrisi.

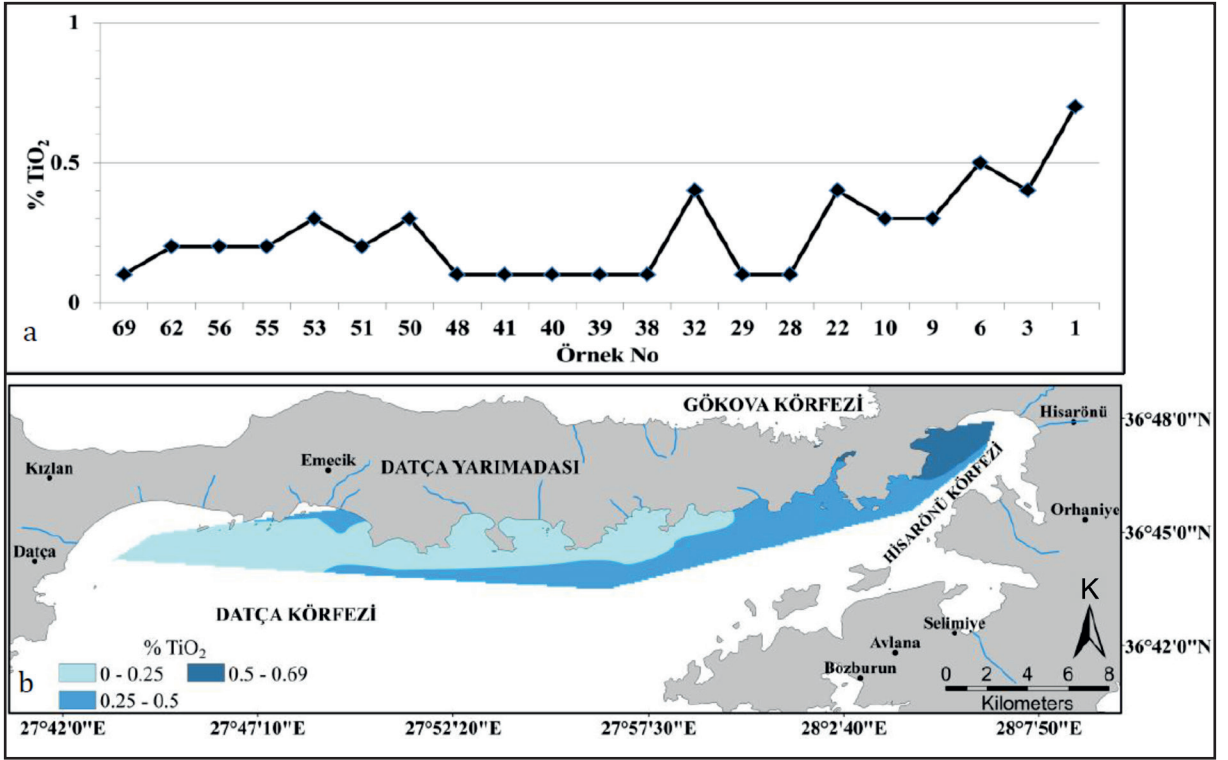
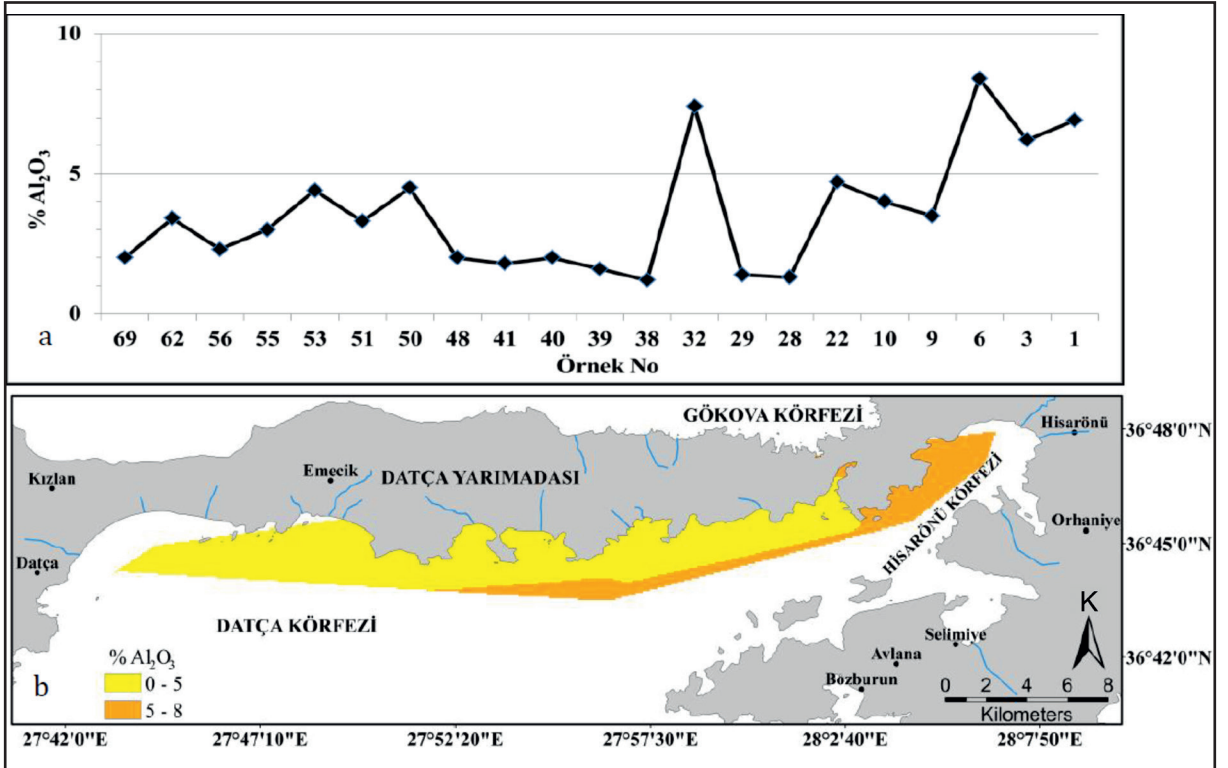
%	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Kum	Kil	Toplam Ağır Mineral
SiO ₂	1.00	0.87	0.86	0.80	0.65	0.30	-0.95	0.42	0.68	0.37	0.17	-0.78	0.78	0.35
TiO ₂		1.00	0.90	0.62	0.68	-0.07	-0.76	0.37	0.74	0.38	-0.17	-0.73	0.63	0.12
Al ₂ O ₃			1.00	0.45	0.74	-0.15	-0.72	0.49	0.82	0.31	-0.25	-0.70	0.60	0.12
Fe ₂ O ₃				1.00	0.52	0.66	-0.87	0.10	0.40	0.23	0.59	-0.58	0.64	0.51
MnO					1.00	0.03	-0.56	0.17	0.61	0.23	0.00	-0.49	0.38	0.14
MgO						1.00	-0.48	-0.12	-0.18	-0.17	0.91	-0.16	0.31	0.46
CaO							1.00	-0.41	-0.60	-0.30	-0.34	0.79	-0.81	-0.40
Na ₂ O								1.00	0.43	0.25	-0.17	-0.37	0.32	0.13
K ₂ O									1.00	0.27	-0.19	-0.63	0.55	0.16
P ₂ O ₅										1.00	-0.20	-0.36	0.35	-0.02
Cr ₂ O ₃											1.00	-0.01	0.17	0.65
Kum												1.00	-0.94	0.03
Kil													1.00	0.04
Toplam Ağır Mineral														1.00

