

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ-
ÖĞRENCİ ODAKLI ARAŞTIRMA PROJESİ
KESİN RAPORU

“ Şile Sahil Kumlarında Titanyum Araştırılması ”

Proje Numarası: **10Ö4343002**

Başlama Tarihi: Nisan 2010

Bitiş Tarihi: Eylül 2011

Rapor Tarihi: 30 Aralık 2011

Proje Yürütücüsü: Prof.Dr. Mustafa Ergin

Yardımcı Yönetici Öğrenci: Süleyman Aşık

Yardımcı Araştırmacılar:

Ali Yarış

Melike Gül

Fadime Tozan

Berçem İldiz

Oğuzhan Kahraman

Ömer Gökbulut

Diğer Yardımcı Araştırmacılar:

Yrd.Doç.Dr. Zehra Karakaş, Dr. Koray Sözeri, Uzman Başak Eser-Doğdu;

AGDEJAM Öğrenci Grubu

Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri

Ankara - “ Aralık 2011”

I. Projenin Adı:

Şile Sahil Kumlarında Titanyum Araştırılması

Özet

İstanbul Boğazı'nın doğusunda kalan Şile sahilleri ve yakın civarında olası titanyum ağır mineral plaserlerini araştırmak amacı ile gerçekleştirilen bu öğrenci odaklı bilimsel araştırma projesi çerçevesinde 2010 yılı Ağustos ayında plajlı Şile ve Ağva sahillerinde 104 yüzeysel sediment örneği toplanmış, sedimentolojik, mineralojik ve jeokimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Çalışmalar jeomorfolojik arazi gözlemleri, sedimentde tane boyu ve ağır mineral ile çokluelement analizleri ve yorumlamalarını kapsamaktadır. Kum, plajlarda egemen tane boyu olup, dağılımı 3 farklı bölgenin varlığına işaret etmektedir. Ağva'nın batısında uzanan I. Bölge plajları iyi boylanmış ($\approx 0,5 \Phi$) ve orta kumca zengin ($1-2 \Phi$) sedimentlerden oluşmaktadır. Şile'nin batısında Türknil-Yenidere (T.Y.) akarsularının ağzına kadar uzanan sahilde (II. Bölge), genelde orta-iyi boylanmış ($0,3-0,7 \Phi$) ince kum ($2-3 \Phi$) hakimdir. T.Y. akarsu ağzlarının batısında kalan III. Bölgede plajlar çoğunlukla orta-iyi boylanmış ($0,4-1,0 \Phi$) orta kum ($1,5-2,0 \Phi$) içermektedir. Değişken dalga ve akıntı ile akarsu rejimleri ve kıyı morfolojisi tane boyu dağılımını kontrol eden önemli etkenlerdir. Sedimentlerin toplam ağır mineral (TAM) oranları çoğunlukla %1-4 arasında değişmekte olup, özellikle Şile batısındaki III. Bölgede 7 noktada miktarlar %32-97'ye kadar çıkabilmektedir. İnce kesitlerde %30-55 arasında tespit edilen ağır opak mineralleri manyetit, ilmenit, kromit, gibi ağır minerallerden oluşurken, opak olmayanların çoğu piroksen, amfibol, epidot, granat, zirkon, rutil, sfen grubu gibi ağır mineraller içermektedir. Yer Kabuğu ortalamasına göre, toplam ağır mineral fraksiyonunun bol olduğu Şile III. Bölge sedimentleri Ti, Fe, Mn, Ca, V, Co, Sn, Cr, Zr, Hf, Th ve U miktarları bakımından oldukça yüksek, Ağva plaj sedimentleri ise düşüktür. İlişkilendirme katsayıları bu elementler arasında çok kuvvetli, uyumlu bağıntılar sergilemektedir ki, bu da aynı kaynak

veya mineral birlikteliğine işaret etmektedir. Uygun ekonomik ve teknolojik koşullar altında, çevre, sağlık ve turizmine zarar vermeden Şile III. Bölge plaj kumları ağır mineral plaserleri olarak değerlendirilebilir.

Title of Project:

Titanium Exploration on the Şile Beach Sands

Abstract

Within this student-focussed scientific research project which aims to investigate possible titanium heavy mineral placers in the vicinity of the Şile coasts east of the İstanbul Strait (“Bosphorus”), 104 surface sediment samples were collected during August 2010 at the Şile and Ağva coasts and were subjected to sedimentological, mineralogical and geochemical analysis. Study constituted geomorphological field observations, grain size, heavy mineral and multielement analysis on sediments and data interpretation. Sand is the dominant grain size on beaches and its distribution indicate the presence of three distinct sections. Beaches of Section-I located to the west of the Ağva region are composed of sediments rich in well sorted ($\approx 0,5 \Phi$) medium sand ($1-2 \Phi$). From the town of Şile towards the Türknıl-Yenidere (T.Y.) river mouths (Section-II) along the coasts, medium-well sorted ($0,3-0,7 \Phi$) fine sand ($2-3 \Phi$) is predominant. Farther west of the T.Y. river mouths (Section-III), beaches comprised mostly medium-well sorted ($0,4-1,0 \Phi$) medium sand ($1,5-2,0 \Phi$). Varying wave, current and fluvial regimes and coastal morphology are important factors controlling grain size distribution. Total heavy mineral (THM) contents mostly ranged between 1-4 % but concentrations up to 32-97 % can also be reached especially at 7 sites of Section-III west of Şile. On thin sections, approximately 30-55 % opaque heavy minerals were determined of which magnetite, ilmenite, chromite dominated whereas pyroxene, amphibole, epidote, garnets, zircon, rutile, sphene were non-opaque heavy minerals. Compared to the Earth’s Crustal average, sediments of Section-III of Şile which also contained higher THM concentrations displayed relatively higher abundances of Ti, Fe, Mn, Ca, V, Co, Sn, Cr, Zr, Hf, Th and U. The levels of these elements were much lower in Ağva sediments. The presence of strong and positive correlation coefficients among these element contents indicate similar source or mineral associations. If economical and technological conditions are appropriate having no disadvantages to health, tourism and

environment, beach sands of Section-III of the Şile region can be evaluated as heavy mineral placers.

II. Amaç ve Kapsam

Bu projenin esas amacı, Türkiye'nin kuzeybatısında, İstanbul Boğazı'nın doğusunda ve Karadeniz'e kıyı teşkil eden Şile sahil kumlarında olası rutil ve ilmenit minerallerince zengin titanyum rezervlerini araştırmaktır. Arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarından oluşan bu proje, jeomorfolojik arazi gözlemleri, sedimentolojik ve mineralojik laboratuvar yöntemleri ile sonuçların yorumlanmasını kapsamaktadır. Bu kapsamda, Şile plajları sedimentlerinde tane boyu ve ağır mineral dağılımları; taşınma, birikim ve kaynak mekanizmaları araştırılmış ve bunların ülkemiz ekonomisine kazandırabilme olanakları tartışılmıştır. Her ne kadar jeokimyasal etüdler önerilmemiş ise de, amaç ve kapsamın gereği olarak, seçilmiş bazı örneklerde çokluelement analizleri yaptırılmıştır.

II. 1 Giriş

Titanyum, endüstrinin çeşitli alanlarında (boya, kağıt, plastik, tekstil, uzay ve havacılık, metal gibi) giderek artan bir ihtiyaçla kullanılmakta olup, gelecekte ihtiyaç daha da artacaktır (Kahriman ve Kurşun, 2010). Rutil ve ilmenitçe zengin minerallerden oluşan , dünya titanyum rezervlerinin önemli bir kısmı Avustralya, Mozambik, ABD, Brezilya, Hindistan gibi ülkelerin sahil kumlarından elde edilmektedir. Titanyum gereksimini ithalat yolu ile karşılayan ülkemizde yeterince araştırılmayan titanyum cevherinin sınırlı rezerv ve düşük tenör nedenleri ile üretimi yapılmamaktadır. Şile sahil kumlarında cevher zenginleştirme yolu ile mevcut rezervlerden titanyum elde edilebileceği görüşü hakim olsa da (Kurşun vd., 2003; Kahriman ve Kurşun, 2010), ülkemizde kayda değer ölçüde titanyum rezervlerinin bulunmadığı ve mevcut tenörlerinde genelde % 1'i geçmediği belirtilmiştir. ((DPT Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı- Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Endüstriyel Hammadeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri Çalışma Grubu Raporu, 2001; DPT, 2001)

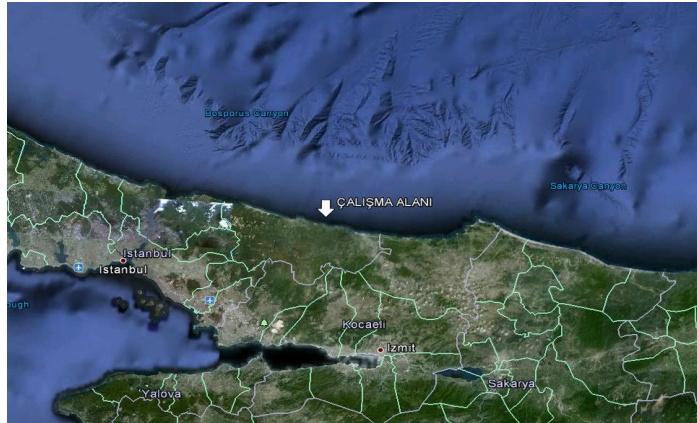
Dünya’da ağır mineralce zengin ve titanyum içeren önemli plaser yatakları Hindistan, Kenya, Japonya, ABD, Avustralya, Hindistan, Endonezya, Malezya, İspanya, Alaska, Kanada, Sibirya ve Çin kıyılarında bulunmaktadır (Riech, 1982; Grosz,1987; Berquist vd.,1990; Razjigaeva ve Naumova, 1992; Clark ve Li,1993; Schwartz vd.,1995; Roy, 1999; Hou vd., 2003; Gent vd., 2005; Paine, 2005; Abuodha ve Hayome, 2006; Angusamy, 2006; Bryan vd., 2007). Özellikle Dünya’nın titanyumca zengin en büyük ilmenit ve rutil plaserleri Avustralya ve Yeni Zelanda (Riech, 1982; Grosz,1987; Berquist vd.,1990;Razjigaeva ve Naumova, 1992;Clark ve Li,1993; Schwartz vd.,1995) ile Afrika’nın Mozambik kıyılarında bulunmaktadır (ESIPP MINES 2006 Report).

Türkiye’yi çevreleyen denizlerin kıyılarında ağır mineral çalışmaları mevcut ise de, ekonomik plaserler üzerine araştırmalar çok azdır veya mevcut veri ve bilgiler ulusal veya uluslar arası düzeyde sunulmamaktadır (Andaç ve Mücke, 1976; Mange-Rajetzky, 1983; Amcaoğlu, 1983; İpekoğlu, 1988; Hakyemez ve Erkal, 1994; Mugan ve İpekoğlu, 1995; Ergin vd., 1999, 2000, 2002; Erkal, 2005; Alçıçek, 2005; Keskin vd., 2005; Okay ve Ergün, 2005; Ergin vd., 2007; Ergin, 2007; Ergin vd., 2008). İpekoğlu (1988) Şile plaj kıyılarında ağır mineral rezervleri ve zirkon silikatlarının üretimi ve imkanlarını tartışmıştır. Hakyemez ve Erkal (1994) Trakya’nın Karadeniz Kıyılarında bilhassa titanyumca zengin kum plaserlerini, kıyıların jeomorfolojik ve sedimantolojik özellikleri ile birlikte tartışmışlardır. Gültekin vd. (1996) Ege’de plaser titanyum yataklarını incelemişlerdir. Bununla beraber, Türkiye kıyılarında plaser oluşturabilecek jeolojik kaynak kayaçlar mevcuttur (örneğin; MTA, 2000 ve 2002).

Mevcut literatür verilerinde sunulan çok farklı sonuçlara göre, Batı Karadeniz bölgesi Şile sahil kumlarında ekonomik potansiyel oluşturabilecek miktarlarda rutil ve ilmenitçe zengin titanyum rezervleri var mıdır ve işletmeye değer midir?. Bu proje araştırması ile önceki çalışmaları revize etmek, bilinen mineral potansiyeli dışında ağır mineraller açısından yeni bir değerlendirme yapmak çalışmada esastır.

II.2 Çalışma alanının genel konumu

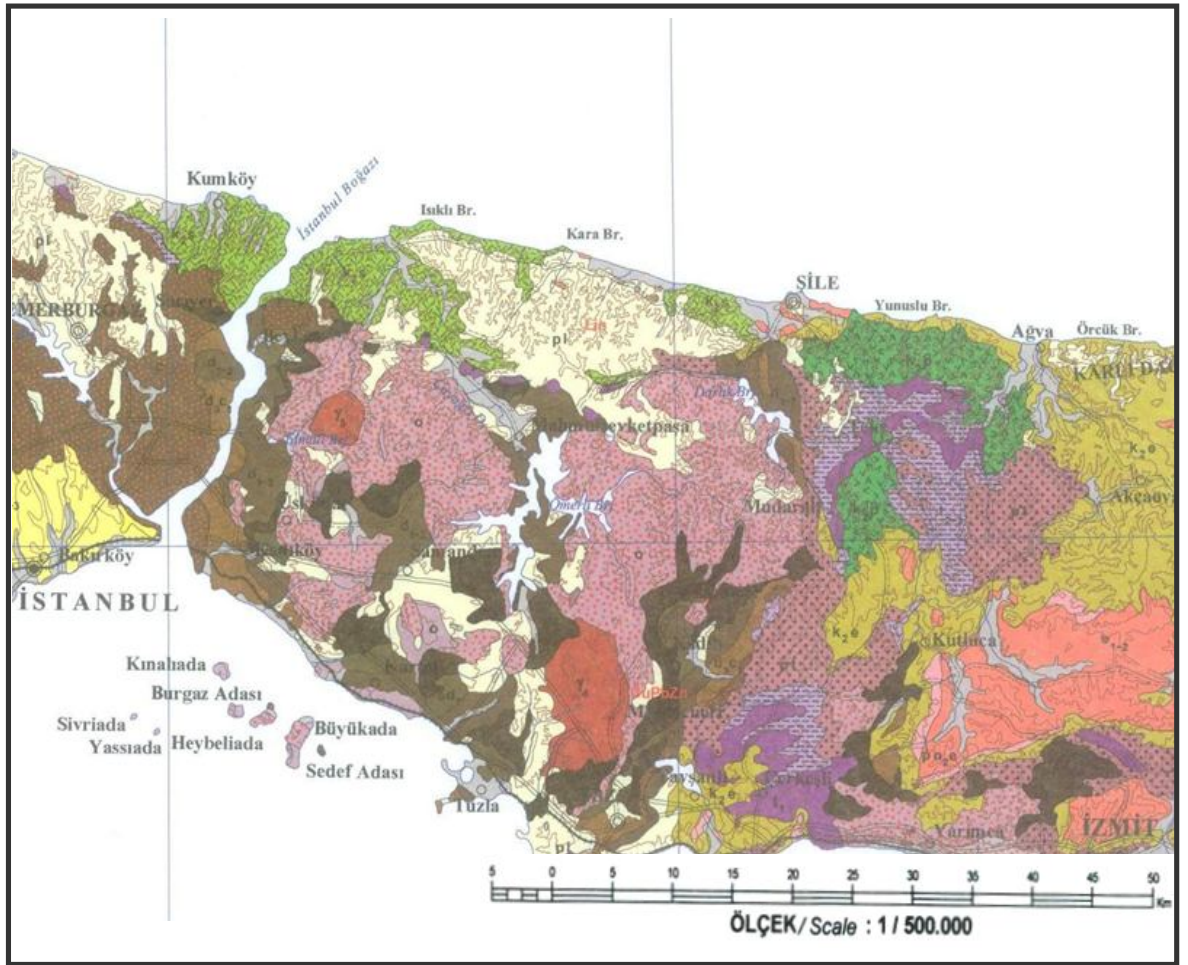
Şile, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesi'nin kuzey doğusunda, Çatalca-Kocaeli bölümünde, Kocaeli Yarımadası'nın Karadeniz kıyısında yer alır (Şekil 1). Şile merkez olarak 10 km uzunlukta bir kumsala sahip olmakla birlikte Karadeniz kıyısında 60 km'lik bir uzunluğa sahiptir.



Şekil 1. Çalışma alanı Şile kıyıları ve yakın çevresinin genel konumunu gösterir karayolları haritası (TCK, Karayolları Genel Müdürlüğü, 2009) ve Google Earth uydu görüntüleri.

II.3 Çalışma alanının genelleştirilmiş jeolojisi

MTA (2002) tarafından yayınlanmış 1:500 000'lik Türkiye Jeoloji Haritası'nın İstanbul Paftası çalışma alanında yaş ve litolojisi bölgesel değişen ve yüzeylenmiş, Paleozoyikten günümüze kadar devam eden zaman aralığında oluşmuş farklı kayaç/çökel birimlerini göstermektedir (Şekil 2). Ayrılmamış Kuvaterner çökeller kıyısal bölgelerin çoğunda mevcuttur.



Şekil 2a. Çalışma alanı Şile ve Ağva kıyılarını gösterir Türkiye Jeoloji Haritasının İstanbul paftası (MTA, 2002). Harita lejandına bakınız.

KUVATERNER QUATERNARY		Ayrılmamış Kuvaterner Undifferentiated Quaternary
KUVATERNER QUATERNARY		Plaj ve kumül Beach and dune
KUVATERNER QUATERNARY		Alüvyon yelpazesi, yamaç molozu vb. Alluvial fan, slope debris etc.
PLİYOSEN PLIOCENE		Ayrılmamış karasal kırıntılar Undifferentiated continental clastic rocks
ORTA - ÜST MİYOSEN MIDDLE - UPPER MIOCENE		Karasal kırıntılar Continental clastic rocks
ORTA - ÜST EOSEN MIDDLE - UPPER EOCENE		Neritik kireçtaşı Neritic limestone
ALT - ORTA EOSEN LOWER - MIDDLE EOCENE		Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ÜST PALEOSEN - EOSEN UPPER PALEOCENE - EOCENE		Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ÜST KRETASE - EOSEN UPPER CRETACEOUS - EOCENE		Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ÜST SENONİYEN UPPER SENONIAN		Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ORTA - ÜST TRİYAS MIDDLE - UPPER TRIASSIC		Karbonatlar ve kırıntılar Carbonate and clastic rocks
ALT TRİYAS LOWER TRIASSIC		Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
PERMO - TRİYAS PERMO - TRIASSIC		Karasal kırıntılar Continental clastic rocks
KARBONİFER CARBONIFEROUS		Karbonatlar ve kırıntılar Carbonate and clastic rocks
ÜST DEVONİYEN - ALT KARBONİFER UPPER DEVONIAN - LOWER CARBONIFEROUS		Karbonatlar ve kırıntılar Carbonate and clastic rocks
ALT - ORTA DEVONİYEN LOWER - MIDDLE DEVONIAN		Karbonatlar ve kırıntılar Carbonate and clastic rocks
SİLURİYEN - ALT DEVONİYEN SILURIAN - LOWER DEVONIAN		Karbonatlar ve kırıntılar Carbonate and clastic rocks
SİLURİYEN SILURIAN		Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ORDOVİSİYEN ORDOVICIAN		Kırıntılar Clastic rocks
ORDOVİSİYEN ORDOVICIAN		Karasal kırıntılar Continental clastic rocks
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Bazalt, spilit, andezit Basalt, spilit, andesite
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Granitoid Granitoid
DOĞER DOGGER		Metagranit Metagranite

Şekil 2b. Türkiye Jeoloji Haritası İstanbul Paftasının lejandı (Şekil 2a'ya bakınız).