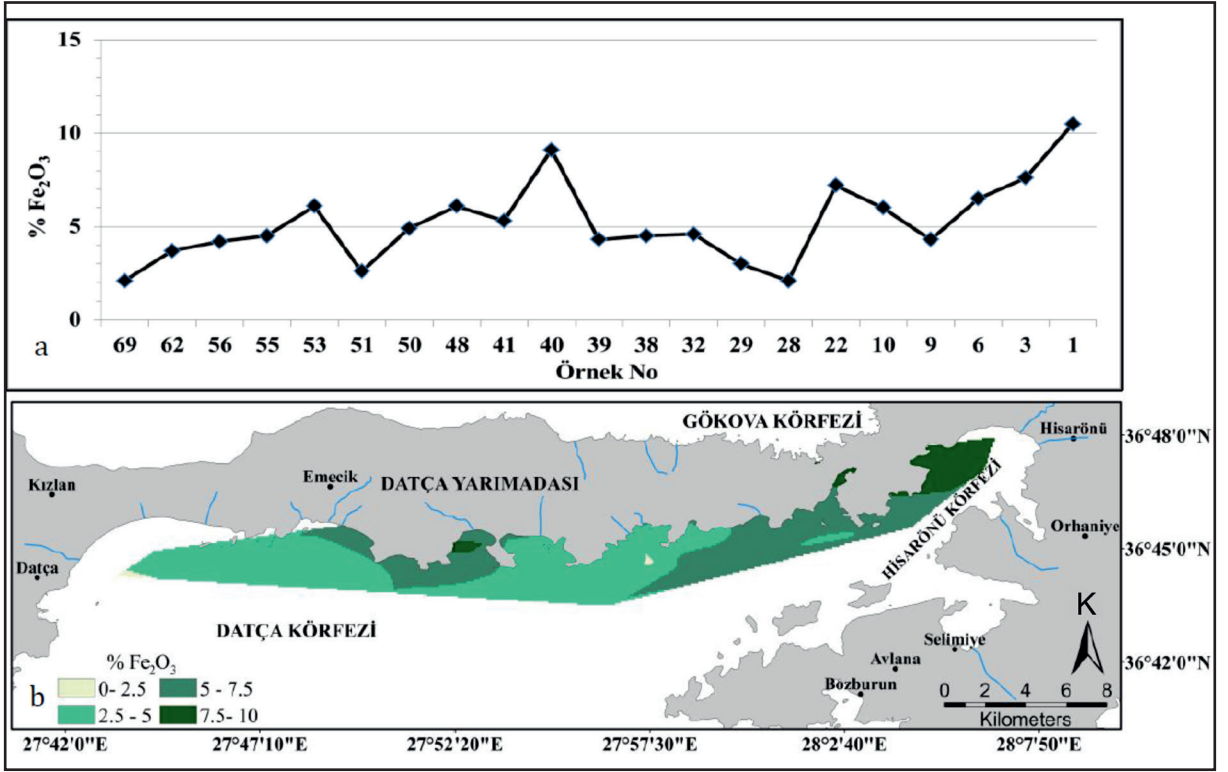
Şekil 22- Datça-Hisarönü Körfezleri'nin yüzeysel sedimanlarında a) SiO₂ miktarları b) SiO₂ 'nin alansal dağılımı.

4. Tartışma

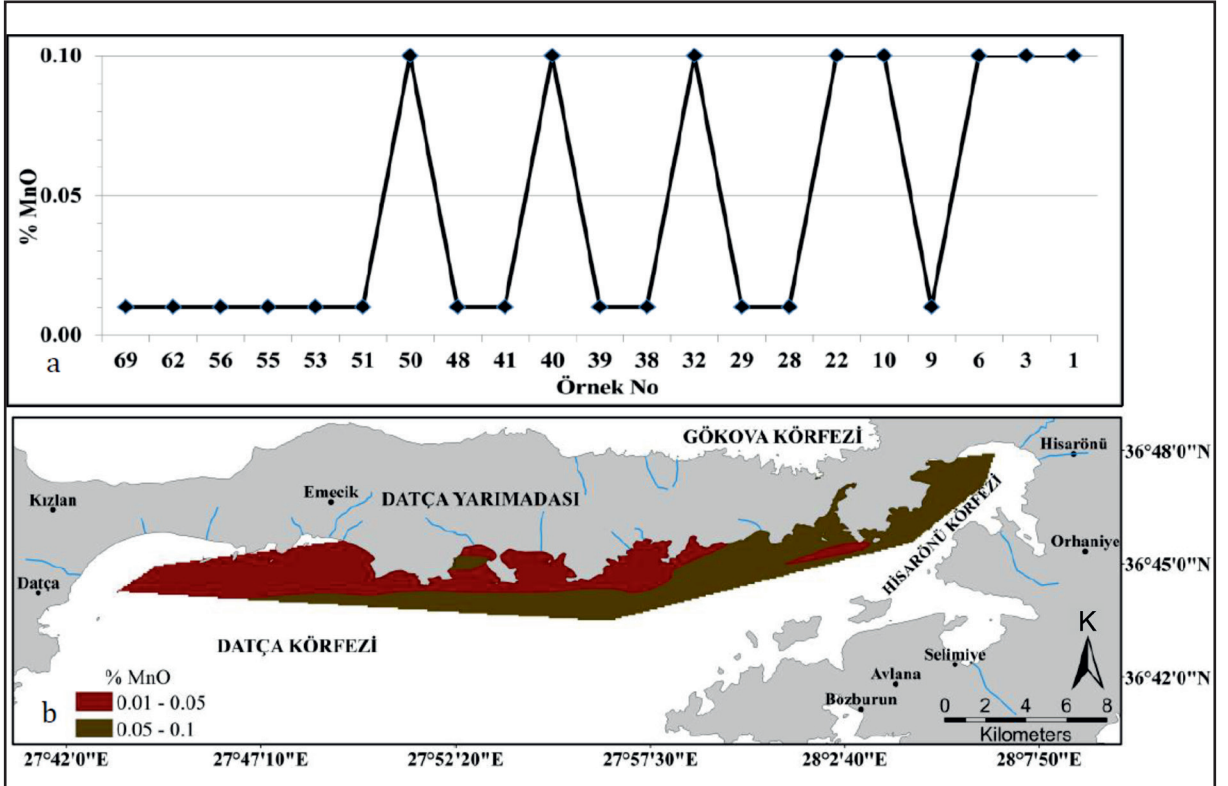
Genelde yüksek ayırmalı sismik yansıma kesitleri Kuvaterner dolgulu sedimanter havzaların geçirdiği evreleri, aşınma, taşınma ve birikme koşulları ile biriken sediman doku ve yapısı hakkında önemli işaretler verebilmektedir (Mitchum vd., 1977; Posamentier vd., 1988). Özellikle de, üst Pleyistosen döneminde gelişen alçak ve yüksek deniz seviyeleri ile bunlara bağlı ortam ve fasiyes türleri de bunlara dahildir (Ergin vd. 1992; Aksu vd., 1999; Çağatay

vd., 2000, Boggs, 2006). Mevcut sismik verinin incelenmesi, Datça ve Hisarönü Körfezlerinde üst Pleyistosen-Holosen döneminde süregelen deniz seviyesi değişimi ve karasal kıyınlı temininin deniz tabanı sediman durumunu etkileyen önemli etkenler arasında olduğunu göstermektedir. İncelenen yüzeysel sedimanların ortalama 30 cm kalınlıkta olması, bu çalışmada kullanılan sismik kesitin en üst kısımlarında sismik fasiyes analizi yapılabilmesini zorlaştırmaktadır.

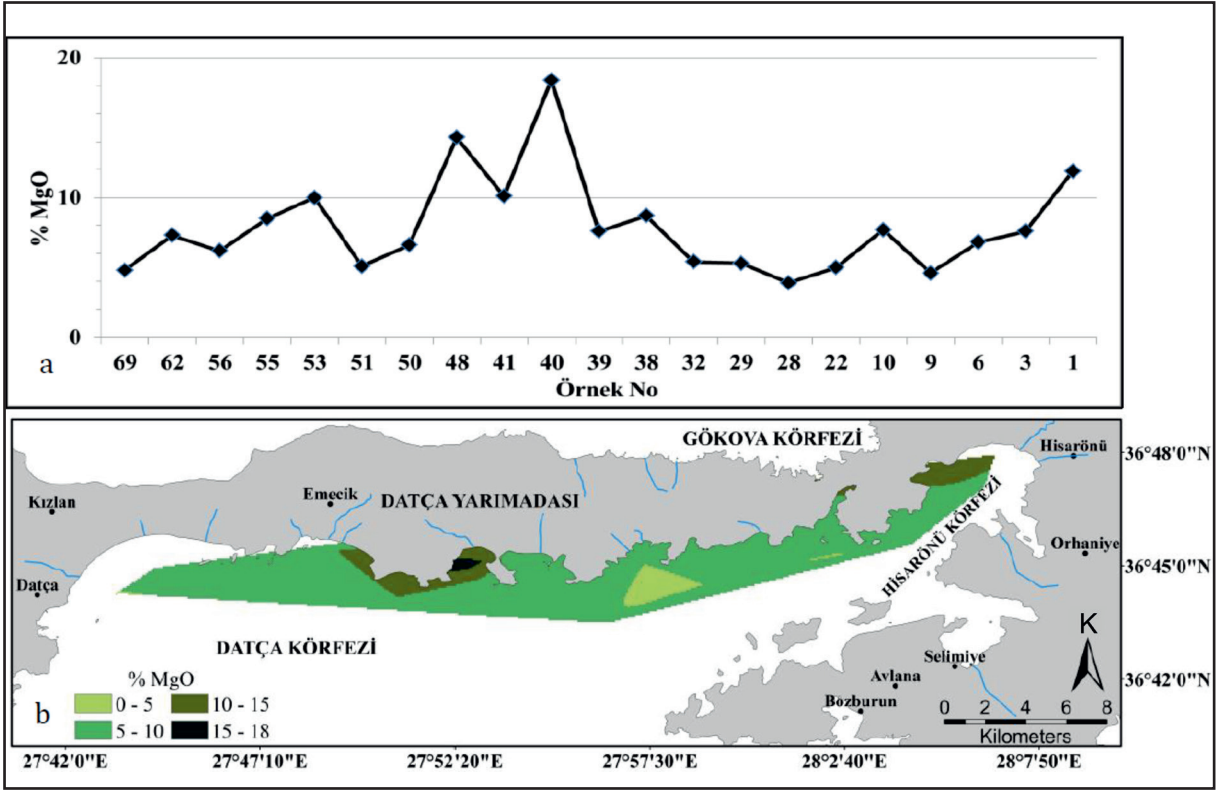
Şekil 23- Datça-Hisarönü Körfezleri'nin yüzeysel sedimanlarında a) TiO₂ miktarları b) TiO₂'nin alansal dağılımı.Şekil 24- Datça-Hisarönü Körfezleri'nin yüzeysel sedimanlarında a) Al₂O₃ miktarları b) Al₂O₃'ün alansal dağılımı.



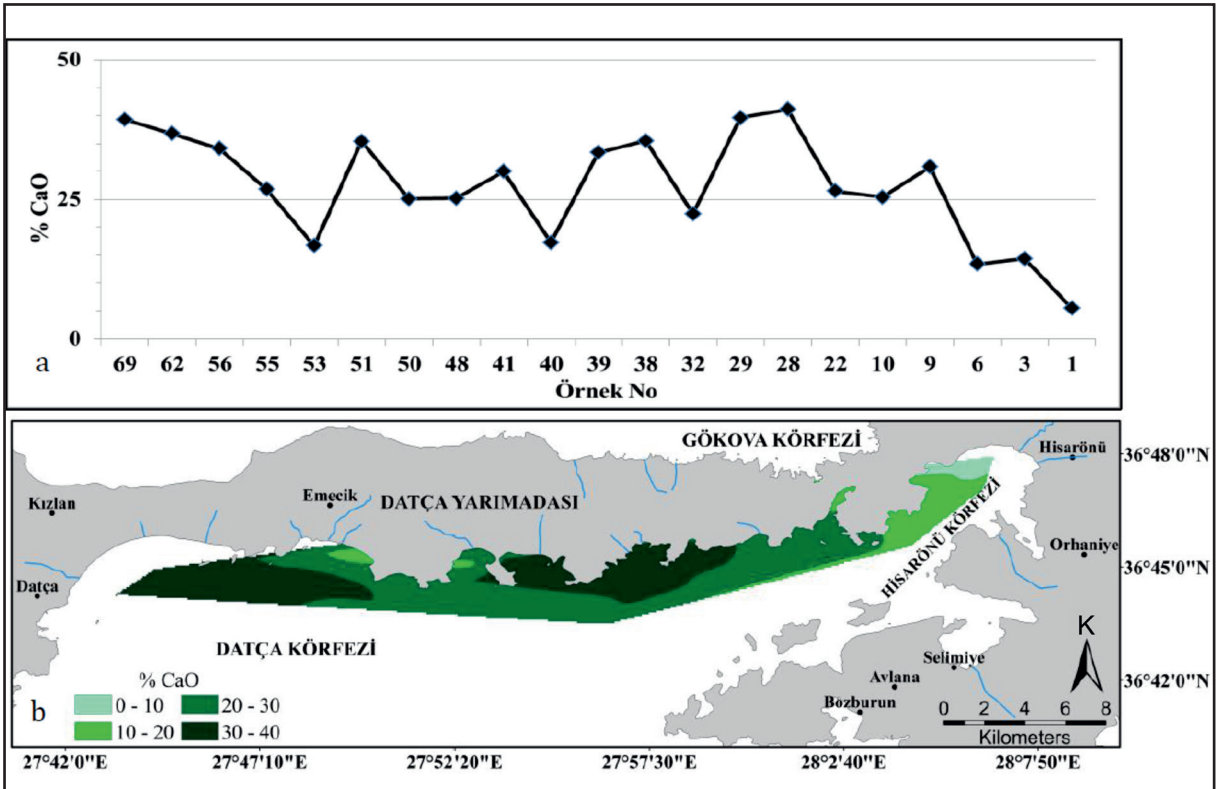
Şekil 25- Datça-Hisarönü Körfezleri'nin yüzeyel sedimanlarında a) Fe₂O₃ miktarları b) Fe₂O₃ 'ün alansal dağılımı.