Şekil 2’de görüldüğü gibi, çalışma alanının doğusunda (Ağva’nın doğusunda yer alan akaçlama havzalarında) Üst Kretase-Eosen yaşlı kırıntılılar ve karbonatlar oldukça yaygındır. Şile-Ağva arasında kalan kıyı ardı bölgesinde ise: Üst Kretase-Eosen kırıntılılar ve karbonatlar; Üst Kretase bazalt, spilit ve andezit; Permo-Triyas karasal kırıntılılar geniş alanlar kaplamaktadır. Şile’nin batı akaçlama havzasında Pliyosen karasal kırıntılılar; Üst Kretase-Eosen karbonatlar ve kırıntılılar; Üst Senoniyen karbonatlar ve kırıntılılar; Permo-Triyas kırıntılılar ve karbonatlar (yer yer bloklu ve volkanitli); Devoniyen karbonatlar ve kırıntılılar; Ordovisiyen karasal kırıntılılar yüzeylenmiştir. Baykal ve Önalın (1979)’a göre, Paleozoyik yaşlı kireçtaşları ve düşük dereceli metaklastitleri, Mesozoyik yaşlı konglomera, kumtaşı, kireçtaşı ve marnları ve Senozoyik yaşlı marn, kumtaşı, şeyl ile kil-kum-çakıl taşı ve alüvyon ile kumul çökellerinden oluşan istifler tanımlanmıştır.

Şile ve yakın civarının jeolojik oluşum ve gelişimi ile ilgili çalışmalar ve literatür mevcuttur (Baykal ve Kaya, 1966; Yenyol ve Ercan, 1990; Tüysüz vd. 2004; Yavuz ve Yılmaz, 2010). Bu çalışmalara göre (Şekil 3); Üst Kretase yaşlı volkanik birimler tektonik dokanak ile batıda Sarıyer doğuda Şile arasında yüzlekler vermektedir. Şile’nin kumları Kleinsorge (1940) tarafından jeolojik açıdan incelenmiş olup, bunların civardaki andezit tüflerinin bozunması sonucu oluşabileceğini savunmaktadır. Önceki çalışmalarda ağır mineral olarak; manyetit, ilmenit ve zirkon gözlenmiştir. Kumlardaki zirkon, manyetit ve ilmenitin kökenini anlamak amacıyla Şile’ye akan Darlık Dere’nin sahile 10 km kadar uzağındaki kum birikintilerinden alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre cevherli kumlar, andezit tüflerinin bozunmasıyla ve dereler vasıtasıyla sahile taşınması sonucu oluşmaktadır (Kleinsorge,1940).

Şile ilçe merkezi ve yakın dolayında yüzeylenen, çeşitli boyda olistolit ve olistostrom merceklerini kapsayan kıltaşı-miltaşı-kumtaşı birimi Baykal ve Önalın (1979) tarafından bütünüyle “Şile Sedimanter Karışığı (Şile Olistostromu)” adı altında incelenmiştir. Birim, aynı kapsamda olmak üzere, bu incelemede litostratigrafi adlama kuralları gözetilerek, Şile Formasyonu adıyla incelenmiştir. Formasyon, olistolit ve olistostromal kapsayan düzeyleri Ağlayankaya Üyesi” ve söz konusu olistolit ve olistostromların taşındığı ortamı oluşturan

kil, mil, kum boyu kırıntılı kesimi ise “İmam Tepesi Üyesi” olmak üzere iki üyeye ayırtlanmıştır.

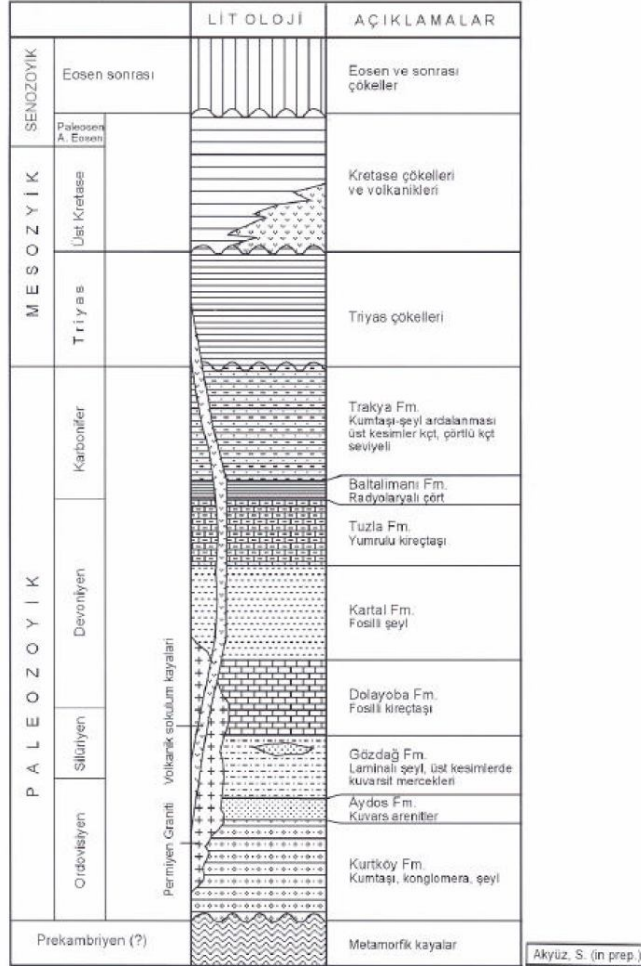
1. Ağlayankaya Üyesi:

Şile Formasyonu içerisinde bulunan değişik boy ve yoğunlukta olistostrom, moloz akıntısı birikintisi (debris flow) ve boyları onlarca metreyi bulan kireçtaşı olistolitleri, bu incelemede Ağlayankaya Üyesi adıyla incelenmiştir. Bu tür oluşuklar, Şile ilçe merkezinin 2 km doğusunda deniz kıyısında yer alan Ağlayankaya mevkinde temiz yüzeylemeler verir. Üye, killi milli hamur ve köşeli-yarı köşeli, kötü boylanmış, irili ufaklı çakıl ve blokları kapsayan birikintilerinin yanında karbonat çimentolu, bütünüyle köşeli çakıl ve bloktan oluşan hamur oranı çok düşük ya da bütünüyle tane destekli kötü boylanmış kireçtaşı yığıntılarını kapsar. Çakıl ve blokların büyük bölümü ve özellikle olistolitlerin hemen hemen bütünü Akveren Formasyonun’dan türemiştir; seyrek olarak Sarıyer Formasyonu’ndan türemiş kırıntılı kaya ve volkanitlerin çakıl ve bloklarını kapsar. Şile ilçe merkezinin doğusunda ve kuzeyindeki iskele alanında kıyı boyunca açığa çıkan temiz yüzeylemelerinde görüldüğü gibi, çakıl, blok ve boyları onlarca metre olan olistolitlerin hemen hemen bütünü Akveren Formasyonu’nun Ahmetli Kireçtaşı Üyesi’nden türemiştir. Şile’nin Karadeniz kıyısı boyunca, Ayazma Burnu, Şile Feneri ve Eşek adası ve Yunuslubayır arasında kıyı falezli boyunca incelemeye elverişli temiz yüzeylemeler verir.

2. İmam Tepesi Üyesi:

Şile Formasyonu’nun Ağlayankaya Üyesini oluşturan olistolit ve olistostrom ve moloz akması birikintilerini kapsayan, başlıca kil, mil, kum boyu kırıntılılar bu incelemede, Şile ilçe merkezinin güney kesiminde, yüzeylemelerinin yaygın olduğu İmam Tepesi’nin adıyla üye aşamasında adlandırılmıştır. Taze rengi, mavimsi külrengi, ayrıışmış boz-açık kahverengi, ince-orta katmanlı, şeyl, kıltaşı, kireçli kıltaşı, miltaşı, ve kumtaşından oluşur. Bol mika pullu, kuvars, volkanit, kumtaşı ve kireçtaşı türünden kum-mil boyu malzeme genellikle kil hamurla tutturulmuştur; bolca bitki kırıntılıdır. Özellikle kıyı falezlerindeki temiz yüzeylemelerinde açığa çıkan mavimsi külrengi, parlak midye kabuğu kırılma yüzeyli kıltaşı ve miltaşları birimin egemen kaya türünü oluşturur. İmam Tepesi Üyesi,

Gedik vd. (2004, yazılı bilgi)'nin Atbaşı ve Çaycuma Formasyonlarını kısmen karşılar. Ancak adı geçen araştırmaya ait jeoloji haritasının Şile güneyini kapsayan kesiminde, olası bir fayla birbirinden ayrılmış olan bu iki formasyon, bu incelemeye göre, sık sık ayrışma rengi ve egemen tane boyu farklılıkları gösteren ve bu incelemede İmam Tepesi Üyesi adıyla incelenen tek bir birime ait olmalıdır.



Şekil 3. İstanbul ve dolayının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.

Diğer yandan, adı geçen kırıntılıların, Şile Formasyonu'nun olistolit, olistostrom vb. kaotik bloklarını irili ufaklı mercek ve ara düzeyleri halinde kapsadıklarından, onlardan ayrı olarak tek başına bir formasyon adıyla adlandırılması, litostratigrafi adlama kuralları açısından sakıncalı olur. Dolayısıyla, birim için Gedik vd.(2004) tarafından kullanılmış olan Atbaşı

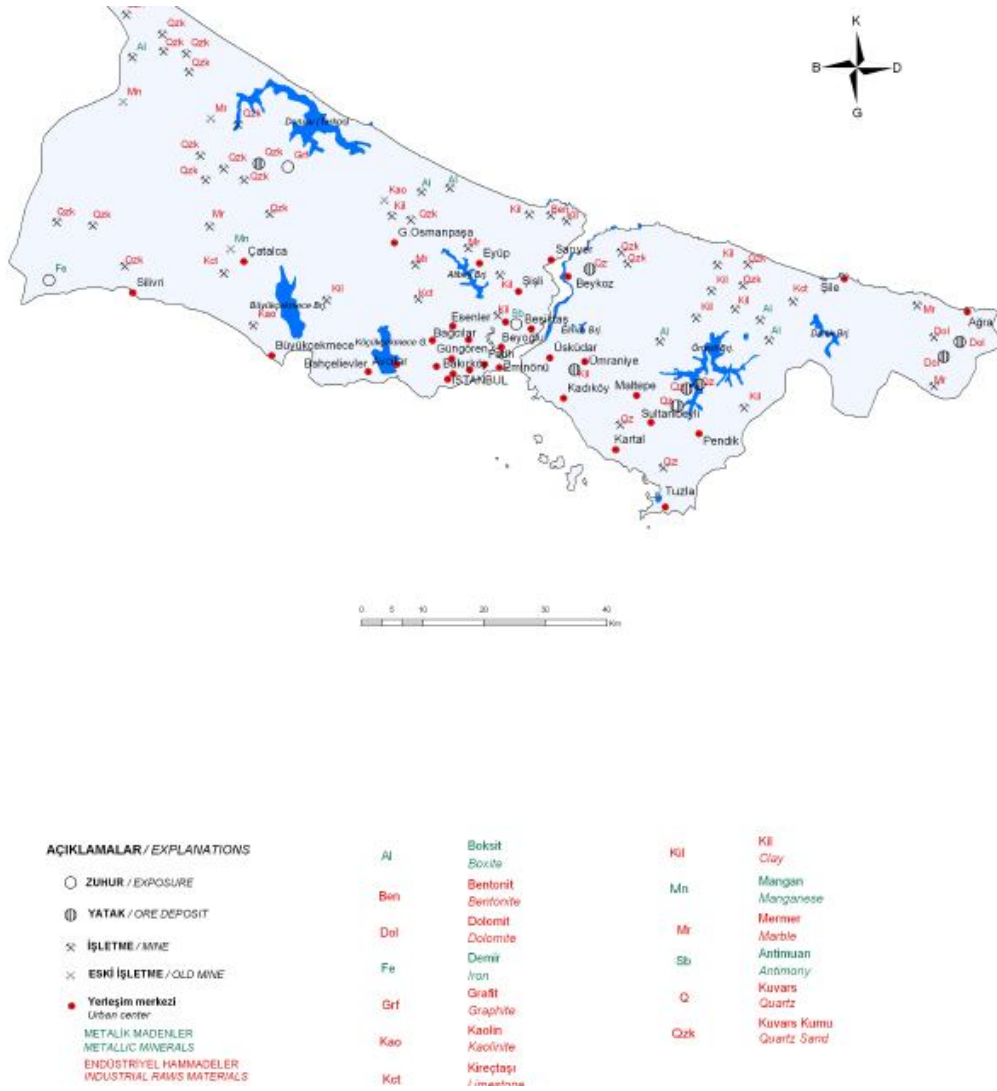
ya da Çaycuma Formasyon adlarından herhangi biri bu incelemede kullanılmamış, Şile Formasyonu'nun olistolit, olistostrom vb. oluşuklarını kapsayan Ağlayankaya Üyesi'nin dışında kalan ince gereçli kırıntılılarının bütünü, üye aşamasında İmam tepesi Üyesi olarak incelenmiştir.

İnceleme alanında Şile Formasyonu'nun açığa çıkmamış olan alt dokanağının niteliği bilinmemektedir. Formasyon Ömerli Formasyonu'nun sıkışmış kum çakıl düzeyleri tarafından uyumsuzlukla üstlenir. Formasyon kalınlığı, değişik boyutta olistolit ve olistostromları kapsaması nedeniyle, yerden yere 5-10 m. ile birkaç yüz m. arasında değişir. Fosil kapsamı ve yas. Paleosen (Tanesiyen)-Orta Eosen (Lütesiye) aralığını temsil eden mikrofauna kapsamaktadır (Baykal, 1943; Baykal ve Önal, 1979; Gedik vd., 2004).

Boğazın doğusunda, Ömerli köyü ile Şile arasında bulunan bölge gerek seramik kili gerek silis kumu açısından Türkiye'nin seramik ve döküm sanayisinin hammaddesi açısından kalbi durumundadır (MTA, 2009; Şekil 4). Bununla birlikte istifin en altında bulunan kaba taneli kumlar yıkanarak inşaat kumu olarak İstanbul'a sunulmaktadır. Silivri-Sinekli, Kemerburgaz-Ağaçlı ve Şile Kirazlıyataktepe-Avcıkoru-Üvezli linyit sahaları MTA tarafından ortaya çıkarılmıştır. Bundan başka Şile – Ağva Dolomit sahaları Tenör :% 15-19 MgO, % 31-38 CaO Rezerv : 11.682.000 ton görünür + muhtemel rezerv rezervi ile yine MTA' nın yapmış olduğu potansiyel çalışmalarında yer almıştır. Şile- Avcıkoru, Yeşilada, Sofular Sahası Tenör : % 76-99 SiO₂ Rezerv : 6.620.533 ton görünür+muhtemel rezerv ile kuvars kumu sahası belirtilmiştir.

Öte yandan bölgede kıyı alanlarına ait kumullar gündemdedir. Şile ilçesi plaj kumullarının tedavi amaçlı olarak kullanılması güncel basında yer almaktadır. Karadeniz'in güney sahillerinde doğal habitatın korunması gereken 15 kumul alandan birisi olan “Şile Kumullar” sahası, 7 km uzunluğunda, 111 hektarlık bir alanda konumlanmıştır. Plaj kumulları kuzeyli hakim rüzgarlar tarafından Kumbaba mevki ile Sofular, Alacalı, Doğancı ve Kurfalı köylerinde içerilere doğru sokularak kıyı kumullarını oluşturmuşlardır. Karadeniz sahil şeridi üzerinde bulunan 12 kumul alanından ikisi Şile ilçesi sınırları

içindeki Kumbaba ve Sofular-Sahilköy kumullarıdır. Şile ilçesi kumlu plajlarında ve bilhassa Kumbaba Tepesi'nde iklimik özelliklere de dayanarak çeşitli hastalıkların tedavisi için talassoterapi (sağlığı korumak veya hastalıkları tedavi etmek amacıyla deniz, güneş ve iklimin kürler halinde uygulanması) ve özellikle tıbbi turizm olanakları mevcuttur (Kaynak: [http:// Şile Belediyesi web sayfası](http://Şile Belediyesi web sayfası)).