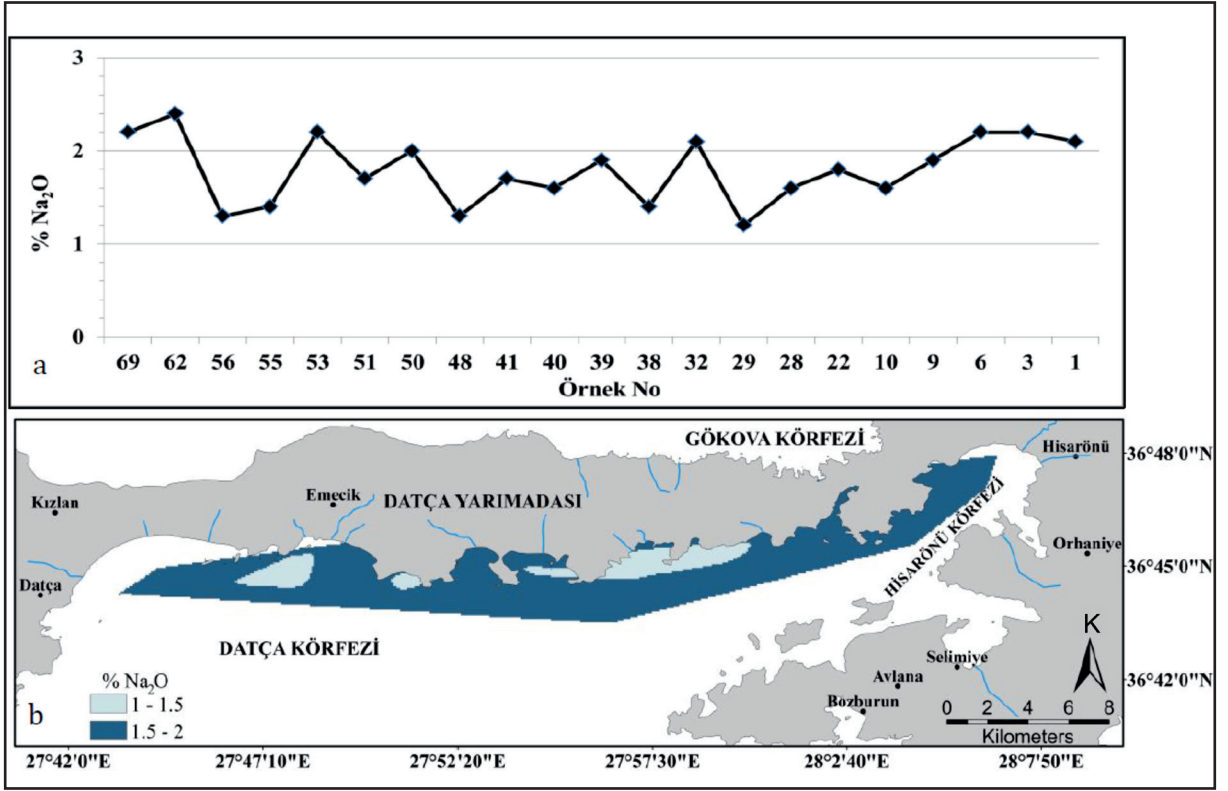
Şekil 26- Datça-Hisarönü Körfezleri'nin yüzeyel sedimanlarında a) MnO miktarları b) MnO 'nun alansal dağılımı.



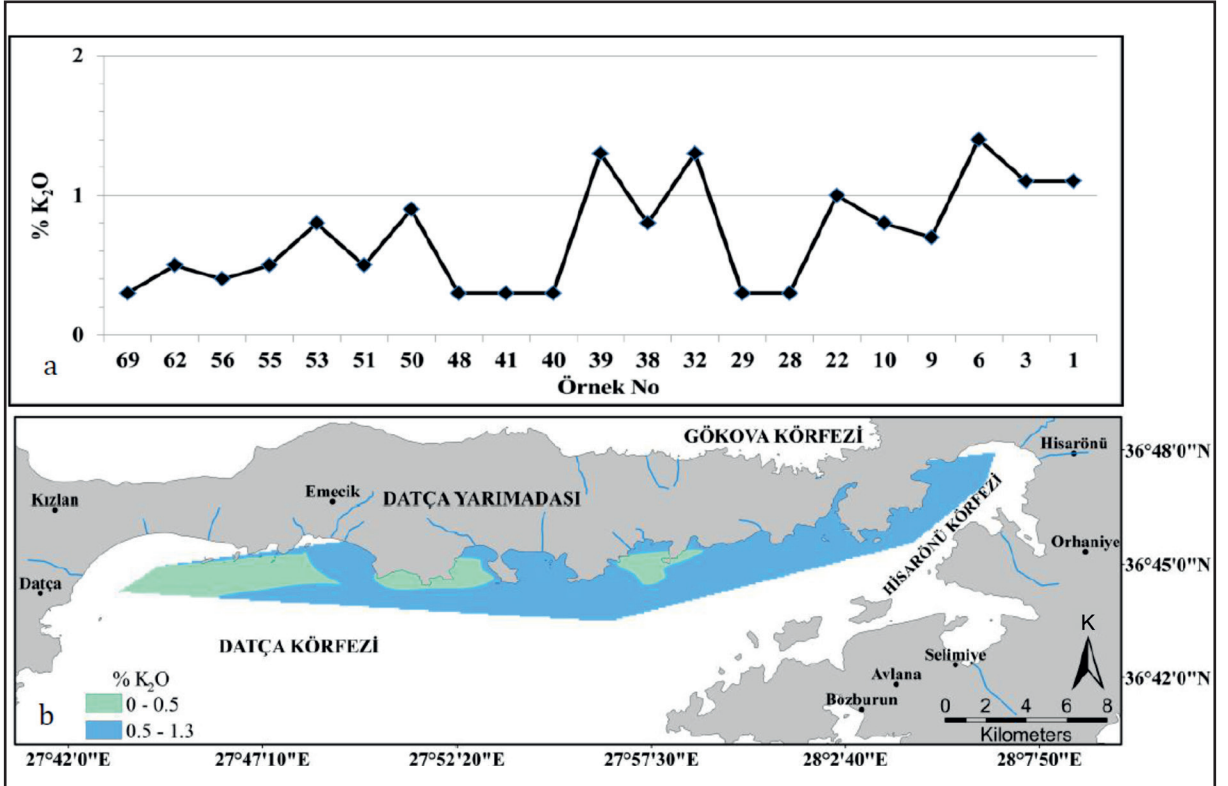
Şekil 27- Datça-Hisarönü Körfezleri'nin yüzeysel sedimanlarında a) MgO miktarları b) MgO 'nun alansal dağılımı.



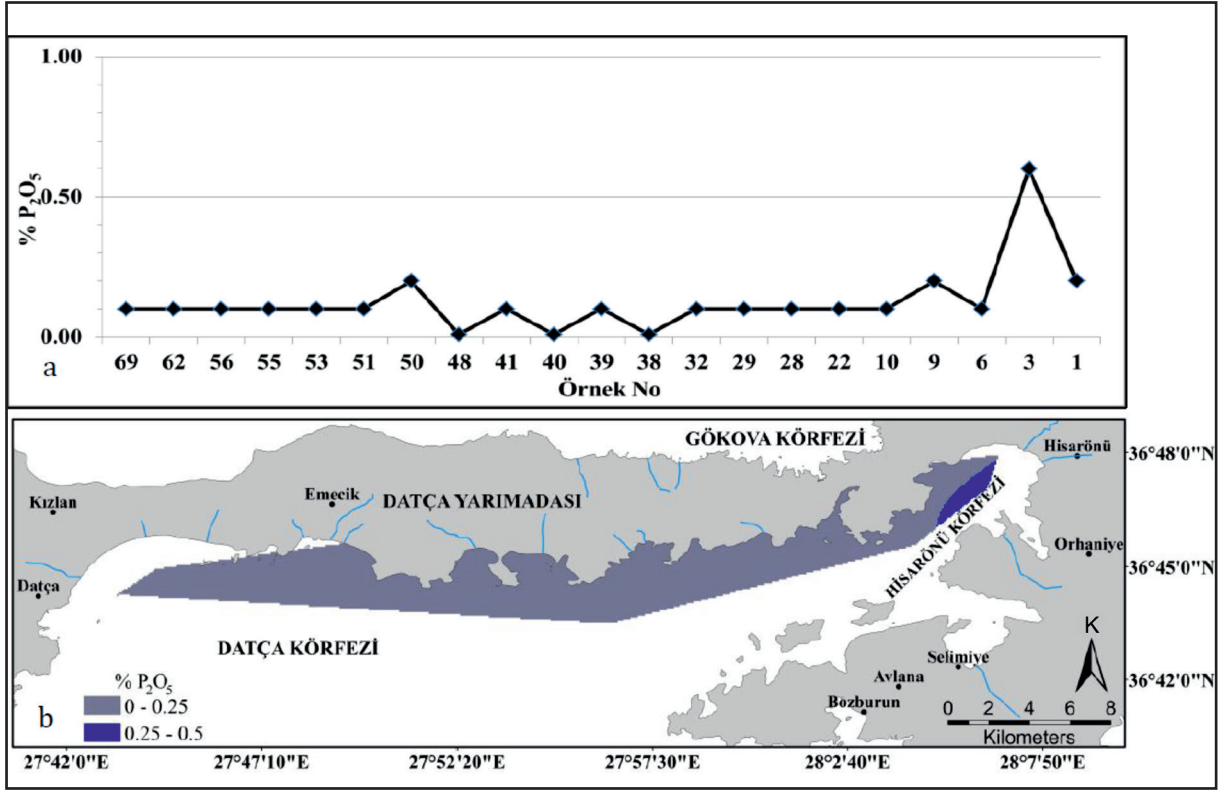
Şekil 28- Datça-Hisarönü Körfezleri'nin yüzeysel sedimanlarında a) CaO miktarları b) CaO'nun alansal dağılımı.



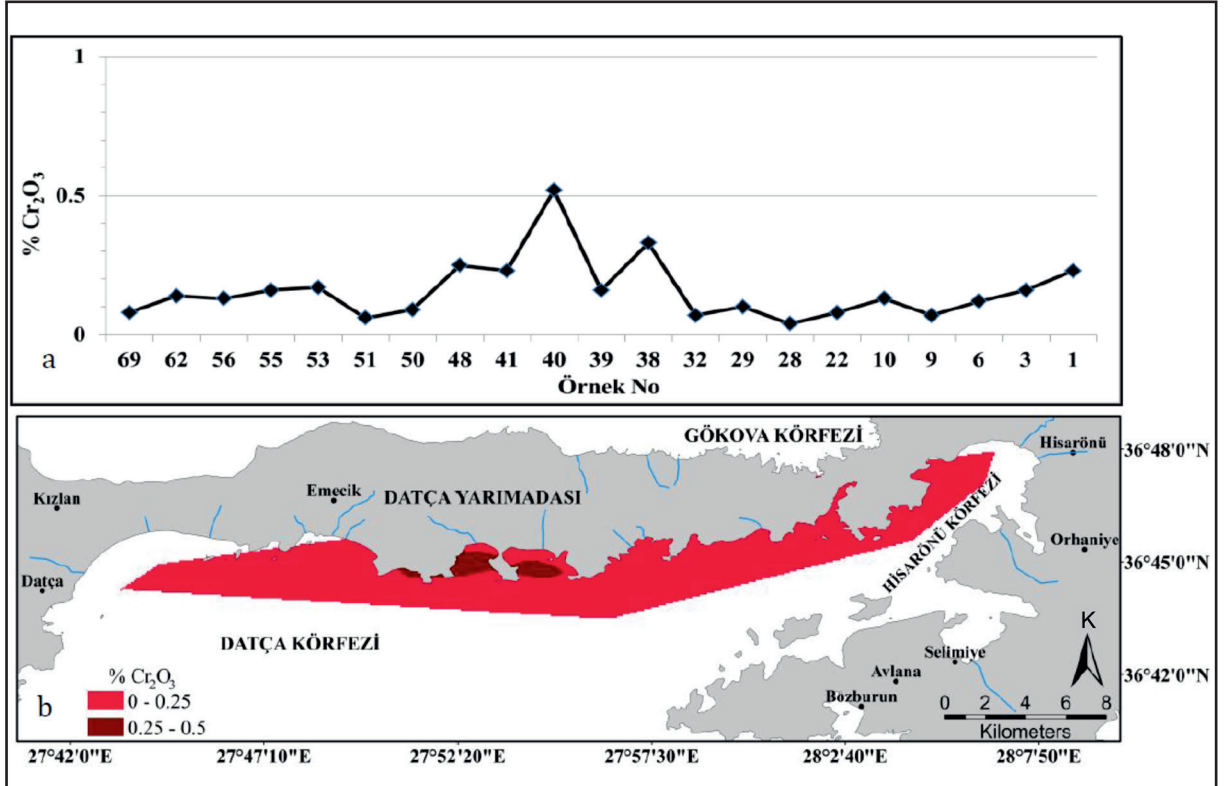
Şekil 29- Datça-Hisarönü Körfezleri'nin yüzeyel sedimanlarında a) Na_2O miktarları b) Na_2O 'nin alansal dağılımı.



Şekil 30- Datça-Hisarönü Körfezleri'nin yüzeyel sedimanlarında a) K_2O miktarları b) K_2O 'nun alansal dağılımı.



Şekil 31- Datça-Hisarönü Körfezleri'nin yüzeysel sedimanlarında a) P_2O_5 miktarları b) P_2O_5 'in alansal dağılımı.



Şekil 32- Datça-Hisarönü Körfezleri'nin yüzeysel sedimanlarında a) Cr_2O_3 miktarları b) Cr_2O_3 'ün alansal dağılımı.

Radyokarbon yaş verilerine göre, incelenen 30 cm kalınlığındaki yüzeysel sedimanların gümüşden 2694 ile 14700 yılları (G.Ö-B.P.) arasında çökelmeye başladıkları belirlenerek üst Pleyistosen-Holosen sınırının (GÖ 11700 yıl) 24 cm ile 130 cm arasında olduğu ve Son Buzul Maksimum Döneminde de (GÖ 19000 yıl) 39 cm ile 212 cm sediman kalınlıklarının Datça ve Hisarönü Körfezlerindeki varlığı belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle, kepçe ya da yüzeysel sediman örnekleri genelde Holosen yaşlıdır. Bölgesel değişen kıvrımlı temini, taşınım ve birikim koşulları, çökelişi etkileyen önemli faktörler arasında olup, farklı bölgelerde, zamanlarda ve kalınlıklarda sediman birikmesini sağlamış olmalıdırlar. Ancak bölge sedimanlarının tamamen güncel olduğu da söylenemez. Farklı yaşlar, son buzul dönemi ve sonrası biriken daha yaşlı veya kalıntı sedimanların varlığına yorumlanabilir.

Dar ve uzun bir morfolojiye sahip çalışma alanını oluşturan Datça ve Hisarönü Körfezlerinin tabanını örten üst 30 cm'lik yüzeysel sedimanların tane boyu dağılımı kilden çakıla kadar değişmekte ise de sedimanların kil ve kum oranları göreceli olarak yüksektir ve bölge genelinde kıyıda kumca zengin alanlardan açığa doğru kilce zengin ortamlara yatay ve kesin bir geçiş belirgin değildir. Örneğin, çakıl ve kum oranlarındaki bölgesel artışların sadece yüksek enerjili sığ alanlarda değil de, kıyıya paralel ve günümüz şelf eşiğine yakın alanlarda da bulunması büyük bir olasılıkla kalıntı çökellerin varlığına da yorumlanabilir.

Datça Körfezi'nde akarsu ağızlarına yakın ve Hisarönü Körfezi'nin iç kısmında göreceli olarak kil ve silt oranları artmakla birlikte açıkta ve şelf alanlarındaki artışlar farklı kaynağa ya da çökeltme ortamına işaret edebilir. Diğer taraftan son buzul döneminde çekilen denizin tabanında eski akarsu kanalları ve taşkın alanları da günümüzde yüksek kil, silt, kum ve çakıl oranlarının varlığını izah edebilir. Çökelen kıvrımlıların tane boyunu etkileyen ya da kontrol eden faktörler oldukça çeşitli olup, değişen bölgesel iklim koşulları ve yağış miktarları, akarsu ve buz/kar gibi taşıyıcıların varlığı ve bolluğu; kıyıdan ve özellikle de akarsu ağızlarından uzaklık, akarsu sistemlerinin morfolojik özellikleri, kıyı ve kıyı ardı topoğrafya, denizaltı morfolojisi ve topoğrafya, kıyı ve kıyı ötesinde dalga ve akıntılar sedimanların tür ve dağılımlarını kontrol eden önemli faktörler