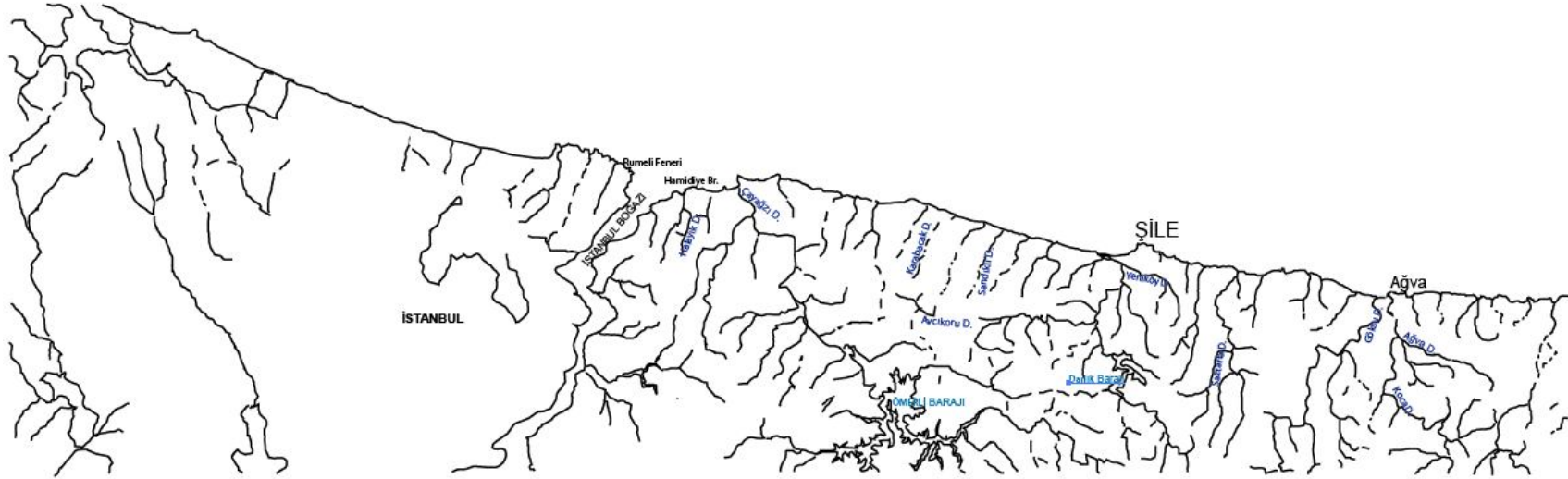
Şekil 4. İstanbul ili ve çalışma alanı ile ilgili maden yataklarını gösterir harita (MTA, 2009).

II.4. Çalışma alanının akarsu drenaj ve kıyıboyu akıntı sistemi

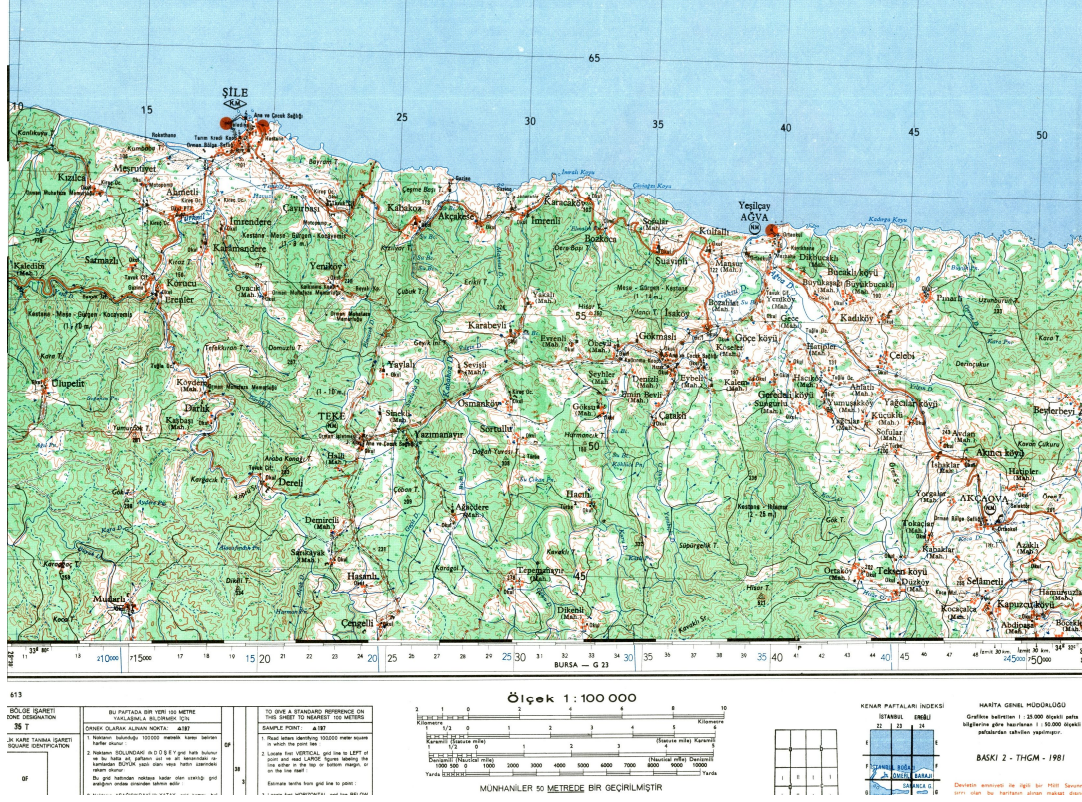
Her ne kadar mevcut belgelerde (örneğin; EİE, 2000), çalışma alanında tesbit edilmiş önemli akarsu istasyonları olmasa da, topoğrafik haritalar ve arazi gözlemleri bazı akarsu drenaj sistemlerinin önemine işaret etmektedir (Şekil 5 ve 6).

Çalışma alanının doğusunda ve Ağva yerleşim yerinde Ağva Deresi ve Göksu Deresi denize boşalmadan önce bazı küçük drenaj sistemleri (Kuru Dere, Çanaklı Dere, Yılgin Dere, Koca Dere gibi) ile beslenmektedirler. Şile bölgesinde ve özellikle batısında, Türknıl Nehri, Yeniköy Deresi, İmren Deresi, Yeşil Dere ve Darlık Deresi önemli bir akaçlama havzası oluşturmaktadır. Bunların haricinde daha kısa bazı akarsular da (batıdan doğuya doğru; Çamaşır Deresi, Kabakoz Deresi, Mahmut Deresi gibi) denize boşalmaktadır. Yine bazı adsız akarsular da mevcuttur.

Topoğrafik haritada görülen akarsu ağzı kaymalarına göre, Şile'nin batısında hakim kıyı boyu akıntı yönü batıya doğru iken, Ağva önlerinde doğuyadır.



Şekil 5. Şile ve Ağva sahillerini besleyen akarsu drenaj sistemi (çeşitli haritalardan derlenmiştir).

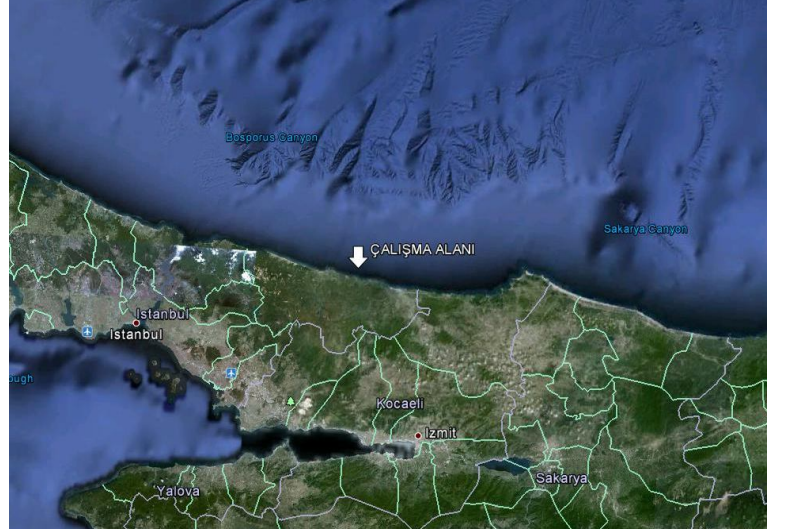


Şekil 6. Şile ve Ağva sahilleri ile civarını gösterir topoğrafik harita.

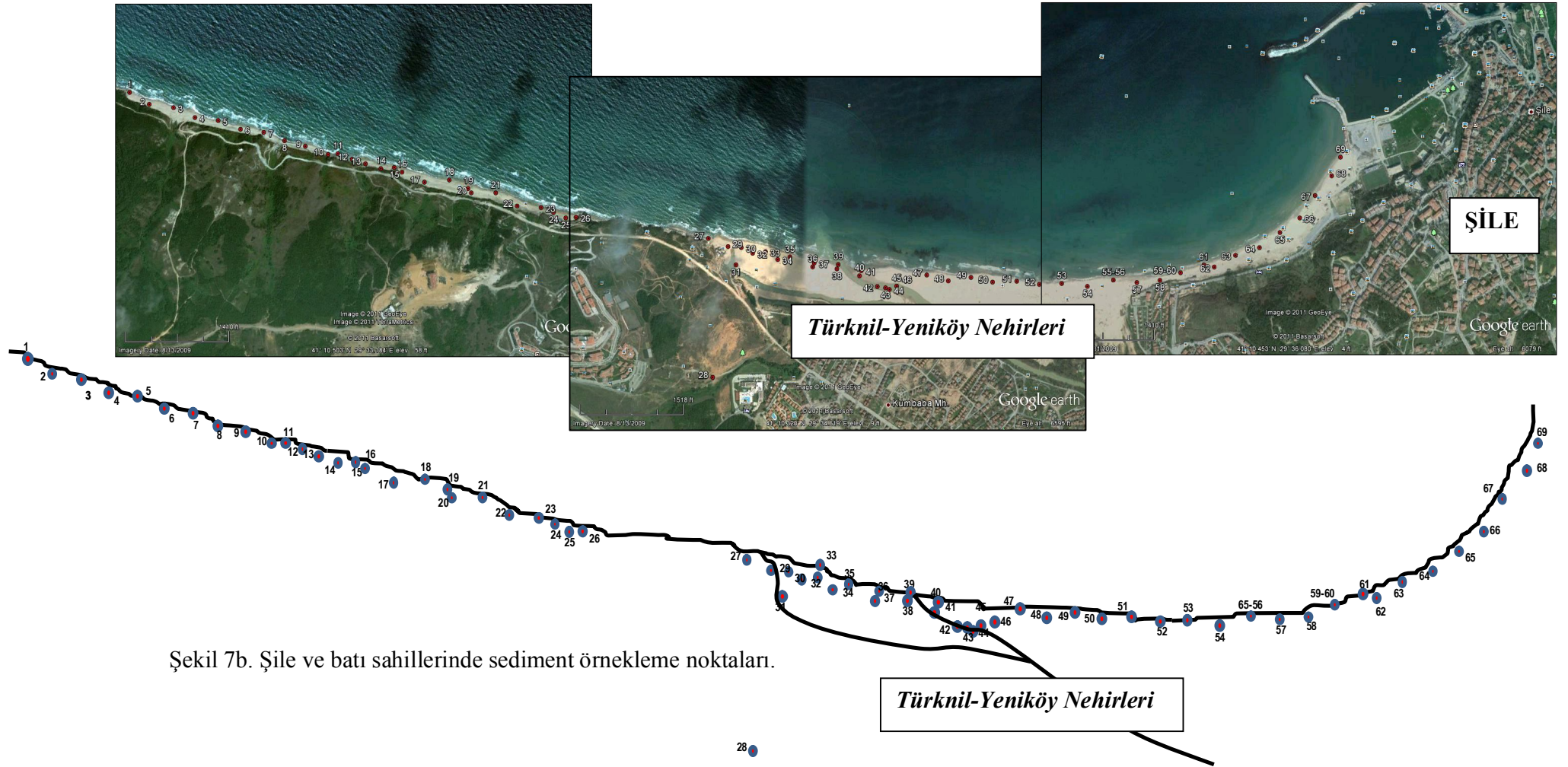
III. Materyal ve Yöntem

2010 yılı Ağustos ayında, Şile sahillerinin plajlarında toplam 104 adet sediment örneği alınmıştır (Şekil 7). Örnek alımları kıyı çizgisi veya önplaj ve arkaplaj ortamlarında gerçekleştirilmiş olup (Şekil 8), alım noktalarının coğrafi konumları elle taşınabilir GPS cihazları ile tesbit edilmiştir. Örnek alımları ve arazi gözlemleri esnasında ve özellikle de sonuç yorumlamalarında gerekli olabilecek sayıda dijital fotoğraflar çekilmiştir. Plajlarda çoğu zaman takriben 100-250 m aralıklarla ve 2-3 kg ağırlıkta toplanan sediment örnekleri

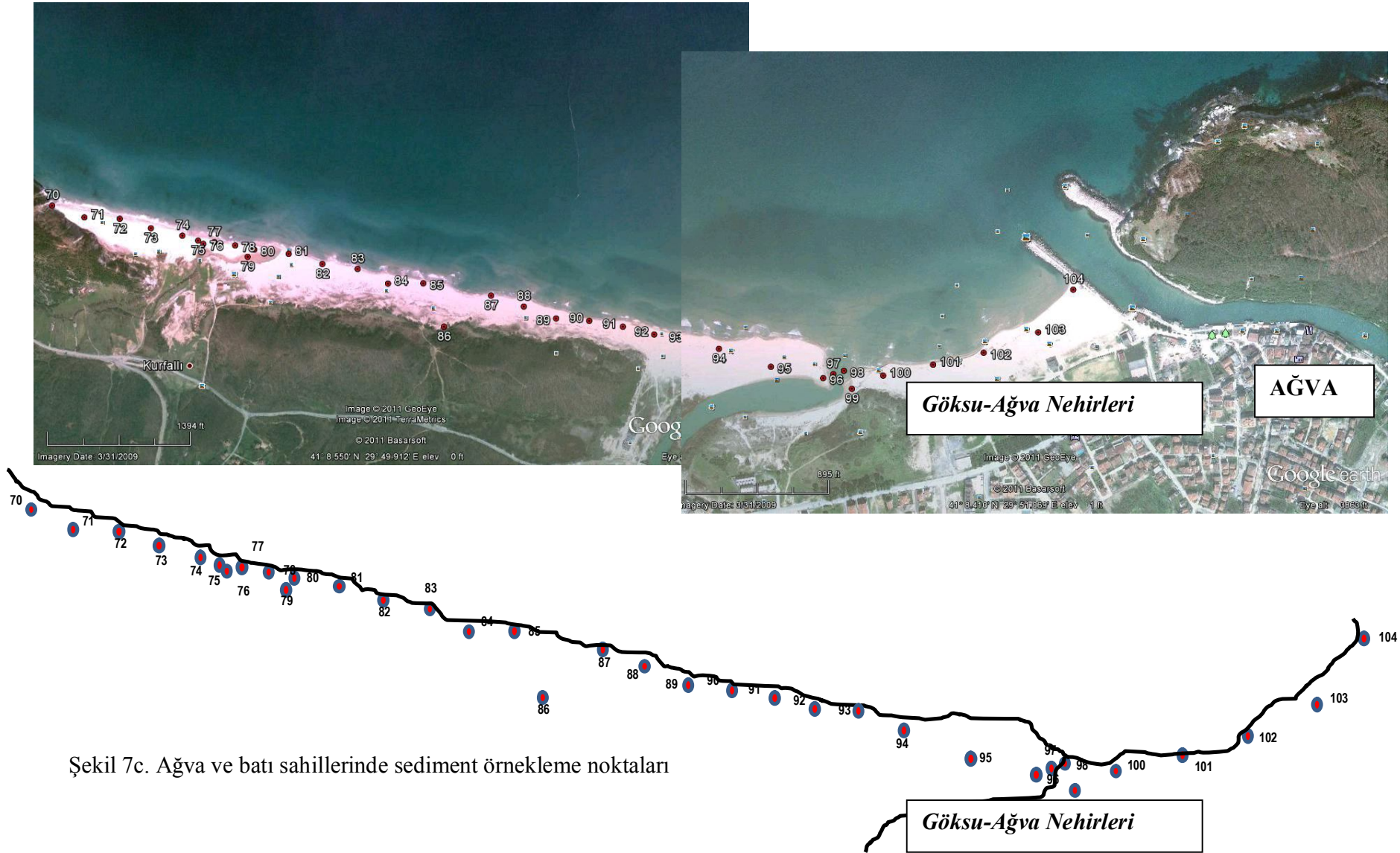
naylon torbalara konarak numaralanmış ve daha sonra Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Ağır Mineral Çalışma Laboratuvarı'na nakledilmiştir. Örnekler damıtılmış-distile su ile yıkanarak deniz tuzundan ve ayrıca suda yüzebilen hafif malzemelerden (bitki kırıntısı gibi) ayrılmıştır.



Şekil 7a. Çalışma alanı, Şile ve Ağva sahilleri.



Şekil 7b. Şile ve batı sahillerinde sediment örnekleme noktaları.



Şekil 7c. Ağva ve batı sahillerinde sediment örnekleme noktaları

Genelde uygulandığı gibi, örnekler; tane boyu, ağır-hafif mineral ayırımı, karbonat, mikroskopta mineral nitelik-nicelik tanımlama, ve XRF-çokluelement analizleri için alt örneklere ayrılmıştır.



Şekil 8. Daha önceki çalışmalarda da uygulanan sediment örnekleme noktaları seçimi.