arasına dahildir (Reineck ve Singh, 1975; Lewis, 1984; Leeder, 1988; Ergin vd., 1991, 1998; Black ve Oldman, 1999; Ergin ve Bodur, 1999; Nichols, 1999; Çağatay vd., 2000; Hiscott vd., 2002; Boggs 2006; Falco vd., 2015). Bununla beraber, modern deniz tabanlarında daha önceden çökelmiş ve son buzul/buzularası değişimlerin izlerini taşıyan kalıntı (relict) sedimanlarda bulunabilmektedir (Emery 1968; Falco vd., 2015). Holosen öncesi son buzul dönemine ait deniz çekilimi (regresyon) sürecinde (günümüzden 19000 yıl önce ve küresel -120 metreye kadar) ve göreceli olarak sığ sularda çökelen kaba taneli sedimanların üzeri Holosen deniz yükselimine (transgresyon) ait ince taneli sedimanlar ile örtülmektedir (Ergin vd., 1992; 1999; Aksu vd., 1999; Algan vd., 2007). Günümüzde bazı şelf alanlarında hem kaba taneli (kum ve çakılca zengin) kalıntı hem de ince taneli (kil ve siltçe zengin) güncel sedimanlar birlikte bulunmaktadır. Göreceli olarak yüksek enerjili kıyısal bölgelerde ve akarsu ağızlarında çakıl ve kum gibi kaba taneli sedimanlar çökelerken, düşük enerjili ve açık deniz alanlarında silt ve kil yaygın biriken sedimanlardır (Scruton, 1960; Kuehl vd., 1986; Jouanneau vd., 1989; Ergin vd., 1998; Owen, 2005). Kısacası, çalışma alanı tabanı sadece güncel sedimanlar ile değil, yer yer son buzul dönemine ait kalıntı sedimanlar ile de örtülmüştür. Çalışma alanında tane boyu dağılımını etkileyen bir diğer olasılık da, kıyı ve ardındaki bölgesel değişebilen kayaç türlerindeki farklılıklardır (Şekil 3). Hisarönü Körfezi güneyinde kıvrıntılılar, karbonatlar ve volkanikler hakim iken, kuzeyde ofiyolitler daha yaygındır. Datça Yarımadası'nın doğusunda da ofiyolitler geniş alanlarda yayılım göstermekte iken batısında kıvrıntılılar ve karbonatlar boldur. Akarsu sistemlerinin kısa, yüksek enerjili, eğim yataklı ve mevsimsel-düzensiz olması da taşınan tanelerin kıyı açıklarında daha uzun mesafelere taşınabileceğini göstermektedir.

Çalışma alanında sedimanların toplam ağır mineral miktarları çoğunlukla %2'nin altında olup, %13'e varan göreceli olarak yüksek değerler kıyı ardında ve ağır mineralce zengin ofiyolitik kayaçların yaygın olduğu Hisarönü Körfezi'nde bulunmuştur. Datça ve Hisarönü Körfezleri arasında ve kıyısal alanda kalan diğer iki bölgede %5-10 miktarlarında bulunan toplam ağır mineralleri ise kıyı ardında işletilen eski krom madenleri ve burada var olan akarsu yatak ağızlarından taşınmış olabilir. Akdeniz'in güney kıyılarında ağır mineralce zengin plaj kumlarının varlığına daha

önceden de rastlanılmıştır (Ergin vd., 2013, Ergin 2014). Genelde değişen oranlarda kromit, magnetit, ilmenit içeren ve ağır mineral plaserleri oluşturan siyah kumlara bazı deniz kıyısı bölgelerde rastlanılmakta ve hatta maden yatağı olarak işletilebilmektedir (Malik vd., 1987; Gujar vd., 2010).

Kıyıdan uzak biriken sedimanlarda yok denecek kadar az miktarda tesbit edilen toplam ağır mineral miktarları bu alanlarda biriken, ağır mineral ve kaba tanece fakir örneklerin varlığı ile izah edilebilir. Genelde sedimanlarda toplam ağır mineral miktarları ve tane boyu dağılımı arasında önemli ilişkiler olmasa da, %2'den fazla toplam ağır mineral içeren ve kumca zengin sedimanlar arasında görece pozitif ilişkiler sergilenmektedir (Şekil 21).

Çalışma alanı sedimanlarının element jeokimyası diğer jeolojik referans verileri ile karşılaştırıldığında, sonuçlar bölgedeki kıyı ardı kayaçların (kireçtaşı, kil-çamur taşı, kumtaşı, peridotit, bazalt, gabro, serpantinit, radyolarit gibi) ayrışma ürünlerine işaret etmektedir. Turekian ve Wedepohl (1961), Gao vd. (1998), Klein (2005), Rudnick (2005) ve Okunola ve Idowu (2012), eserlerinde yer kabuğunu oluşturan kayaçların ortalama jeokimyasını vermektedirler. Çalışma alanı civarındaki ofiyolitlerde hazırlanan Uysal (2007) doktora çalışması da dunit ve harzburgitler hakkında ortalama jeokimya verileri sunmaktadır. Bu araştırmacıların verileri ile bu çalışmada tespit edilen değerler çoğunlukla birbirleri ile uyum içinde olsalar bile, Fe, Mg ve Cr gibi elementlerin miktarları göreceli olarak yüksektir (Çizelge 2). Harzburgit ve dunit türü ultramafik kayaçların içerdiği bu yüksek derişimli elementlerin varlığı bu çalışma değerlerini desteklemektedir.

5. Sonuçlar

Datça Yarımadası güneyinde yer alan Datça ve Hisarönü Körfezlerinin tabanından kepçe ile alınan yüzeysel sediman örnekleri üzerinde gerçekleştirilen analizler ile bölgede elde edilen tane boyu dağılımları, jeokimyasal bileşimleri, toplam ağır mineral içerikleri ve sismik yansıma kesiti değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Datça ve Hisarönü Körfezleri'nde yaygın sediman türü çamur olup, yer yer kum ve çakıl katkıları da tespit edilmektedir. Sediman örneklerinin yaş aralığı

2694-14700 (GÖ) yılları arasında değişmekte ve kaynağı kıyı ve ardında yüzeylenen çeşitli sedimanter ve magmatik kayaçlar olup üst Pleyistosen-Holosen döneminin izlerine işaret etmektedir. Son küresel ve sonrası dönemlerine ait deniz seviyesi değişimlerine bağlı gelişen ortamsal özellikler de oldukça belirgindir. Günümüz -90/-120 m su derinlikleri arasında tespit edilen eski kıyılar ve şelf eşikleri ya da kenarları sismik kesitte görülebilmektedir. Karasal ve denizaltı morfolojisi, akarsu drenaj sistemi, kıyıardında jeolojik kaynak farklılıkları, dalga ve akıntılardaki değişimler tane boyu dağılımlarını önemli derecede kontrol etmektedir. Genelde %2 ile düşük fakat % 13'e kadar varan toplam ağır mineral miktarları Marmaris ofiyolitlerinin varlığını ve önemini göstermektedir. Sedimanların kimyasal element bileşimleri ve istatistiksel yorumlamaları çoğunlukla ortalama yer kabuğu kayaçlarının değerlerine uyumlu olsa da Fe, Mg ve Cr miktarları kısmen serpantinleşmiş peridotitlerin geniş yayılımlarının izlerini taşımaktadır. Element dağılımları aynı zamanda, bölgesel değişebilen kaynak kayaçları ile ilişkili olabilmektedir.

Katkı Belirtme

Bu çalışma, MTA Genel Müdürlüğü'nün Datça Yarımadası Güneyi Deniz Alanı'nın Jeolojik ve Jeofiziksel Özelliklerinin Araştırılması projesi (2013-37-14-02) ile Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Datça ve Hisarönü Körfezlerinde Sedimentolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Araştırmalar; Ofiyolitik Kayaçların Sualtındaki İzleri ve Etkileri projesi (13L4343008 nolu AÜ-BAP projesi) kapsamında yürütülen projelerden ve aynı projelerden yürütülen birinci yazarın doktora tez çalışmasından elde edilmiştir. Projeye katkılarından dolayı Murat Cenk, Özkan Öksüz, Erdem Onur Başer, Dilek Babacan, Ebru Beyribey, Ayşe Özkara, Banu Karabacak, Muhsine Kocakurt, Fatoş Kurtuluş, Nermin Kayabaşı, Güzin Avcı, Derya Öztürk, Eyüp Özbek, ile MTA Selen Araştırma Botu personeline ve Ankara Üniversitesi Akarsu, Göl ve Denizlerde Jeolojik Araştırma Merkezi-AGDEJAM çalışanları ile öğrenci grubuna ve sismik kesitin yorumlanmasında katkılarındana dolayı Dr. Selim Özalp'e teşekkür ederiz.

Değerilen Belgeler

- Aksu, A.E., Hiscott R.N., Yaşar, D. 1999. Oscilating Quaternary water levels of the Marmara Sea and vigorous outflow into the Aegean Sea from the Marmara Sea-Black Sea drainage corridor. *Marine Geology* 153(1), 275-302.
- Algan, O., Ergin, M., Keskin, Ş., Gökaşan, E., Alpar, A., Ongan, D., Kırcı-Elmas, E. 2007. The sea-level changes during the late Pleistocene-Holocene on the southern shelves of the Black Sea. V. Yanko-Hombach, A. S. Gilbert, N.Panin, P.Dolukhanov, (Ed.). *The Black sea flood question: changes in coastline, climate, and human settlement*. Springer. Netherlands, 603-631.
- Angelier, J., Dumont, J.K., Karamanderesi, H., Poisson, P., Şimşek, Ş., Uysal, S. 1981. Analysis of fault mechanisms and expansion of southwestern Anatolia since the late Miocene. *Tectonophysics* 75, T1– T9.
- Barka, A.A., Reilinger, R. 1997. Active tectonics of the Mediterranean region: deduced from GPS, neotectonic and seismicity data. *Annali di Geofisica* XI. 587-610.
- Black, K.P., Oldman, J.W. 1999. Wave mechanisms responsible for grain sorting and non-uniform ripple distribution across two moderate-energy, sandy continental shelves *Marine Geology* 162, 121–132.
- Boggs, S. Jr. 2006. *Principles of Sedimanology and Stratigraphy* (Fourth Edition). Pearson Prentice Hall 655 p.
- Brunn, J.H., Dumont, J.F., De Graciansky, P.C., Gutnic, M., Juteau, T., Marcoux, J., Monod, O., Poisson, A. 1971. Outline of the geology of the Western Taurids. Campwell, A.S. (Ed.), *Geology and History of Turkey*. Petroleum Exploration Society of Libya 225- 255.
- Çağatay, M.N., Görür, N., Algan, O., Eastoe, C., Tchapylyga, A., Ongan, D., Kuhn, T., Kuşcu İ. 2000. Late Glacial–Holocene palaeoceanography of the Sea of Marmara: timing of connections with the Mediterranean and the Black Seas, *Marine Geology* Volume 167, Issues 3–4, 191–206.
- Dewey, F.J., Şengör, A.M.C. 1979. Aegean and surrounding regions: complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. *Geological Society of America Bulletin* 90, 84- 92.
- Dirik, K., Türkmenoğlu, A., Tuna, N., Dirican, M. 2003. Datça Yarımadası'nın neotektoniği, jeomorfolojisi ve bunların eski medeniyetlerin yerleşimi ve gelişimi üzerindeki etkisi proje raporu. Orta Doğu Teknik Üniversitesi AFP-00-07-03-13 No'lu Proje, 72 s., Ankara (yayımlanmamış).
- Emery, K.O. 1968. Relict sediments on continental shelves of the world. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 52, 445–464.
- Ergin, M. 2014. Samandağ (Hatay, GD Türkiye) deniz sahillerinde ağır mineral plaser araştırmaları: sedimantolojik, mineralojik ve jeokimyasal çalışmalar, TÜBİTAK ÇAYDAG 112Y146 nolu proje, Ankara (yayımlanmamış).
- Ergin, M., Bodur, M.N., Ediger, V. 1991. Distribution of surficial shelf sediments in the northeastern and southwestern parts of the Sea of Marmara: Strait and canyon regimes of the Dardanelles and Bosphorus. *Marine Geology* 96 (3/4), 313-340.
- Ergin, M., Okyar, M., Timur, K. 1992. Seismic stratigraphy and late Quaternary sediments in inner and mid-shelf areas of eastern Mersin Bay, Northeastern Mediterranean Sea. *Marine Geology* 104, 73-91.
- Ergin, M., Kazan, B., Eryılmaz, M., Yücesoy Eryılmaz, F., Okyar, M. 1998. Hydrographic, deltaic and benthogenic controls of sediment dispersal in the Gulf of İskenderun, SE-Turkey (E.-Mediterranean). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 46,4, 493-502.
- Ergin, M., Bodur, M.N. 1999. Silt/clay fractionation in surficial Marmara sediments: implication for water movement and sediment transport paths in a semienclosed and two-layered flow system (northeastern Mediterranean Sea). *Geo-Marine Letters*, 18, 225-233.
- Ergin, M., Karakaş, Z.S., Sözeri, K., Eser-Doğdu, B., Kadioğlu, Y.K., Yiğit-Faridfathi, F. 2013. Morphological, drainage and eolian controls on the microtidal Patara Beach Sediments (Eastern Mediterranean): Textural, geochemical and mineralogical investigations. *Quaternary International* 302, 135-153.
- Ersoy, Ş. 1991. Datça (Muğla) Yarımadasının stratigrafisi ve tektoniği. *Türkiye Jeoloji Bülteni C* 34, 1-14.
- Fairbanks, R.G. 1989. A 17.000-year glacio-eustatic sea-level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation, *Nature* (342), 637-642.