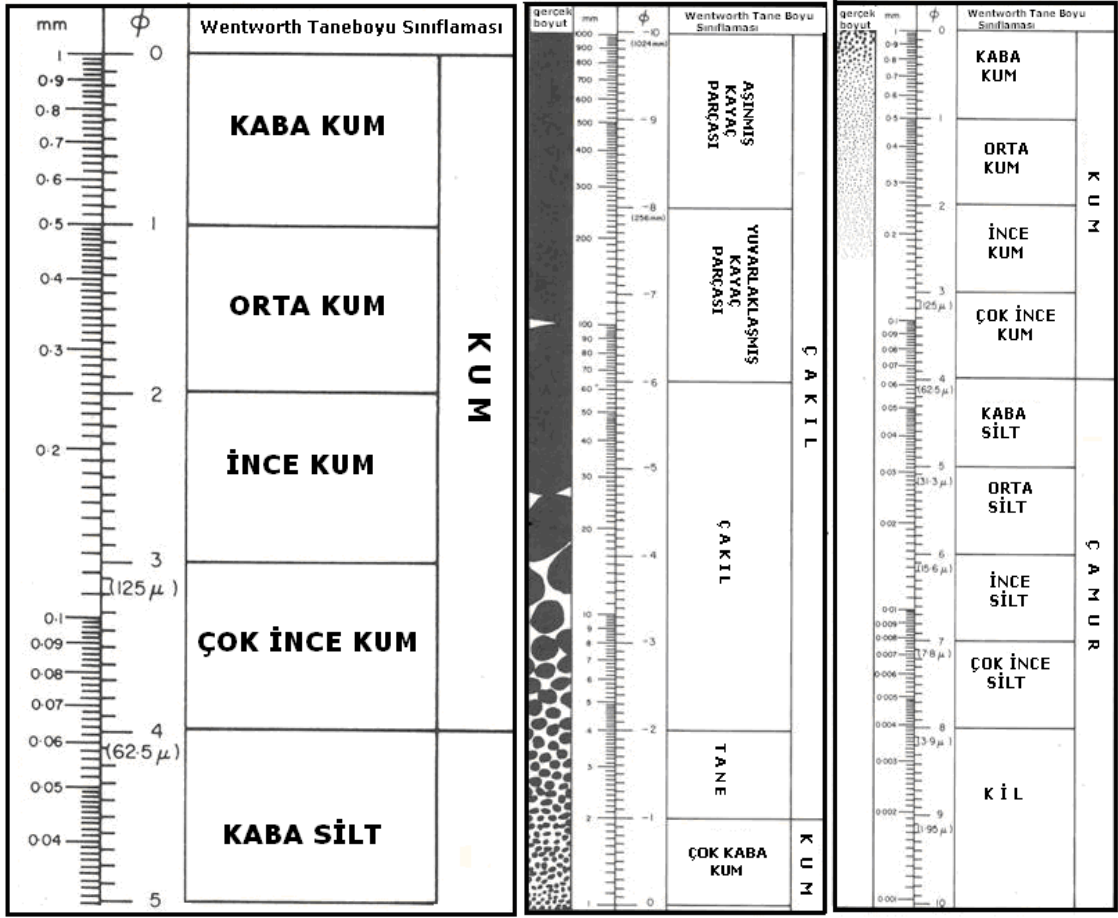
Tane boyu analizleri için 250-600 gr arasında değişen miktarlarda ayrılan alt örneklere Folk (1980) ve Lewis (1984)' de belirtilen standart petrografik yöntem ve işlemler uygulanmıştır. Bu projede kullanılan tane boyu grupları (Şekil 9):

>4 mm (İnce-çok kaba çakıl), 4-2 mm (Çok ince çakıl), 2-1 mm (Çok kaba kum), 1-0.5 mm (Kaba kum), 0.5-0.25 mm (Orta kum), 0.25-0.125 mm (İnce kum), 0.125-0.0625 mm (Çok ince kum), <0.0625 mm (Kaba silt ve kil)'dir. Sonuçların değerlendirilmesinde çeşitli istatistiksel yöntemlere de (grafik ortalama tane boyu, boylanma, çarpıklık, tepelenme gibi) başvurulmuştur.

Ağır mineral analizi için Şile plajlarından alınan 104 örneğin tamamı seçilmiştir. Takriben 200-250 gr ağırlıkta örnekler %10-HCl asit ile yıkanarak karbonatlı kavkı-iskelet malzemelerinden temizlenmiş ve standart sediment petrografik yöntemlere göre (Müller, 1967; Lewis, 1984; Grosz vd., 1990) bromoform ağır sıvısı ($d=2.9 \text{ g/cm}^3$) kullanılarak ayırım yapılmıştır.

Mikroskopta ağır mineral tayinleri için ağır mineral miktarı nisbeten bol olan ve çalışma alanını temsil edebilecek 10 örnek seçilerek MTA'da ince kesit ve parlatma kesitleri yaptırılmıştır. Bu kesitlerde ağır mineraller nitelik ve niceliklerine göre 200-300 tane nokta sayım ile tesbit ve tayin edilmişlerdir. Konfokal Raman mikroskobu kullanılması nedeni ile XRD analizlerine gerek duyulmamıştır.

Çoklu element analizleri için ağır mineral fraksiyonu nisbeten bol olan tüm sediment örneklerinden 29 adet seçilmiş ve XRF tekniği-yöntemi ile ana-esas-iz element analizlerine tabi tutulmuştur. XRF analizleri ise Ankara'da Jeoloji Mühendisliği Bölümünde/ Yerbilimleri Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır. Analizlerin doğruluğu ve güvenilirliğini kontrol etmek için, uluslararası jeolojik standartlar/referans malzemeler (Certified Reference Materials) kullanılmış ve bazı analizler 2-3 defa tekrarlanmıştır. Plajların varlığı, konumu ve mümkün boyutlarını tesbit edebilmek için Google Earth uydu görüntülerinden faydalanılmıştır.



Şekil 9. Sedimentte tane boyu sınıflamaları, Wentworth'den Türkçeleştirilmiştir.

IV. Analiz ve Bulgular

IV.1. Tane boyu dağılımı ve dokusal parametreler

Plajlı Şile sahil sedimentleri % <1-4,2 arasında kaba-ince çakıl (çoğunlukla <%1), % <1-2 arasında çok ince çakıl (çoğunlukla % <1), % <1-12 arasında çok kaba kum (çoğunlukla <%2), % <1-78 arasında kaba kum (çoğunlukla <%10), %<1-94 arasında orta kum (çoğunlukla %50), %<1-98 ince kum (çoğunlukla % 60), %<1-12 arasında çok ince kum (çoğunlukla %2) içermektedir. Bu dağılıma göre, baskın tane boyu orta kum ve ince kumdur.

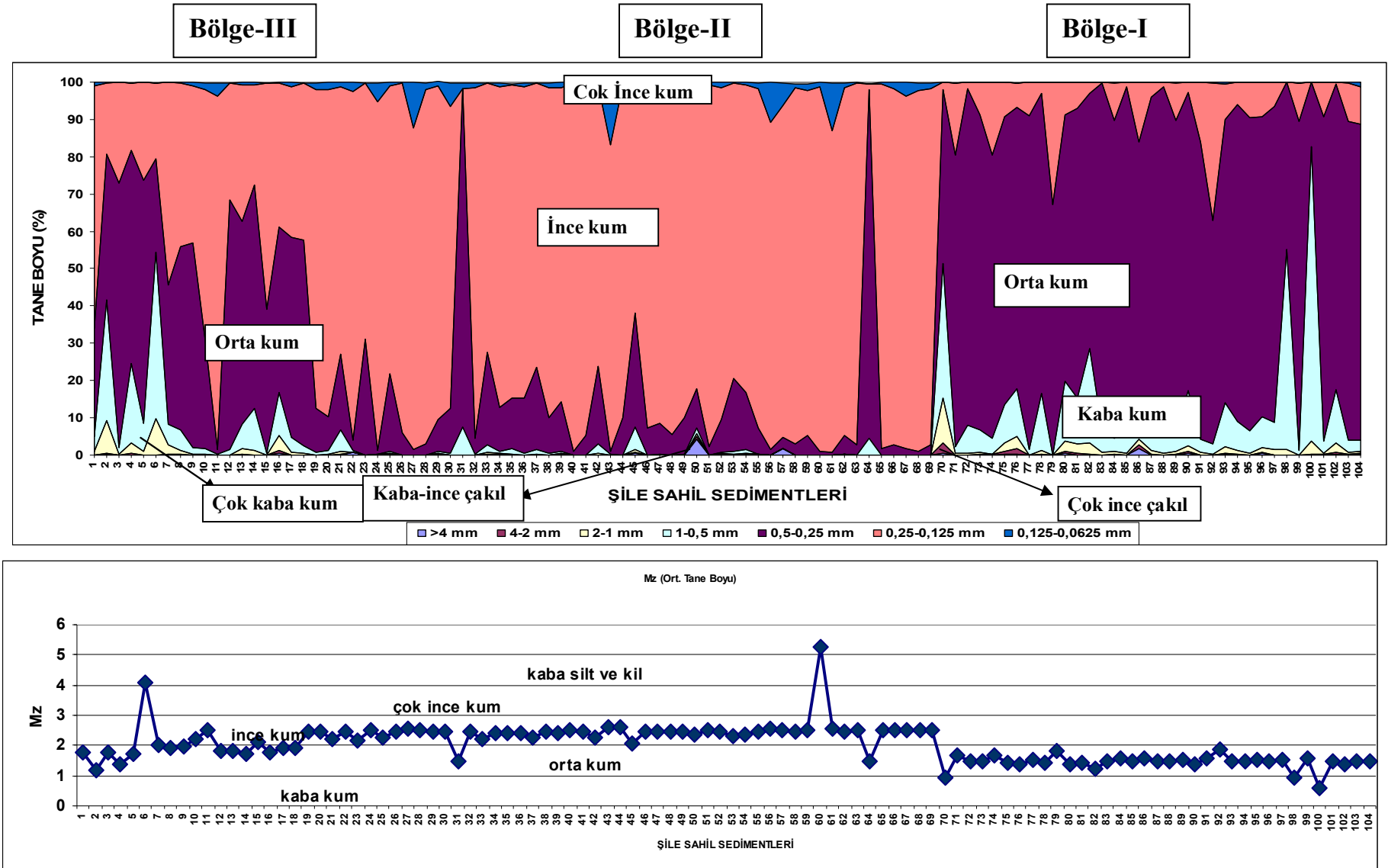
Şekil 10'da gösterildiği gibi, Şile'nin ve özellikle de Türknil ve Yeniköy (T.Y.) Nehirleri ağzının batısında (1-27 nolu istasyonlar) sedimentlerin kaba tane oranı nisbeten yüksektir. T.Y. nehirleri ağzında ve doğusunda ise (istasyonlar 27-68) sedimentlerin ince kum oranları birkaç istisna ile artmaktadır. Ağva ve Göksu (A.G.) Nehirlerinin etkin olduğu ve çalışma alanının doğusunda kalan Ağva bölgesinde sedimentlerin tane boyu kabalaşmakta, yani orta kum miktarları yükselmektedir (Şekil 10).

Sedimentlerin tane boyundaki küçülme ve kabalaşma grafiksel ortalama tane boyunda (Mz) da belirgindir (Şekil 10). Şile'nin ve Ağva'nın batısında birkaç istisna ile çoğu yerde sedimentlerin ortalama tane boyu 1,5-2 Φ (orta kum) iken, diğer bölgelerde 2-3 Φ (ince kum)dur (Şekil 10). Değerler 6 ve 60 nolu istasyonlarda 4,07-5,24 Φ 'ye kadar (orta-kaba silt) küçülmektedir.

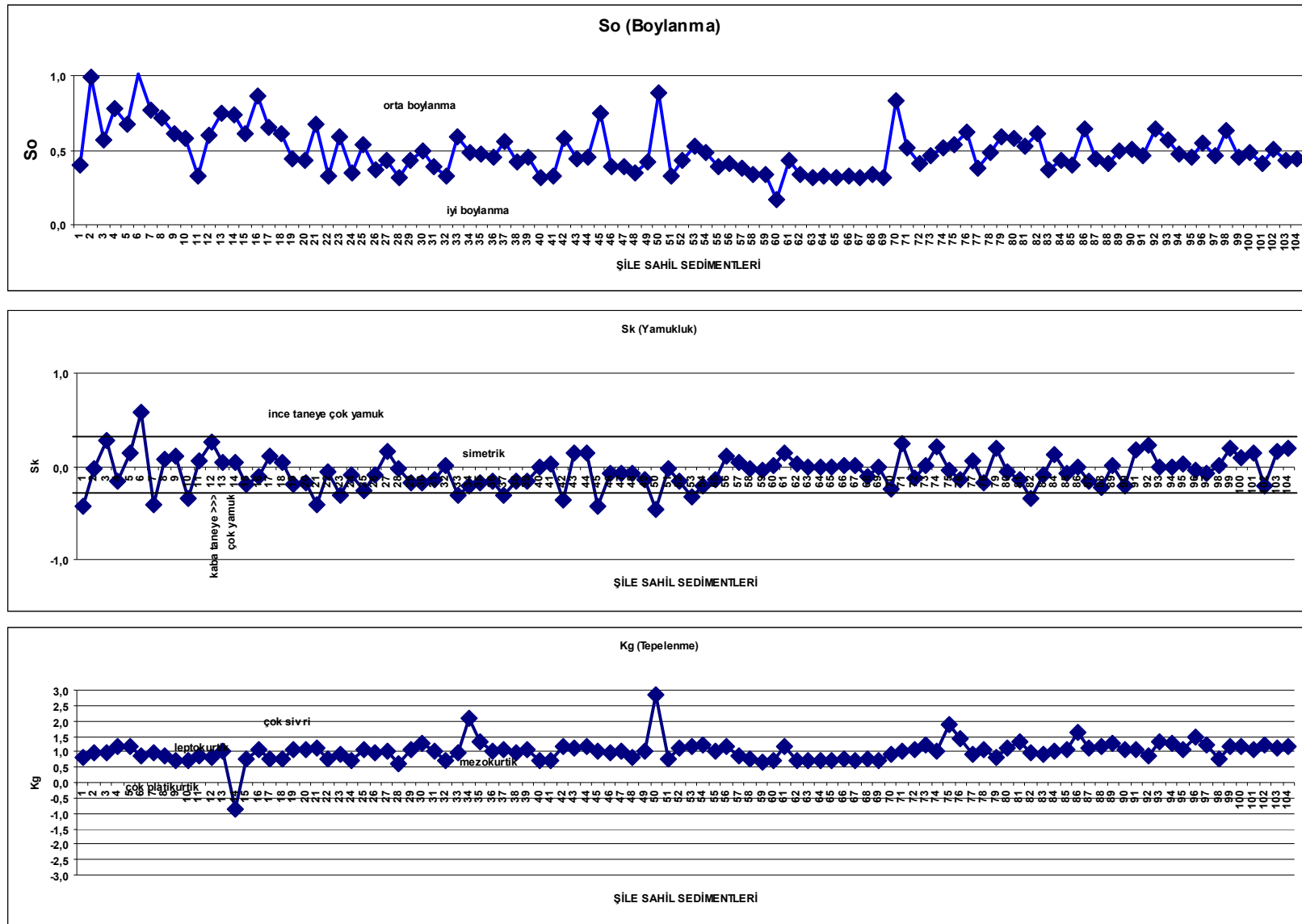
Boylanma-So değerleri 0,3-1,0 Φ arasında değişmekte ve genelde iyi boylanmaya işaret etmektedir (Şekil 11). Orta-kötü boylanmalar (0,8-1,0 Φ) Şile'nin ve Ağva'nın yer yer batı sahillerinde tesbit edilmiş olup (0,6 Φ), verilerin büyük bir kısmı 0,4-0,6 Φ (orta-iyi boylanma) arasında seyretmektedir.

Yamukluk-Sk değerleri $-0,46 / (+0,6) \Phi$ arasında seyrederken verilerin büyük bir kısmı $0,0/-0,1 \Phi$; simetriye yakın) arasına düşmektedir (Şekil 11). İnce ($0,3-0,1 \Phi$) ve kaba ($-0,1 / -0,3$) taneye yamuk sedimentlere çoğu yerlerde rastlanılmıştır.

Tepelenme ya da basıklık-Kg değerleri genelde $0,5-1 \Phi$ civarında olup, leptokurtik-mezokurtik türü tepelenme mevcuttur (Şekil 11).



Şekil 10. Plajlı Şile ve Ağva sahil sedimentlerinde tüm (üstte) ve ortalama (altta, Mz) tane boyu dağılımları.



Şekil 11. Plajlı Şile ve Ağva sahil sedimentlerinde boylanma, yamukluk ve tepelenme dağılımı.

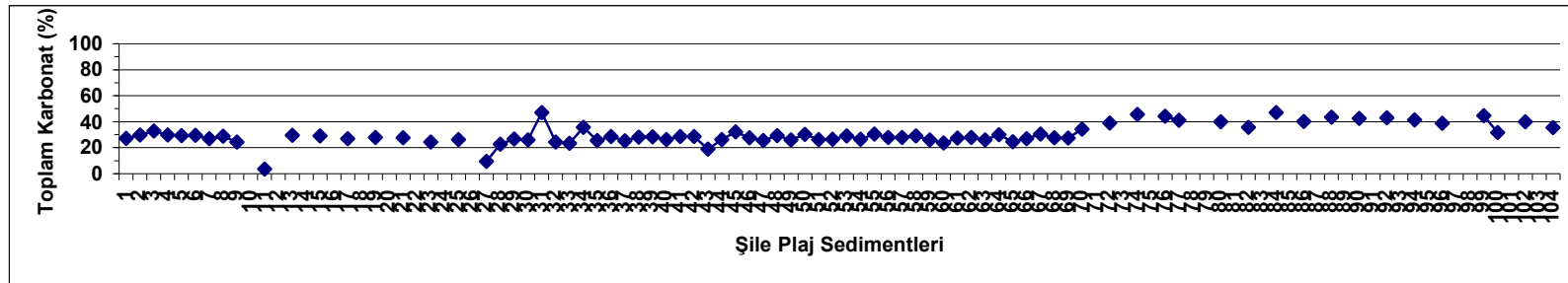
Genelde çalışma alanı sedimentlerin tane boyuna bağlı olarak 3 bölgeye ayrılabilir. Ağva'nın batısında kalan sahil plajları da çoğunlukla kaba taneli sedimentlerden oluşmaktadır (Bölge-I). Şile'nin batısında ve T.Y.Nehirleri ağzının doğusunda kalan ve Şile'ye doğru uzanan sahil plajları ince taneli (Bölge-II) ve T.Y.Nehirleri ağzının batısında kalan ve nisbeten kaba taneli sahil plajları (Bölge-III).

Tane boyu ve dağılımındaki bölgesel değişimlerin birden fazla kaynak ya da mekanizmadan karmaşık olarak türediği tahmin edilmektedir. Akarsu ağızlarının konumları Şile'de batıya, Ağva'da doğuya doğru dönmektedir ki, buradan da batı-kuzeybatı ve doğu-kuzeydoğu yönlü rüzgar ve dalgaların etkilerini ve dolayısı ile de kıyıboyu sediment hareketi gösterilebilir. Özellikle arka plajların genişliği de bölgesel farklılıklar sergilemektedir. Şile'de T.Y. Nehirleri ağızlarının doğusunda arka plaj oldukça geniş iken, batısında dardır. Dar plajlar dalga aşınma ve erozyon süreçlerini hızlandırırken, hem kıyı boyu hemde açık deniz taşınmasına neden olabilir. Değişen iklimsel-atmosferik koşullar ve dalga şiddeti de taşınma ve birikme süreçleri üzerine etki oluşturabilir. Bütün bu koşullar ve süreçler, mevcut literatürlerde (Frihy vd., 1990; Butt and Russell, 1999; Edwards, 2001; Ivamy and Kench, 2006; Miles et al., 2006; Masselink and Puleo, 2006)'de belirtildiği gibi morfolojik ve hidrodinamik değişimler farklı tane boyu ve miktarında sedimentasyona sebep olabilir.

Bu nedenle, Şile ve Ağva sahillerinde sedimentlerde tane boyu dağılımı çeşitli karasal-akarsu girdisi ve denizel dalga, akıntı süreçlerinin karmaşık ve bileşik faktörleri ile bağlıdır.