- Falco, G., Budillon, F., Conforti, A., Bitetto, M., Martino, G., Innangi, S., Simeone, S., Tonielli, R. 2015, Sorted bedforms over transgressive deposits along the continental shelf of western Sardinia (Mediterranean Sea) *Marine Geology* 359, 75–88.
- Folk, R.L. 1980. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Publishing Company, 184 p.
- Gao S., Luo T.-C., Zhang B.R., Zhang H.-F., Han Y.-W., Hu Y.K., Zhao Z.-D. 1998. Chemical composition of the continental crust as revealed by studies in east China. *Geochimica Cosmochimica Acta* 62, 1959-1975.
- Görtür, N., Şengör, A.M.C., Sakıncı, M., Tüysüz, O., Akkök, R., Yiğitbaş, E., Oktay, F.Y., Barka, A., Sarıca, N., Ecevitoglu, B., Demirbağ, E., Ersoy, Ş., Algan, O., Güneysu, C., Aykol, A. 1995. Rift formation in the Gökova region, southwest Anatolia: implications for the opening of the Aegean Sea. *Geol. Mag.* 132, 637– 650.
- Grosz, A.E., Berquist Jr., C.R., Fisher, C.T. 1990. A procedure for assessing heavy mineral resources potential of continental shelf sediments. in: Berquist Jr., C.R. (Ed.), *Heavy-mineral studies-Virginia inner continental shelf*, Virginia Div. Min. Res. Publ., 103, 13-30.
- Gujar, A.R., Ambre, N. V., 2010. Ilmenite, magnetite and chromite beach placers from south maharashtra, central west coast of India. *Resource Geology*, Volume 60, Issue 1, 71–86.
- Hamann, Y., Ehrmann, W., Schmiedl, G., Krüger, S., Stuut, J.-B., Kuhnt, T. 2008. Sedimentation processes in the Eastern Mediterranean Sea during the Late Glacial and Holocene revealed by end-member modelling of the terrigenous fraction in marine sediments, *Marine Geology* 248, 97–114.
- HGK (Harita Genel Komutanlığı). 1998 1/100.000 ölçekli O18-O19 paftaları, MSB Harita Genel Komutanlığı, Ankara.
- HGK (Harita Genel Komutanlığı). 1999 1/100.000 ölçekli O20 paftası, MSB Harita Genel Komutanlığı, Ankara.
- HGK (Harita Genel Komutanlığı). <http://www.hgk.msb.gov.tr/sayisal-uygulamalar>. 05 Temmuz 2015.
- Hiscott, R.N., Aksu A.E., Yaşar D., Kaminski M.A., Mudie P.J., Kostylev V.E., MacDonald J.C., İşler F.I., Lord A.R. 2002. Deltas south of the Bosphorus Strait record persistent Black Sea outflow to the Marmara Sea since 10 ka. *Marine Geology* 190 (1-2), 95–118.
- IUGS (International Union of Geological Sciences), ICS (International Commission on Stratigraphy), <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>. 25 Nisan 2016.
- Jackson, J.A., McKenzie, D. 1984. Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt between western Turkey and Pakistan. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society* 77, 185-264.
- Jouanneau, J.M., Weber, O., Latouche, C., Vernet, J.P., Dominik, J. 1989. Erosion, non-deposition and sedimentary processes through a sedimentological and radioisotopic study of surficial deposits from the Ouest-Girond vasiere (Bay of Biscay). *Continental Shelf Research* 9, 325– 342.
- Kaşer, N. 2010, Hisarönü Körfezi'ndeki Deniz Seviyesi Değişimi, Sedimentasyonu ve Bölgedeki Eski Çağ Kıyı Yerleşimleri Üzerindeki Etkileri. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 135 s (yayımlanmamış).
- Klein E.M. 2005, *Geochemistry of the igneous oceanic crust*, Rudnick, R.L. (Ed.). *The Crust- Treatise on Geochemistry Volume 3*. Elsevier Science, 433-463.
- Kuehl, S.A., DeMaster, D.J., Nittrouer, C.A. 1986. Nature of sediment accumulation on the Amazon continental shelf. *Continental Shelf Research* 6, 209-225.
- Kurt, H., Demirbağ, E., Kuşçu, İ. 1999, Investigation of the submarine active tectonism in the Gulf Gökova, Southwest Anatolia-Southeast Aegean Sea, by Multi-Channel Seismic Reflection Data, *Tectonophysics* 305, 477-496.
- Leeder, M.R. 1988. Recent developments in Carboniferous geology: a critical review with implications for the British Isles and N.W. Europe, *Proceedings of the Geologists' Association Volume 99*, Issue 2, 73–100.
- Lewis, D.W. 1984. *Practical Sedimentology*, Hutchinson Ross, Stroudsburg, Pennsylvania, 227.
- Malik T.K., Vasudevan V., Abyverghese P., Machado T. 1987. The black sand placer deposits of Kerala beach south west India. *Marine Geology* 77, 129-150.
- Masclé, J., Martin, L. 1990. Shallow structure and recent evolution of the Aegean Sea: A synthesis based continuous reflection profiles. *Mar. Geol.* 94, 271– 299.

- McKenzie, D. 1972. Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. J. R. Astron. Soc.* 30, 109–185.
- McKenzie, D., 1978. Active tectonics of the Alpine Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions (tectonics of the Aegean region). *Geophys. J. R. Astron. Soc. Lond.* 55 (1), 254–271.
- Mitchum R. M. Jr., Vail P. R., Thompson S. 1977. Application of seismic reflection configuration to stratigraphic interpretation, *Seismic Stratigraphy-Applications to Hydrocarbon Exploration*. American Association of Petroleum Geologists (AAPG). Special Volume M 26, 53-62.
- Müller, G. 1967. *Methods in Sedimentary Petrology*, Schweizerbart, Stuttgart, 283 p.
- National Observatory of Athens, Aegean Tectonics, (b.t.). <http://www.gein.noa.gr/services/kythira-linkstectonics.gif>. 06 Nisan 2008.
- Nichols, G., 1999. *Sedimentology and Stratigraphy*, Second Edition, Wiley-Blackwell, 432 p.
- Okunlola, O.A., Idowu, O. 2012, The geochemistry of claystone-shale deposits from the Maastrichtian Patti formation, Southern Bida basin, *Earth Sciences Research Journal*, Vol. 16, No. 2, 57 – 67.
- Owen, R.B. 2005. Modern fine-grained sedimentation-spatial variability and environmental controls on an inner pericontinental shelf, Hong Kong, *Marine Geology* 214 () 1–26.
- Posamentier, H. W., Jervey M. T., Vail, P. R. 1988. Eustatic controls on clastic deposition I - conceptual framework. Wilgus C. K., Hastings B. S., St. C. Kendall C. G., Posamentier, H. W., Ross C. A., Van Wagoner J. C. (Ed.). *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists (SEPM)*, Special Publication vol. 42, 110–124.
- Reineck, H.E., Singh, I.B. 1975. *Depositional Sedimentary Environments: With Reference to Terrigenous Clastics*, Springer Study Edition 439 p.
- Rudnick, R.L., Gao, S. 2005. Composition of the continental crust. Rudnick, R.L. (Ed.). *The Crust- Treatise on Geochemistry Volume 3*. Elsevier Science 1-64.
- Scruton, P.C. 1960. Delta Building and the Deltaic Sequence, SP 21: Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico, AAPG Special Volumes, 53-62.
- Şenel, M., Bilgin, Z.R. 1997. Türkiye Jeoloji Haritaları, 1/100.000 ölçekli Marmaris O-18, O-19, O-20 Paftaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y. 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics* 75, 181-241.
- SHOD. 1970. TR 311 Akdeniz, Ege Denizi, Türkiye Bodrum Geçidi-Marmaris Seyir Haritası. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı, İstanbul.
- Siddall, M., Rohling, E.J., Almogi-Labin, A., Hemleben, Ch., Meischner, D., Schmelzer, I. Smeed, D. A. 2003. Sea-level fluctuations during the last glacial cycle. *Nature* 423, 853-858.
- Taşlıgil, N. 2008. Datça-Bozburun özel çevre koruma bölgesi ve turizm, *Ege Coğrafya Dergisi* 17/1-2, 73-83.
- Taymaz, T., Jackson, J.A., McKenzie, D. 1991. Active tectonics of the north and central Aegean Sea. *Geophysical Journal International* 106, 433-90.
- Toucanne, S., Jouet, G., Ducassou, E., Bassetti, M.A., Dennielou, B., Minto'o, C.A.M., Lahmi, M., Touyet N., Charlier, K., Lericolais, G., Mulder, T. 2012. A 130000-year record of Levantine intermediate water flow variability in the Corsica Trough, western Mediterranean Sea, *Quaternary Science Reviews* 33, 55-73.
- Turekian, K.K., Wedepohl, K.H. 1961, Distribution of the elements in some major units of the earth's crust, *Geological Society of America Bulletin* 72, 175-192.
- Uluğ, A. 2005, Hisarözü ve Gökova Körfezleri (Güneydoğu Ege Denizi) Geç kuvarterner Evrimi: Tektonizma, Delta Sedimanasyonu ve Deniz Seviyesi Değişimi, Proje No:197Y052 (YDABÇAG-607/G), TÜBİTAK Yer Deniz ve Atmosfer Araştırma Grubu Proje Raporu, 24 s., Ankara (yayımlanmamış).
- Uluğ, A., Duman, M., Ersoy, Ş., Özel, E., Avcı, M. 2005. Late Quaternary sea-level change, sedimentation and neotectonics of the Gulf of Gökova: Southeastern Aegean Sea, *Marine Geology* 221, 381-395.
- Uysal, İ. 2007. Muğla (GB-Türkiye) Üst manto Peridotitleri ve Ofiyolitik Kromititleri'nin Petrolojileri: Mineral Kimyası, Ana Oksit-İz Element-NTE-PGE Jeokimyası, PGE Mineralojisi ve Rs-Os İzotop Sistematiği. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bil.Ens., 470 s. Trabzon (yayımlanmamış).