IV.2. Toplam Karbonat Dağılımı

Plajlı Şile ve Ağva sahil sedimentlerinin toplam karbonat miktarları %3-46 arasında değişmekte olup, değerlerin büyük bir kısmı % 30 civarında görülmektedir (Şekil 12). Ağva sahil sedimentlerinde genelde % 40 miktarlarında toplam karbonat bulunurken, bu oran Şile sahillerinde biraz daha düşüktür (% 30; Şekil 12).



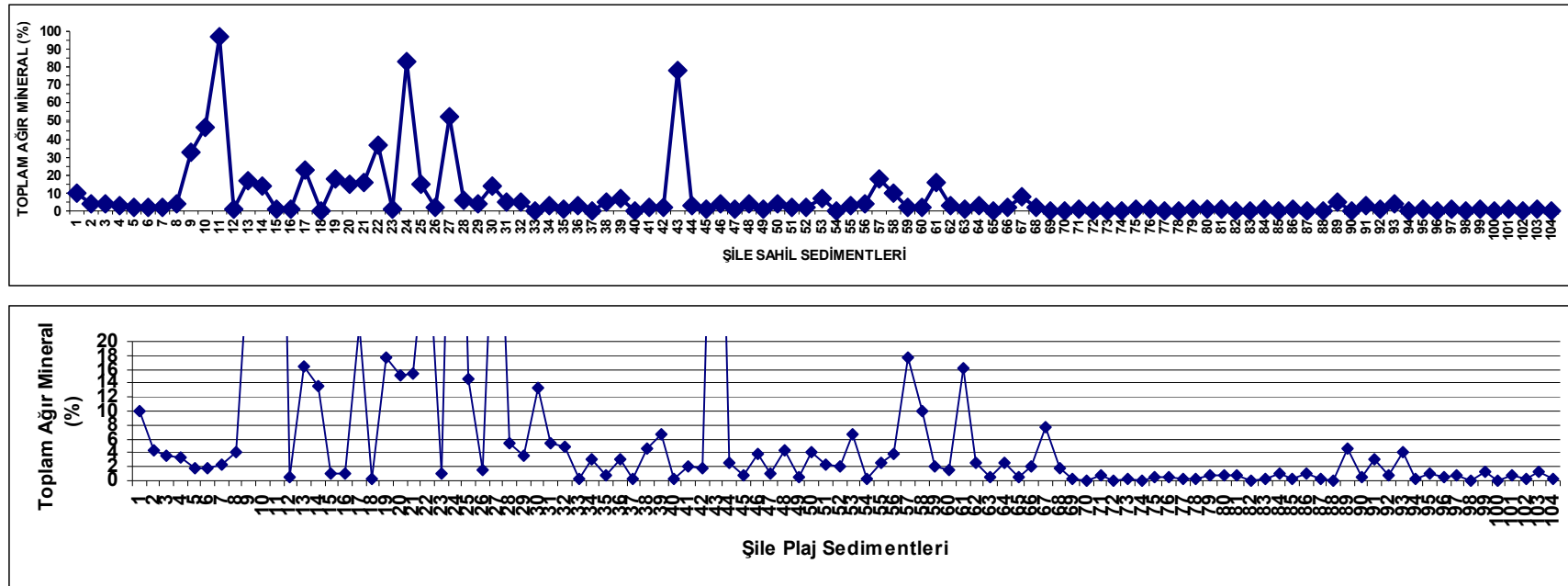
Şekil 12. Plajlı Şile ve Ağva sahilleri sedimentlerinde toplam karbonat dağılımı.

Karbonatlar litojenik ve biyojenik kökenli olup, nisbeten yüksek karbonat malzemeleri kıyıardı karbonat kayaçlarından gelmektedir (Şekil 2).

IV.3. Toplam Ağır Mineral Miktarları

Şile ve Ağva sahillerinin plaj sedimentlerinde tesbit edilen toplam ağır mineral (TAM) miktarları $<1-97$ arasında değişmekte ve değerler çoğunlukla $\% 2-4$ arasında seyretmektedir (Şekil 13). Yüksek TAM oranlarına Şile'nin batı sahillerinde ve genelde 3 bölgede rastlanılmaktadır; T.Y. Nehirleri ağızlarının batısında kalan 9 nolu istasyonda $\%32$, 10 nolu istasyonda $\%47$ ve 11 nolu istasyonda $\%97$ miktarlarında TAM bulunmaktadır (Şekil 13). Diğer yüksek TAM değerlerinin bulunduğu bölge 24 nolu ($\% 82$) ve 27 nolu ($\% 52$) istasyonlardır. 3. bölge 43 nolu istasyonun bulunduğu bölgedir ve burada TAM değeri $\% 78$ 'e çıkmaktadır. Ağva sahillerinde plaj sedimentleri $<1-4$ arasında TAM içermektedir.

Ağva sahillerini terijenik-litojenik malzeme ile besleyen akarsuların Üst Kretase yaşlı volkanik kayaçları (bazalt, spilit, andezit; Şekil 2) akaçlamasına rağmen, plajlarda ağır mineral birikimleri ya da süreçleri kaynak koşullar, fluvial ve kıyusal morfo-hidrodinamik faktörler bakımından oldukça yetersizdir. Buna karşın, Şile'nin batı sahillerinde bu durum daha farklı görünmektedir.



Şekil 13. Plajlı Şile ve Ağva sahil sedimentlerinde toplam ağır mineral miktarları.

IV.4. Ağır Mineral Türleri ve Dağılımları

Ağır mineral fraksiyonlarından yaptırılan ince kesitlerinde tanımlanan minerallerin başlıcalarını piroksen gr., amfibol gr., epidot gr., sfen, zirkon, granat gr., rutil, biyotit, klorit, glokofan ve disten gibi ağır mineraller ile opak mineraller oluşturmaktadır. Nokta sayma ile tespit edilen ağır mineraller ve yüzde oranları aşağıda tabloda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma alanında tespit edilen ağır mineral yüzdeleri.

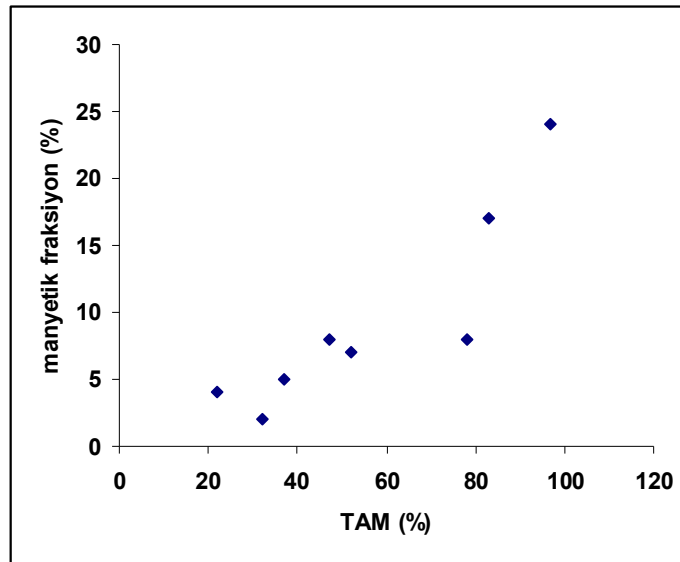
Örnek No	Opak Mineraller	Sfen	Zirkon	Rutil	Amfibol Gr.	Piroksen Gr.	Epidot Gr.	Biyotit	Klorit	Glokofan	Granat	Disten
10	50	2	2	4	6	20	10				6	
11	55	7	5	7	3	4	8				10	1
13	37	4	6		12	23	10		4		4	
14	41	13	6	4	4	13	11	2	2		4	
17	31	2	7	2	7	44	3				4	
19	35	3	3		7	42	3		2		5	
20	54	3	5		5	25	1			2	5	
21	32	5	9		4	36	4	1			9	
22	34	13	5	8	15	14			3		8	
25	50	5	2		14	14	10				5	
26	23	5	1	7	5	5	46				8	
27	46	8	10	1	6	15	5				9	
30	38	5	8	2	7	4	23	5			8	
43	43	4	2	1	8	15	16				7	4
55	44	3	10	3	3	34		3				
61	48	4	7	4	7	11		4	4	4	7	
63	43	10	19	3	6	10		3			6	

Genelde opak minerallerin miktarı bazı kesitlerde % 20-30 arasında iken ağır mineral fraksiyonunun yoğun olduğu kesitlerde ise % 40-55 arasında değişmekte olup, bu kesitlerdeki opak mineral tanımlaması yapılmamıştır. Opak olmayan minerallerin yüzdesi ise %70-80 ile % 50-60 arasında değişmektedir. Opak minerallerin manyetik fraksiyonu

TAM fraksiyonundaki oranı (çoğunlukla manyetit) %2 ile 24 arasında değişmektedir (Tablo 2). Sedimentlerin TAM oranları ile TAM içindeki manyetik mineral miktarı arasında kuvvetli ilişki görülmektedir (Şekil 14). Burada manyetik mineral fraksiyonu, sedimentin toplam ağır mineral oranı ile birlikte artmaktadır. (Şekil 14).

Tablo 2. Plajlı Şile sahil sedimentlerinin toplam ağır mineral (TAM) miktarları ve TAM içinde manyetik olan ve olmayan minerallerin toplam dağılımı (% ağırlık olarak)

Rapor Örnek No	TAM (%)	Manyetik fraksiyon (%)	Manyetik olmayan fraksiyon (%)
9	32	2	30
10	47	8	39
11	97	24	73
17	22	4	19
22	37	5	31
24	83	17	65
27	52	7	46
43	78	8	70



Şekil 14. Şile plajlı sahil sedimentlerinde toplam ağır mineral (TAM) miktarlarına karşı TAM içindeki manyetik mineral oranı.

Opak olmayan minerallerin çoğunluğunu mafik minerallerden piroksen gr., amfibol gr. ve epidot grubu oluşturmaktadır (Foto 1-3). Epidot grubu mineraller %1-%46 arasında olup, genellikle zoizit ve klinozoisit ile temsil edildikleri belirlenmiştir. Amfibol grubu mineraller ise hornbende, tremolit, aktinolit, glofan mineraleri ile temsil edilmekte olup, % 3- %12 arasında değişmektedir (Tablo 1). Piroksen grubu % 4-44 arasında tesbit edilirken, en bol olanı enstatit, ojit, egiriin ojit ve diyopsittir. Mika grubu mineralleri çoğunlukla biyotit (% 1-4) ve kloritten (% 2-4) oluşmaktadır. Metamorfik minerallerden disten, turmalin ile sfen, zirkon, granat grubu mineraller de % 1-19 arasında belirlenmiştir. Rutil mineraline de % 2 -7 arasında rastlanılmıştır.

Opak minerallerin ayrıntılı tanımlamaları cevher mikroskobu ve raman spektroskopisinde yapılamamıştır. Ancak kimyasal analiz sonuçları ve kısmi mikroskobik gözlemlere göre Fe ve Ti elementlerinin maksimum değerlerinin izlendiği örneklerdeki opak minerallerin çoğunlukla manyetit ve ilmenit olma olasılığı oldukça yüksektir.

Tek Nikol

Çift Nikol

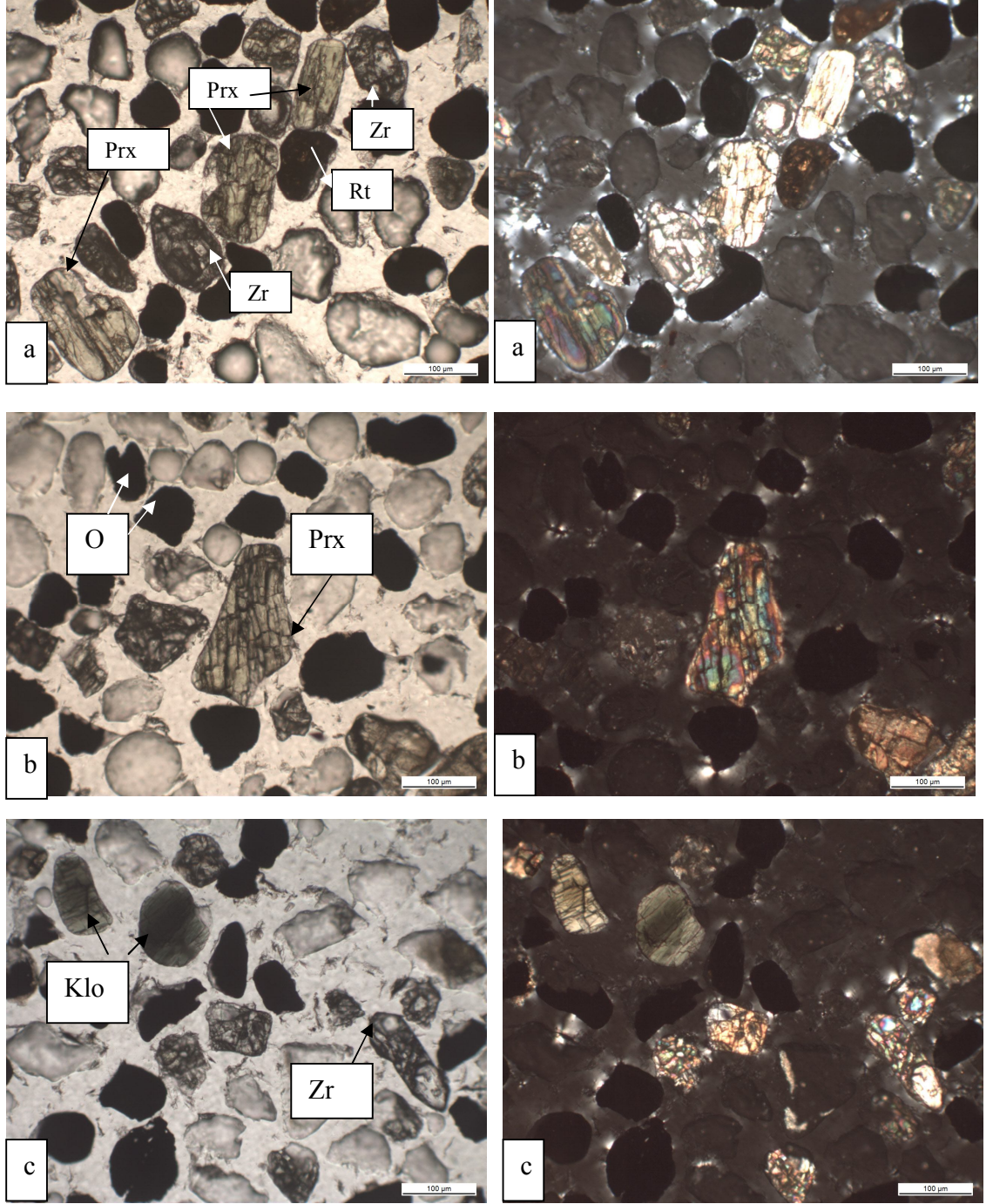


Foto 1. Şile sahillerinde plaj sedimanlarına ait ince kesitte ağır mineraller. a. Prx: Piroksen, Zr: Zirkon, Rt: Rutil; b. O: Opak Mineral, Prx: Piroksen; c.Klo: Klorit, Zr: Zirkon. Örnekler: a) Ş53B (14); b) Ş53B (14); c) Ş53B (14)

Tek Nikol

Çift Nikol

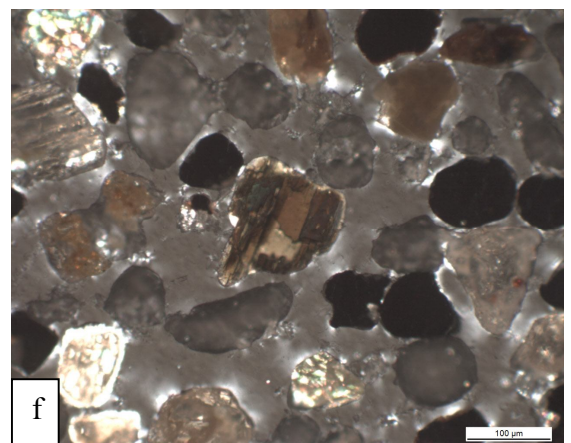
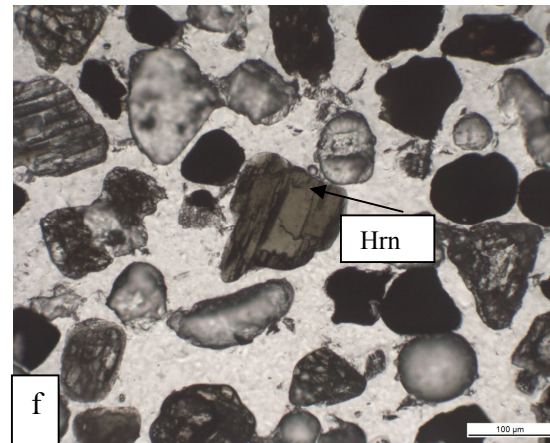
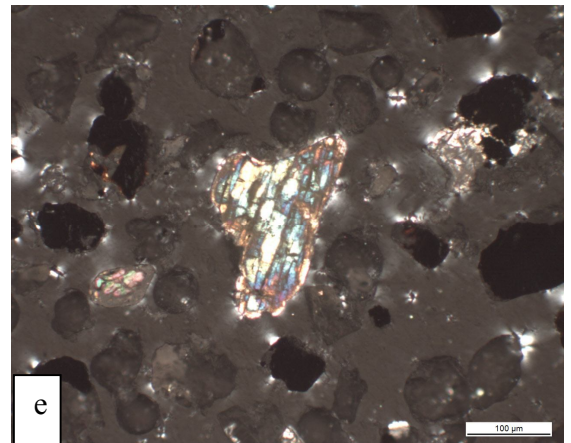
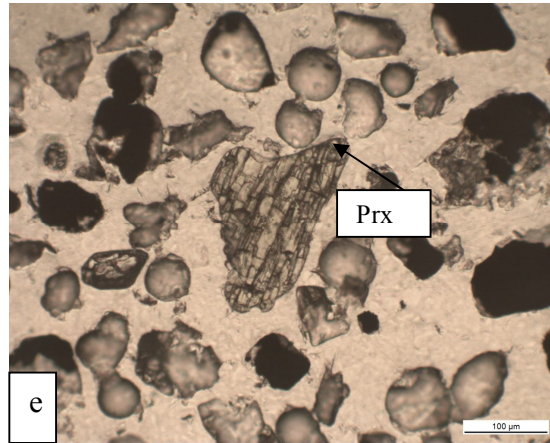
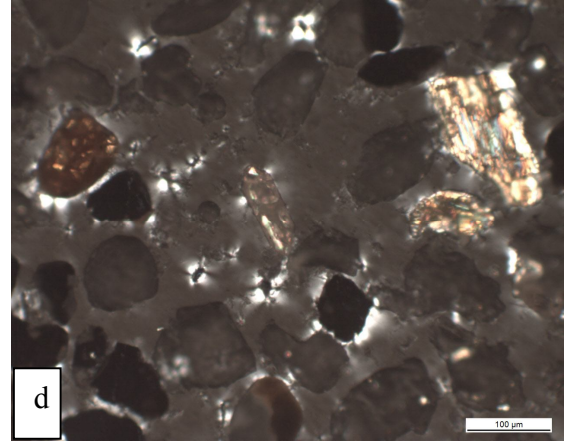
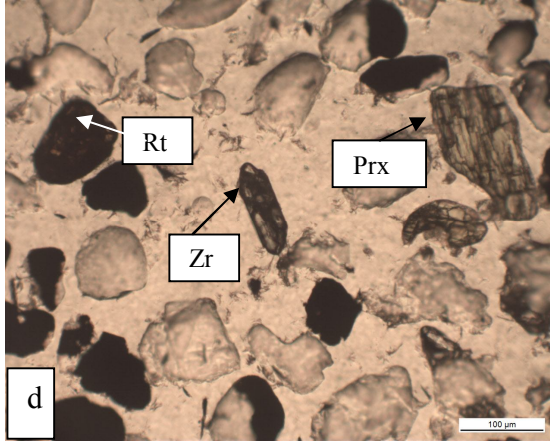


Foto 2. Şile sahillerinde plaj sedimanlarına ait ince kesitte ağır mineraller. d. Zr: Zirkon, Prx: Piroksen, Rt: Rutil; e. Prx: Piroksen; f. Hrn: Hornblende. Örnekler: d) Ş13AB (55); e) Ş53B (14); f) Ş53B (14).

Tek Nikol

Çift Nikol

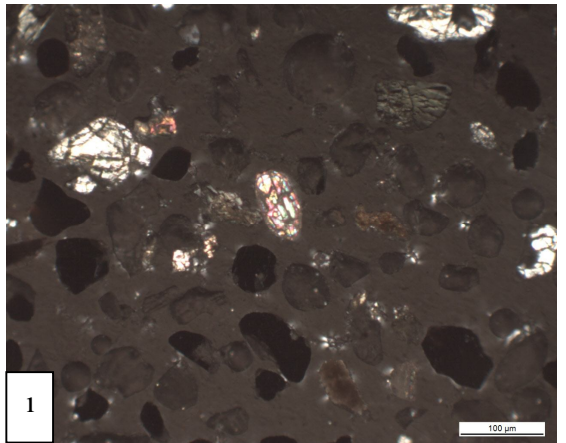
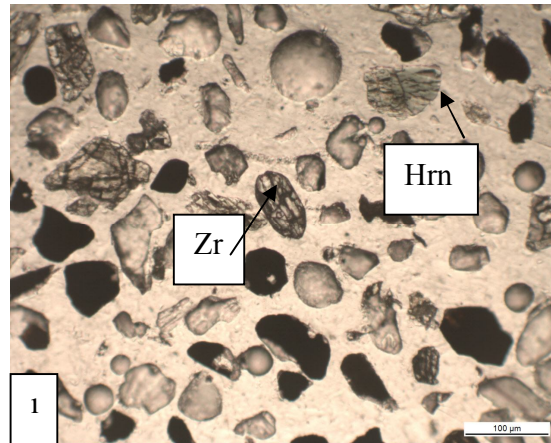
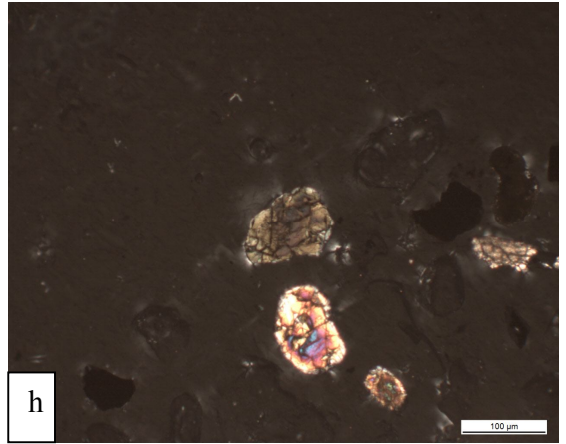
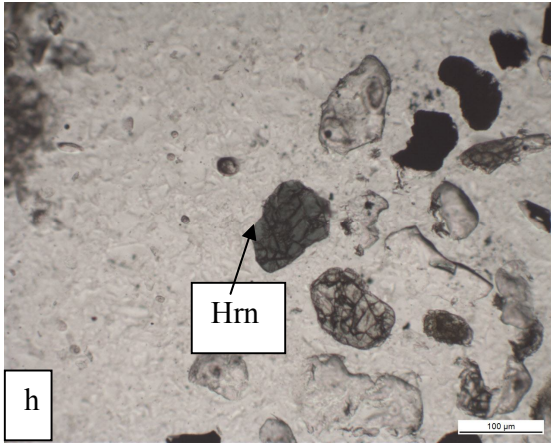
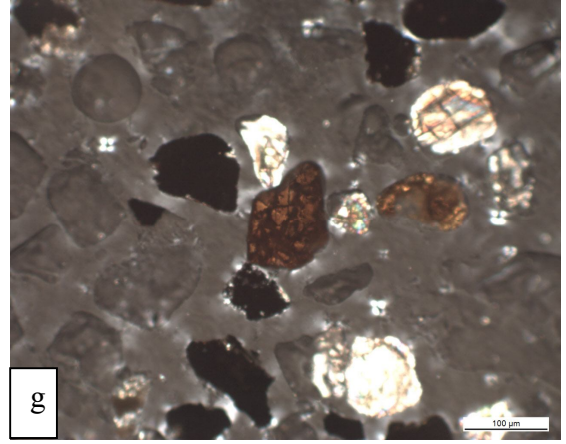
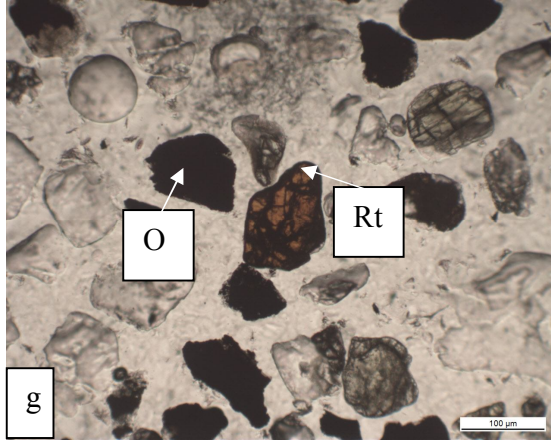


Foto 3. Şile sahillerinde plaj sedimanlarına ait ince kesitte ağır mineraller. g. O: Opak Mineral, Rt: Rutil; h. Hrn: Hornblende; ı. Hrn: Hornblende, Zr: Zirkon. Örnekler: g) Ş57B (10); h) Ş57B (10); ı) Ş13AB (55)

IV.5. Element Dağılımı

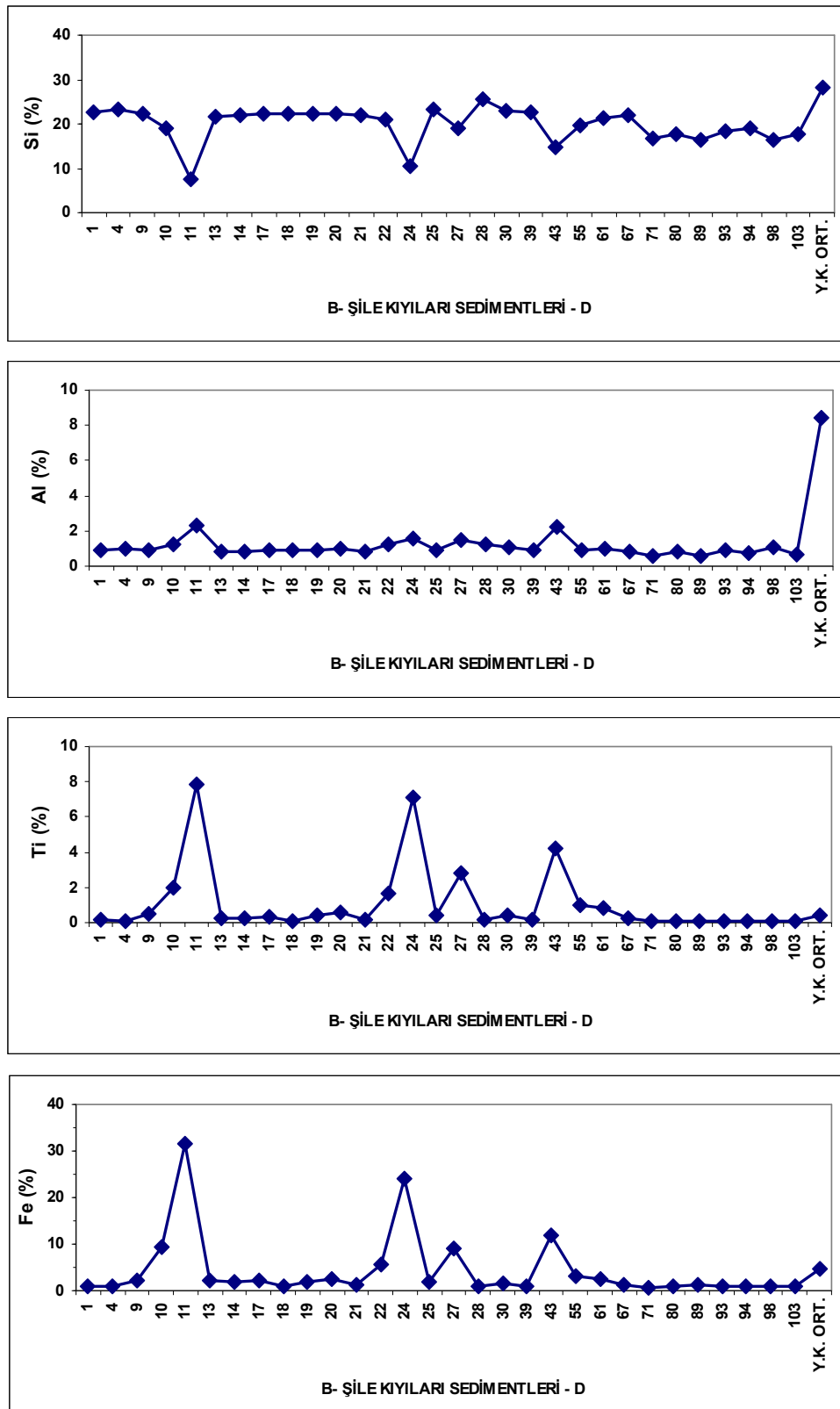
Şile ve Ağva plajlarının tüm sedimentlerinde tesbit edilen element miktarları ve dağılımları Şekil 15’de grafiksel olarak gösterilmektedir. Yerkabuğu ortalamasına (Y.K.ORT) göre, özellikle de Şile örneklerinde (istasyonlar 1-69) Ti, Fe, Mn, Ca, V, Co, Sn, Cr, Zr, Hf, Th ve U miktarları nisbeten yüksektir. Bu değerler Ağva örneklerinde (istasyonlar 70-104) daha düşüktür. Ni miktarları çoğunlukla yerkabuğu ortalamasına benzer iken, Si, Al, Mg, K ve P oranları ise Şile ve Ağva sedimentlerinde daha azdır (Şekil 15).

Sedimentlerde tesbit edilen kuvars, feldispat, mika gibi hafif minerallerin ve piroksen, amfibol, epidot ve granat grubu ağır minerallerin varlığı ve bolluğu Si, Al, Mg, K miktarlarına işaret etmektedir.

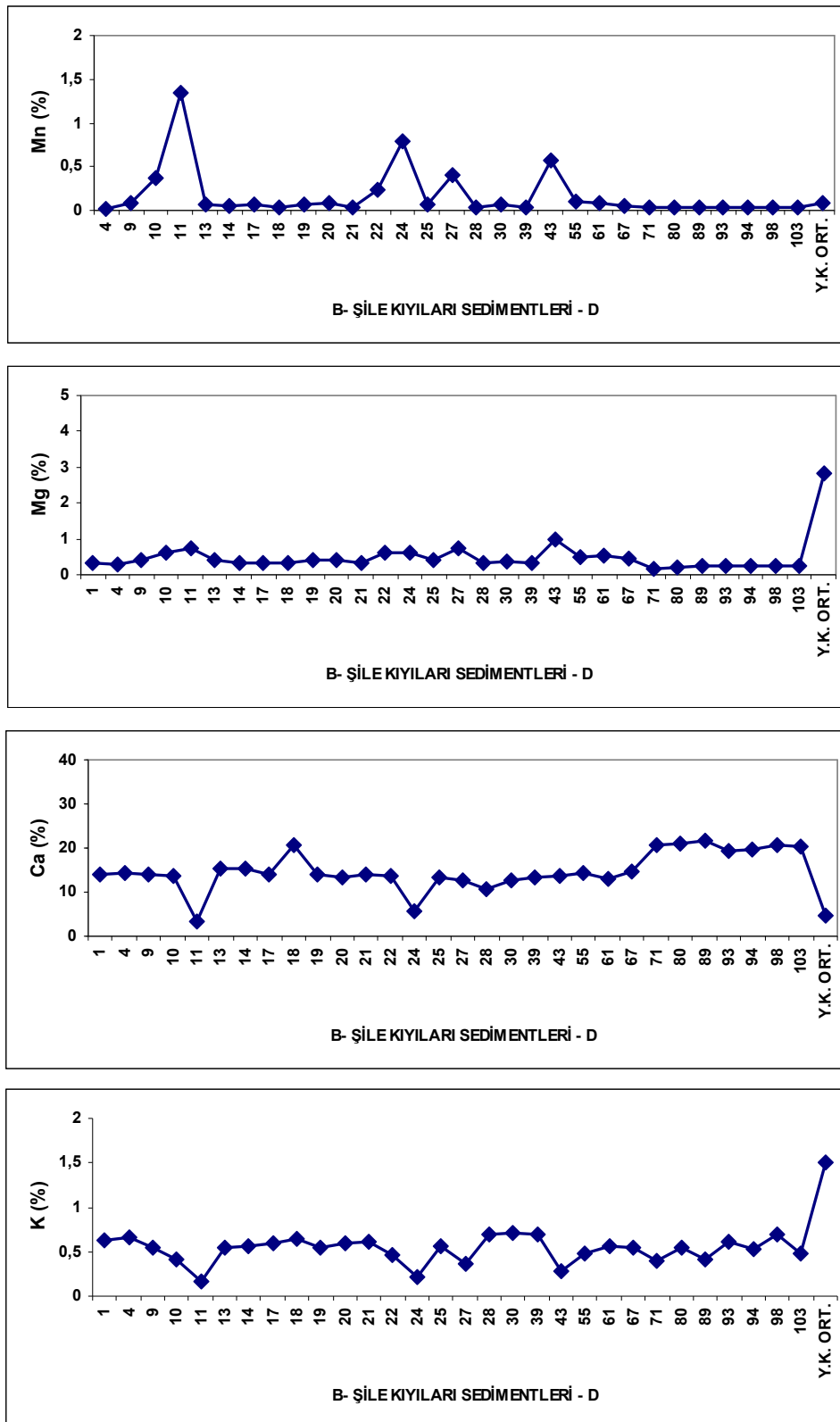
Şile ve Ağva sedimentlerinde tesbit edilen farklı miktarlardaki element değerleri, sedimentlerin toplam ağır mineral oranları ile bağlantılıdır. Örneğin, en yüksek Ti, Fe, Mn, V, Co, Sn, Cr, ve bazı Ni miktarları 10, 11, 24, 27 ve 43 nolu örneklerde bulunmuş olup, bu örneklerin TAM oranları oldukça yüksektir (Şekil 13).

Yüksek Ca miktarları ise, yüksek karbonat miktarlarını (Şekil 12) yansıtmaktadır. Tablo 3, Şile ve Ağva plaj sedimentlerinde ölçülen element miktarları arasındaki ilişkiyi katsayılar ile sergilemektedir. Bu tabloya göre, Si birçok ağır element ile olumsuz bağıntı göstermektedir. Burada kuvars ve diğer silikat minerallerinin silisyumu kendine bağladığına işaret etmektedir. Ti ile Fe, Mn, V, Co, Cr, Sn, Zr, Hf, Th, U miktarları çok kuvvetli ve uyumlu bağıntı göstermektedirler ki, bu elementlerin aynı kaynaktan gelmiş olabileceğini ya da sediment de aynı mineral bileşiminde bol bulunduğunu izah edebilir.

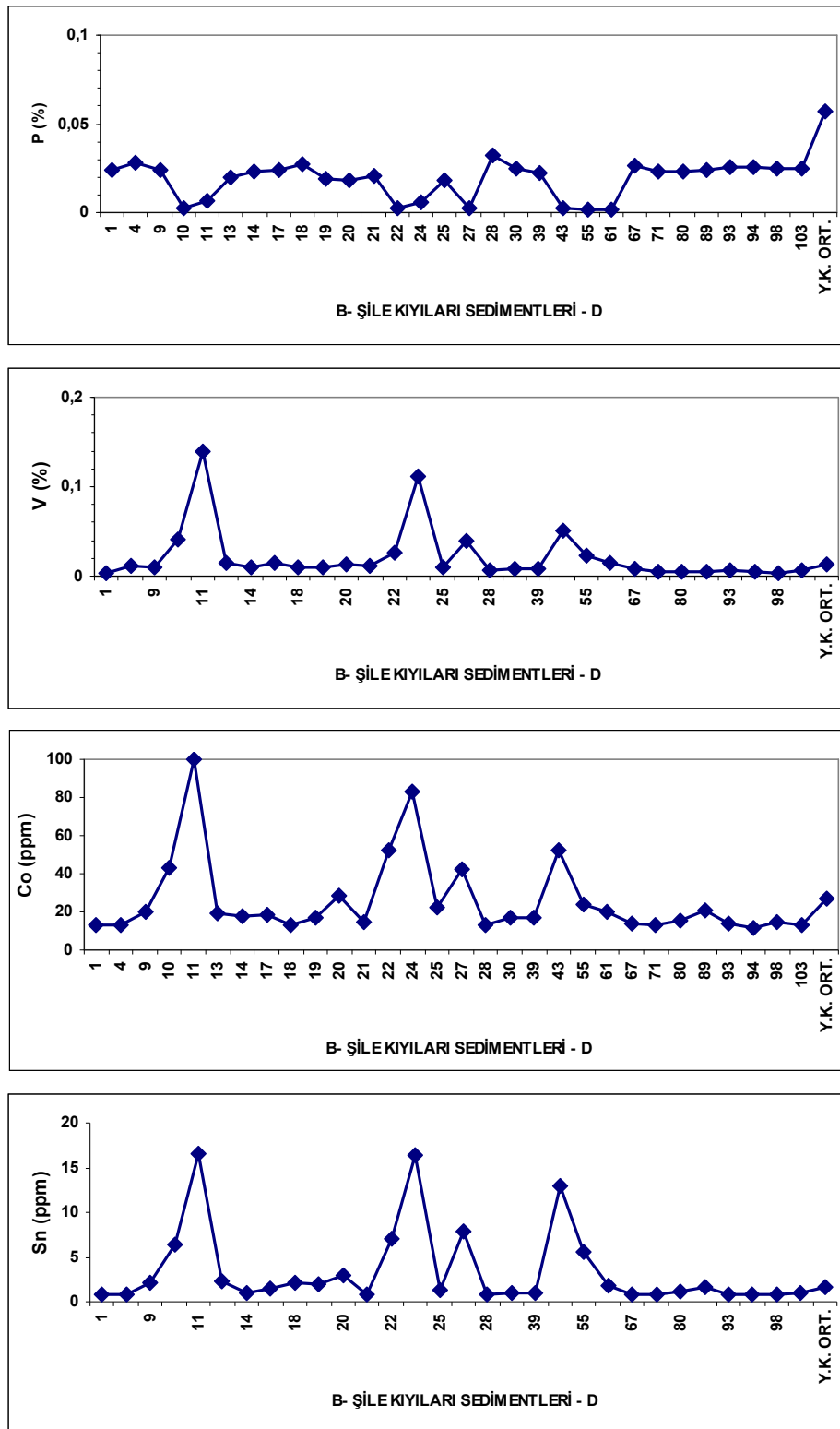
Tablolar ve fotoğraflarda sergilenen minerallerin kimyasal bileşimi bu çalışmada tesbit edilen element miktarları ile çoğunlukla uyum içindedir. Bu minerallerin ideal kimyasal formülleri haricinde çok sayıda ve miktarda element içerdikleri de bilinmektedir.



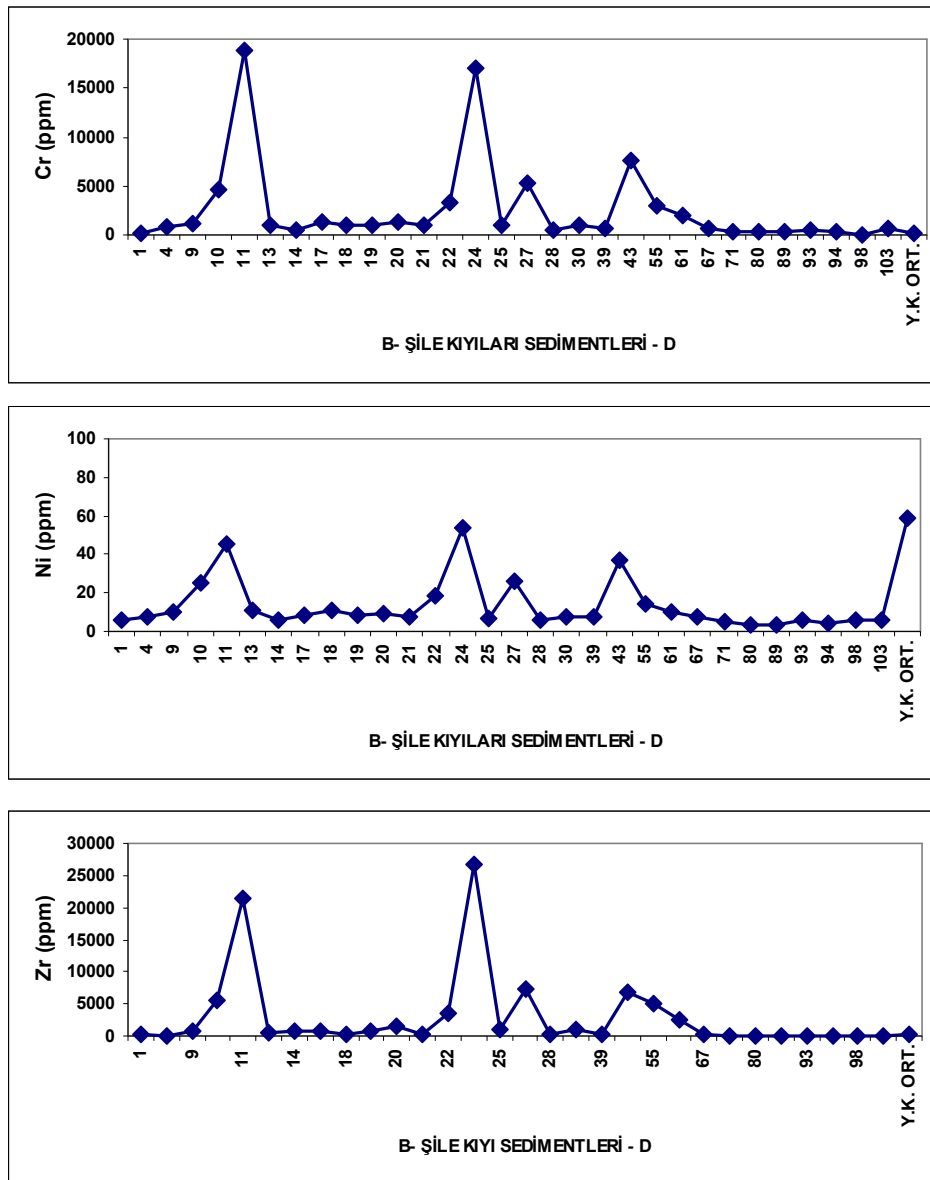
Şekil 15. Şile ve Ağva plajlarının tüm sediment örneklerinde element miktarlarının dağılımı.



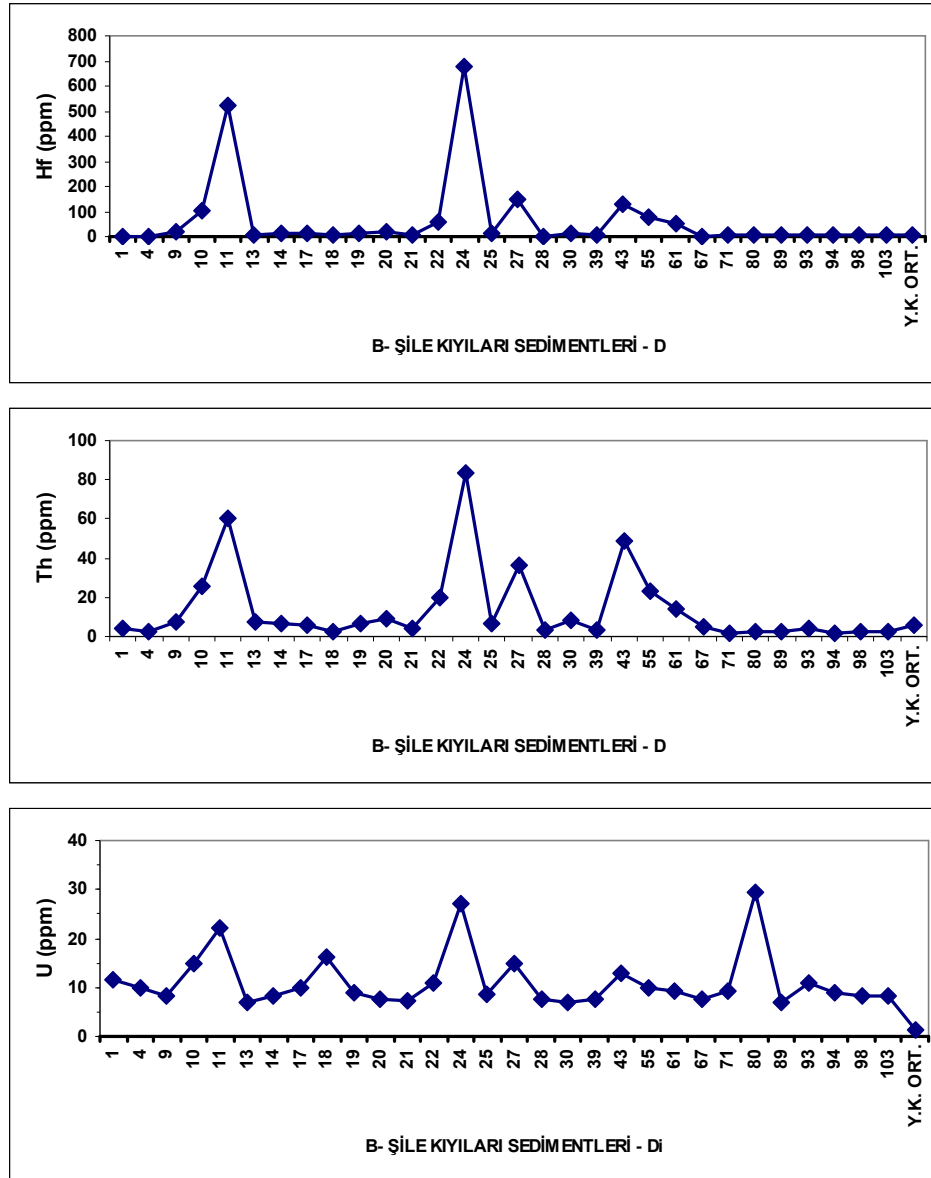
Şekil 15'in devamı.



Şekil 15'in devamı.



Şekil 15'in devamı.



Şekil 15'in devamı.

Tablo 3. Şile ve Ağva plaj sedimentlerinde elementlerarası ilişki katsayıları (olasılık % > 95). Uyumsuz ilişkiler negatif, uyumlu ilişkiler pozitif rakamlarla gösterilmiştir. Çok kuvvetli bağıntılar $r > 0,90$.

	Si (%)	Ti (%)	Al (%)	Fe (%)	Mn (%)	Mg (%)	Ca (%)	K (%)	P (%)	V (%)	Co	Cr	Ni	Sn	Zr	Hf	Th	U
Si (%)	1,00																	
Ti (%)	-0,74	1,00																
Al (%)	0,22	0,19	1,00															
Fe (%)	-0,72	0,99	0,25	1,00														
Mn (%)	-0,75	0,98	0,19	0,99	1,00													
Mg (%)	0,21	0,24	0,98	0,28	0,24	1,00												
Ca (%)	0,01	-0,63	-0,57	-0,67	-0,62	-0,61	1,00											
K (%)	0,76	-0,55	0,66	-0,48	-0,54	0,57	-0,11	1,00										
P (%)	0,54	-0,55	0,42	-0,48	-0,52	0,28	0,11	0,79	1,00									
V (%)	-0,73	0,98	0,19	1,00	0,98	0,23	-0,65	-0,52	-0,51	1,00								
Co	-0,69	0,97	0,24	0,97	0,96	0,30	-0,65	-0,50	-0,56	0,96	1,00							
Cr	-0,76	0,99	0,13	0,99	0,97	0,18	-0,62	-0,57	-0,54	0,99	0,96	1,00						
Ni	-0,34	0,77	0,74	0,79	0,73	0,78	-0,76	0,03	-0,15	0,76	0,79	0,73	1,00					
Sn	-0,72	0,98	0,18	0,94	0,94	0,25	-0,58	-0,57	-0,63	0,94	0,96	0,95	0,77	1,00				
Zr	-0,73	0,96	0,12	0,95	0,91	0,17	-0,62	-0,54	-0,53	0,97	0,93	0,98	0,73	0,93	1,00			
Hf	-0,73	0,95	0,12	0,94	0,89	0,16	-0,61	-0,52	-0,47	0,95	0,90	0,97	0,72	0,90	1,00	1,00		
Th	-0,69	0,97	0,16	0,92	0,90	0,24	-0,61	-0,56	-0,63	0,93	0,92	0,95	0,77	0,97	0,96	0,94	1,00	
U	-0,65	0,62	-0,17	0,60	0,59	-0,17	-0,10	-0,55	-0,45	0,62	0,57	0,64	0,31	0,61	0,66	0,66	0,61	1,00

V. Sonuç ve Öneriler

İstanbul Boğazı'nın doğusunda ve Karadeniz'e kıyı teşkil eden plajlı Şile ve Ağva sahil sedimentlerinde olası titanyum rezervlerine konu teşkil edebilecek titanyum ağır mineral plaserlerini ve kontrol eden karasal ve denizel süreçleri araştırmak amacı hazırlanan ve uygulanan bu öğrenci odaklı bilimsel araştırma projesinde elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda sunulmaktadır.

-Sedimentler çoğunlukla orta kum ve ince kum boyu tanelerden oluşmakta ve tane boyu dağılımına göre çalışma alanı 3 alt bölgeye ayrılabilir. Orta kumca zengin Ağva'nın batı sahilleri (Ağva ve Göksu Nehirleri ağzının batısındaki I. Bölge); ince kumca zengin Türknil-Yeniköy Nehirleri ağzına kadar uzanan Şile'nin batı sahilleri (II. Bölge); ve Türknil-Yeniköy nehirleri ağzından batıya doğru uzanan sahiller (III. Bölge). Genelde orta-iyi derecede boylanmanın hakim olduğu sahillerde yer yer kıyı boyu taşınmanın dalga ve akıntılar haricinde diğer etkenlere de bağlı olabileceğini gösterir değişimlere rastlanmaktadır. Tane boyu dağılımının orta ve ince kum gibi yakın ve dar bir aralıkta seyretmesi, yamukluk ve tepelenme gibi faktörlerin fazla değişmediğinin göstergesidir. Farklı dalga ve akıntı şiddet ve yönlerine bağlı hidrodinamik etkenler, değişen plaj ya da kıyı profilleri morfolojisi, akarsu-fluvyal rejim ve kısmende kaynak koşulları ve antropojenik etkileşim, birlikte sediment tane boyunu kontrol etmektedir. Sedimentlerde bulunan ortalama %30 karbonat miktarları hem terijelik kırıntılı hem de biyojenik organizma kavkılarından oluşmaktadır.

-Şile ve Ağva sahillerinin plaj sedimentlerinde tesbit edilen toplam ağır mineral (TAM) miktarları çoğunlukla % 1-4 arasında seyretmekte, fakat Şile'nin T.Y. Nehirleri ağızlarının batısında kalan III. Bölgede miktarlar %97'ye kadar ulaşmaktadır. Buna karşın Ağva sahillerinde plaj sedimentlerinin TAM oranları oldukça düşüktür. Yüksek TAM miktarları kaynak kayaların kıyıda yüzeylenmesi ve deniz dalga ve akıntıları ile ayrışmanın daha

yoğun olmasına bağlı gibi görünmektedir. TAM içeriği çoğunlukla piroksen, amfibol, epidot ve granat grubu mineraller ile sfen, zirkon, rutil, biyotit, klorit, glokofan ve disten gibi ağır mineraller ve opak minerallerden oluşmaktadır. Manyetit, ilmenit ve çok az da kromit diğer opak minerallerdendir.

-Şile ve Ağva plajlarının sedimentleri çoğunlukla yerkabuğu ortalamasına benzer seviyede element miktarları içermesine karşın, bazı Şile sedimentlerinde ve özellikle de TAM oranları fazla olan örneklerde Ti, Fe, Mn, Ca, V, Co, Sn, Cr, Zr, Hf, Th ve U miktarları nisbeten yüksektir. Piroksen, amfibol, epidot ve granat grubu opak olmayan ağır mineraller ile manyetit, ilmenit ve kromit gibi opak minerallerin varlığı yüksek element miktarlarına işaret etmektedir. Ti, Fe, Mn, V, Co, Cr, Sn, Zr, Hf, Th ve U miktarları arasındaki çok kuvvetli-kuvvetli ve uyumlu bağıntı bu elementlerin aynı kaynaktan ya da aynı mineralden türemiş olabileceğini göstermektedir.

-Hernekadar, Şile sahillerinde ekonomik düzeyde Ti-plaseri oluşturabilecek yerler bulunmasına rağmen, yüksek Ti miktarlarının sadece 6 örnek ile sınırlı kalması tüm plajda Ti üretiminin bugünkü koşullarda uygun ya da yeterli olamayacağını göstermektedir. Gelecekte, Şile'nin III. Bölgesinde daha sık sediment örneği alarak daha fazla kimyasal analiz yapılması ve Ti içeren minerallerin kazanılması için çevre ve turizme zarar vermeyen ekonomik teknoloji üretilmesi önerilebilir.

VI. Kaynaklar

- Abuodha, J.O.Z., 2003. Grain size distribution and composition of modern dune and beach sediments, Malindi Bay coast, Kenya. *J. African Earth Sciences*, 36, 41-54.
- Abuodha, Pamela A., Woodroffe, Colin D., 2006. International assessments of the vulnerability of the coastal zone to climate change, including an Australian perspective. Technical Report. Australian Government.
- Abuodha, J.O.Z., Hayome, P.O., 2006. Protracted Environmental Issues on a Proposed Titanium Minerals Development in Kenya's South Coast, *Marine Georesources and Geotechnology*, 24:63-75.
- Alçıçek,H., 2005. Gelibolu ve Biga Yarımadası Sahil Kumlarının Mineralojik İncelemesi. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, TURQUA-V, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 2-5 Haziran 2005, 245-250.
- Akartuna,M., 1963. Şile Şariyajının İstanbul Boğazı Kuzey Yakalarında Devamı.
- Amcaoğlu, O., 1983. İğneada-Begendik Plaj Kumları Hakkında Rapor, M.T.A. Trakya Bölge Mad. Rap. No. 243.
- Andaç, M., Mücke, A., 1976. Die paragenesis der Schwermineralseifen südlich von Troja (West Türkei). *Bull.Min.Res.Explor.Inst.Turkey*, 85;15-152.
- Anfuso, G., Ahab, M., Coltrane, G., Lopez-Ague, F., 1999. Utility of heavy minerals distribution and granulometric analyses in the study of coastal dynamics: Application to the littoral between Sanlucar de Barrameda and Rota (Cadiz, southwest Iberian Peninsula). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr*, 15 (1-4), 243-250.
- Angusamy, N., 2006. Placer deposits of southern Tamil Nadu Coast, India. *Marine Georesources and Geotechnology*, 24, 77-102.
- Aslantaş, G. 1991. Kırıkköy (Kırklareli) ve Batısının Jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Aykol, A., Gültekin, A.H., 1992. Plaser Yatakları. İTÜ Vakfı Yayınları, 35, 166s., İstanbul.

- Bağcı, U., Parlak,O., Höck,V., 2006. Geochemical character and tectonic environment of ultramafic to mafic cumulate rocks from the Tekirova (Antalya) ophiolite (southern Turkey). *Geological Journal*, 41, 193-219.
- Bal, H. Y., 2000. Türkiye’ nin Kıyı Çizgisi Değişimleri ile Bunların Çevre ve Mühendislikteki Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,190 s.
- Balcı, A., 2001. Kırklareli İli’ nin Coğrafi Etüdü. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Bayhan,E., Ergin,M., Temel,A., Keskin,S., 2001. Sedimentology and mineralogy of surficial bottom deposits from the Aegean-Çanakkale-Marmara transition (Eastern Mediterranean): effects of marine and terrestrial factors. *Marine Geology*, 175, 297-315.
- Baykal, R., 1943, *Geologie de la Region de Şile Kocaeli (Bithynie), Anatolie*, Istanbul Univ. Fen Fak. Monog. No: 3, İstanbul.
- Baykal, A.F., Kaya, O., 1966, İstanbul Boğazı kuzey kesiminin jeolojisi, T.J.K. Bülteni, S. 44, s. 31-43.
- Baykal, F., Önalın, M., 1979, Şile Sedimanter karışığı (Şile olistostromu). Türkiye Jeoloji Kurumu – İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri, Altınlı Sempozyumu, 6 -7 Mart, İstanbul, 15 - 24.
- Berquist, C.R., Fishler, Jr., C.T., Calliari, L.J., Dydak, S.M., Ozalpaslan, H., Skrabal, S.A., 1990. Heavy-mineral concentrations in sediments of the inner continental shelf. in: Berquist, Jr., C.R. (ed.), *Heavy-mineral studies-Virginia Inner Continental Shelf*, Virginia Div. Min. Res. Publ., 103, 31-94.
- Boggs, S. Jr., 1995. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, Prentice Hall, 774 s.New Jersey.
- Bolat,B., Gürpınar,O., Yalçın,M.N., 2005. İstanbul Ömerli’deki Alüvyal Zeminin Jeoteknik Özellikleri. *İstanbulÜniv.Müh.Fak.Yerbilimleri Dergisi*,C.18, S.1, SS 95-111.
- Bridge, J.S., 2003. *Rivers and Floodplains-Forms, Processes, and Sedimentary Record*. Blackwell, Cornwall, 491 p.
- Brückner, H., Müllenhoff,M., Gehrels,R., Herda,A., Knipping,M., Vött,A., 2006. From archipelago to floodplain-geographical and ecological changes in Miletus and its environs

- during the past six millennia (Western Anatolia, Turkey). *Z. Geomorph.N.F., Suppl.-Vol.* 142, 63-83.
- Bryan,K.R., Robinson,A., Briggs,R.M., 2007. Spatial and temporal variability of titanomagnetite placer deposits on a predominantly black sand beach. *Marine Geology*, 236, 45-59.
- Butt, T., Russell, P., 1999. Suspended sediment transport mechanisms in high energy swash. *Marine Geol.*, 161, 361-375.
- Chaudry, M.A., Memon, M.Q., Danish, M., 2002. Heavy minerals concentration along the Balucistan Coast, Pakistan from Gadani to Phornala. *Mar. Georesources and Geotechnology*, 20, 73-83.,
- Cipriani, L. E., Pelliccia, F., Pranzini, E., 1999. Beach Nourishment With Nearshore Sediments in a Highly Protected Coast.In: Özhan,E (Ed.). *MEDCOAST 99*, Antalya, 9-13 Nov. 1999, Turkey, 1579-1590.
- Clark, A., Li,C., 1993. Marine mineral resources of the south China Sea. *Marine Georesources and Geotechnology*, 11; 101-126.
- Collins, A.S., Robertson,A.H.F.,1998. Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrust-sheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey. *Journ. Geol. Soc., London*, 155, 759-772.
- Cook, P.J., Fannin, N.G.T., Hull, J.H., 1992. The Physical Exploitation of Shallow Seas. in: *Use and Misuse of the Seafloor* (eds., Hsü, K.J., Thiede, J.), John Wiley & Sons, 157-180.
- Çapan, U., 1980. Toros Kuşağı ofiyolit masiflerinin iç yapıları, petroloji ve petrokimyalarına yaklaşımlar. Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Doktora Tezi, Ankara, 400 s.
- Çelik, Ö.F., Chiaradia,M., 2007. Geochemical and petrological aspects of dyke intrusions in the Lycian ophiolites (SW Turkey): a case study for the dyke emplacement along the Tauride Belt Ophiolites. *Int. J. Earth Sci.*, DOI 10.1007/s00531-007-0204-0
- Çelik, Ö.F., Delaloye, M.F., 2003. Origin of metamorphic soles and their post-kinematic mafic dyke swarms in the Antalya and Lycian ophiolites, SW Turkey. *Geological Journal*, 38, 235-256.

- Çelik, Ö.F., Delaloye,M., Feraud,G., 2006. Precise ^{40}Ar - ^{39}Ar ages from the metamorphic sole rocks of the Tauride Belt Ophiolites, southern Turkey: implications for the rapid cooling history. *Geol.Mag.* 143 (2), 213-227.
- Çengel, Ş., 1999. İğneada (Kırklareli) Yöresi Plaserlerinin Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul
- Çopuroğlu, İ., 1994. Mineralogic-petrographical and genesis investigations of the galenite-baryte deposits of the Karalar-Gazipaşa (Antalya). *MTA Bulletin*, 116, 29-36, (in Turkish).
- Davis, R. A. Jr., Fitzgerald, D. M., 2004. *Beaches and Coasts*. Blackwell, Oxford 419s.
- Dickson, T., 1986. Turkey's Minerals. *Industrial Minerals*, 227;18-27.
- Dill, H.G., 1998. A review of heavy minerals in clastic sediments with case studies from the alluvial-fan through the nearshore-marine environments. *Earth Sci. Rev.* 45, 103-132.
- DPT Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu:Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri Çalışma Grubu Raporu. (2001). DPT 2618, ÖİK 629, Ankara
- DSİ, (General Directorate of State Hydraulic Works), 1978. Finike-Kumluca Plain Hydrogeological Investigation Report, Ankara, 37 p. (in Turkish).
- DSİ, (General Directorate of State Hydraulic Works), 1987. Su Kalitesi Gözlem Yıllığı (1983-1984), DSİ Publications, Ankara, 511 p.
- Edwards, A. C., 2001. Grain Size and Sorting in Modern Beach Sands. *J. Coastal Research*, 17, 1; 38-52.
- EİE, (Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü), 1993. Sediment data and sediment transport amount for surface waters in Turkey. EİE Publications, Ankara, No.93-59, 615 p.
- EİE, (Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü), 1995. 1991 Water year discharges. EİE Publications, Ankara, No. 95-5, 305 p.
- EİE, (Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü), 2000. Türkiye Akarsularında Süspanse Sediment Gözlemleri ve Sediment Taşınım Miktarları. EİE, Ankara, Yayın: 20-17, 617 s.
- Egeran, N., Kleinsorge, H., 1940. İstanbul Vilâyetinde, Karadeniz Sahilinde, Şile Civarında Bulunan Sahil Placer'inin Teşekkül ve Terkibine Mütâallik Not.

- Ercan,T., Türkecan,A., Guillou, H., Satır,M., Sevin,D., Şaroğlu,F., 1998. Marmara Denizi Çevresindeki Tersiyer Volkanizmasının Özellikleri. MTA Dergisi 120, 199-221.
- Ergin, M., Doğan, U., Keskin, Ş., Doğruel, Z., Özbay, S., Duymaz, Ç., Yıldırım, Y., Albayrak, H., Aydoğdu, N., Argun, Ö., Saraçoğlu, B., 2000. Sedimentological and geomorphological studies at beach coasts of the Gulf of Antalya. 1st National Marine Sciences Conference, 30 May- 2 June 2000, METU, Ankara, 283-284 (in Turkish).
- Ergin, M., Keskin, Ş., Doğan, U., 2002. High Magnetite Concentrations in Turkish Beach Sediments. in: Beach Management in the Mediterranean & the Black Sea. Proc. International MEDCOAST Workshop on Beaches of the Mediterranean & Black Sea (E. Özhan, ed.), 24-27 October 2002, Kuşadası, Turkey, 145-153.
- Ergin, M., Okyar, M., Ediger, V., Keskin, Ş., Tezcan, D., Salihoğlu, İ., 2004. Late Quaternary geology of the continental shelf of the Gulf of Antalya: Sedimentological, mineralogical, geochemical, and seismic investigations. Final Report of TÜBİTAK (Turkish Scientific and Technical Research Council, Proj. No. 199Y074), Ankara, 132 p. (in Turkish).
- Ergin, M., Keskin,Ş., Dogan,A.U., Kadioğlu,Y.K., Karakaş, Z., 2007a. Grain size and heavy mineral distribution as related to hinterland and environmental conditions for modern beach sediments from the Gulf of Antalya and Finike, eastern Mediterranean. Marine Geology, 240, 185-196.
- Ergin, M., Karakaş,Z., Sözeri,K., Özdoğan,S., 2007b. Grain size distribution and related depositional conditions of sediments along the modern Patara (Eşen Delta) Beach, SW-Turkey (Eastern Mediterranean Sea). MEDCOAST 07 International Conference, November 13-17, 2007 Alexandria, Egypt.
- Ergin,M., Karakaş,Z., Sözeri,K., Kadioğlu,Y.K., 2008. Geochemical and mineralogical characteristics of the modern Patara Beach sediments (eastern Mediterranean, Turkey). 33rd International Geological Congress, Oslo, Norway.
- Ergin,M., Yiğit-Faridfathi,F., 2008. Late Quaternary sedimentation in the tectonically active Tekirdağ Basin, western Marmara Sea, Turkey. 33rd International Geological Congress, Oslo, Norway.
- Ergin,M., Özdoğan,S., Karakaş,Z., Sözeri,K., 2008. Changes in sediment composition of the modern Demre Beaches (southwestern Turkey) in relation to various terrestrial and

- marine conditions. IGCP 521-INQUA 501 4th Plenary Meeting and Field Trip, Bucharest (Romania) Varna (Bulgaria).
- Erkal, T., 2005. Kıyı Kumullarında Titan Aramaları: Karasu (Sakarya) Örneği. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, TURQUA-V, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 66-70.
- Ertek, T.A. 1961. Sahilköy-Şile Arasındaki Kıyılarda Genç Tektonik Hareketler ve Yalıtışı oluşumu. İ.T.Ü.Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü.
- Esenli,F., Uz, B., Kumbasar,I. 1997. Şile Bölgesi (İstanbul) Üst Kretase Volkaniklerinde Mordenit Türü Zeolit Oluşumu. Türkiye Jeoloji Bülteni, C.40,S:1,49-56.
- ESIPP MINES REPORT, 2006. EU SADC Investment Promotion Programme.
- Folk, R.L., 1980. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill, Austin, Texas, 182 p.
- Frihy, O. E., Lotfy, M. F. and Komar, P. D., 1995. Spatial variations in heavy minerals and patterns of sediment sorting along the Nile Delta, Egypt. Sed. Geol., 97; 33-41.
- Frihy, O.E., Dewidar, K.M., 2003. Patterns of erosion/sedimentation, heavy mineral concentration and grain size to interpret boundaries of littoral sub-cells of the Nile Delta, Egypt. Mar. Geol.,199, 27-43.
- Gedik, İ., Pehlivan, Ş., Timur, E., Duru, M., Altun, İ., Akbaş, B., Özcan, İ., Alan, İ., 2004. Kocaeli Yarımadasının Jeolojisi. MTA Raporu. Ankara.
- Gent, M.R., Alvarez, M.N., Iglesias, J.M.G, Alvarez, J.T., 2005. Offshore occurrences of heavy-mineral placers, Northwest Galicia, Spain. Mar. Georesources and Geotechnology, 23, 39-59.
- Grigsby, J.D., 1992. Chemical fingerprinting in detrital ilmenite: A viable alternative in provenance research. J. Sed. Petrology, 62(2), 331-337.
- Grosz, A.E., 1987. Nature and distribution of potential heavy-mineral resources offshore of the Atlantic coast of the United States. Marine Mining, 6; 339-367.
- 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.
- Güler, S., 1990. Kıyıköy ve Çevresinin (Kıyıköy-Kızılağaç-Akpınar-Büyükkarpuz Tepe Arasının) Jeomorfolojik Etüdü. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

- Gültekin, A.H., 1989. Titanyum Yatakları ve Türkiye'nin Potansiyeli. Maden Dergisi, Yıl 1, Sayı 3, Sayfa 11-13.
- Gültekin, A.H., 1989. Titanyum yatakları ve Türkiye potansiyeli. Maden Dergisi, 3; 11-13.
- Gültekin, A.H., Yavuz, F., Budakoğlu, M., 1996. Çiniyeri-Küre (Tire, İzmir) Plaser Titanyum sahasından alınan toprak ve dere kumları titanyum içeriklerinin yönelim yüzeyi yöntemiyle incelenmesi. Turkish J. of Earth Sciences, 5; 1-10.
- Hakyemez, H.Y., Erkal, T., 1994a. Trakya' nın Karadeniz Kıyı Kuşağındaki Plaser Rutilin Örnekleme, Kaynak Alanı ve Dağılımına İlişkin Sedimentolojik ve Jeomorfolojik Etüt Raporu, MTA, No. 9678.
- Hakyemez, H.Y., Erkal, T., 1994b. Kumsal Plaserleri Araştırma Yöntemi: Trakya' nın Karadeniz Kıyı Kuşağı Örneği. MTA Dergisi, 116; 97-104.
- Hanson, H., Brampton, A., Capobianco, M., Dette, H. H., Hamm, L., Lanstrup, C., Lechuga, A., Spanhoff, R., 2002. Beach nourishment projects, practices, and objectives-a European overview. Coastal Engineering, 47; 81-111.
- Hoffman, C.W., Grosz, A.E., Nickerson, J.G., 1999. Stratigraphic framework and heavy minerals of the continental shelf of Onslow and Long Bays, North Carolina. Mar. Georesources and Geotechnology, 17, 173-184.
- Hou, B., Frakes, L.A., Alley, N.F., Heithersay, P., 2003. Evolution of beach placer shorelines and heavy-mineral deposition in the eastern Eucla Basin, South Australia, Earth and Environmental Sciences Publications, 0812-0099. Vol.50, 955-965.
- Hounslow, M.W., Morton, A.C., 2004. Evaluation of sediment provenance using magnetic mineral inclusions in clastic silicates: Comparison with heavy mineral analysis. Sed. Geology, 171, 13-36.
- <http://www.earth.google.com>; 2005, 2006, Image © 2007 TerraMetrics; Image © 2007 DigitalGlobe.
- <http://www.istanbul.edu.tr/eng2/maden/>
- <http://www.sile.bel.tr/>

- Işık, V., Tekeli, O., 1995. New petrographical data at the eastern part of Alanya metamorphites (Anamur, Turkey). *Bull. Mineral Research Exploration*, 117, 49-57.
- Ivamy, M.C., Kench, S.P., 2006. Hydrodynamic and morphological adjustment of a mixed sand and gravel beach, Torere, Bay of Plenty, New Zealand, *Marine Geology* 228, 137-152.
- İpekoğlu, B., 1988. Production of zircon silicate concentrates from Turkish beach sands. *Aufbereitungs-Technik*, 7; 403-407.
- İşler, F.I., Aksu, A.E., Hall, J., Calon, T.J., Yaşar, D., 2005. Neogene development of the Antalya Basin, Eastern Mediterranean: An active forearc basin adjacent to an arc junction. *Mar. Geol.*, 221, 299-330.
- Jennings, R., Shulmeister, J., 2002. A field based classification scheme for gravel beaches. *Marine Geology*, 186, 211-228.
- Juteau, T., Whitechurch, H., 1980. The magmatic cumulates of Antalya (Turkey): Evidence of multiple intrusions in an ophiolitic magma chamber. in: A. Panayotou (ed.), *Ophiolites, Proc. Int. Ophiolite Symposium (Cyprus, 1979)*. *Geol. Surv. Dept. Cyprus, Nicosia*, 377-391.
- Juteau, T., 1980. Ophiolites of Turkey. *Ofioliti*, 2; 199-235.
- Kahriman, A., Kurşun, İ., 2010. Avrupa Birliği Sürecinde Doğal Kaynakların Önemi: IV. Titan.
- Kayan, İ., 1981. Eşen civarının Arkeolojisi, A.Ü. DTCF Yayınları, Ankara, 313 s.
- Kayan, İ., 1995. The Troia bay and Supposed harbour Sites in the Bronze Age. *Sonderdruck as Studia Troica*, Bd. 5, 211-235, Verlag Philipp Von Zabern, Mainz am Rhein,
- Keskin, S., Ergin, M., Aydın, F., Lermi, A., Uyar, E., 2005. Orta ve Doğu Karadeniz'in (Türkiye) Plaj Sedimentlerinde Tane Boyu ve Ağır Mineral Dağılımları. *Karadeniz Teknik Üniversitesi 40. Yıl Sempozyumu*, 27-30 Eylül 2005, Trabzon, 126-127.
- KIB-TGM, (Köy İşleri Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü), 1970. Antalya Plain Soils, Topraksu Genel Müdürlüğü Publications, Ankara, No. 235, 178 p.
- Kırkgöz, M. S., Mamak, M., Aköz, M. S., 1998. Kıyılarda Sediman Taşınımı: II. Yakacık' taki Kıyı Erozyonu. *Çukurova Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. Dergisi*, 13, 1-2; 61-71.
- Komar, P.D., 1976. *Beach Processes and Sediment*, Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 429s, USA.

- Komar, P.D., 1998. Beach Processes and Sedimentation. Englewood Cliffs, NJ., Prentice Hall, 544 p.
- Kraft, J.C., Kayan,İ., Aschenbrenner, S.E., 1985. Geological studies of coastal change applied to archaeological settings. In: G.Rapp.Jr. and J.A. Gifford (Editors), Archaeological Geology. Yale Univ. Press, New haven, Conn., pp.57-84.
- Kurşun,İ., Çinku,K., Eskibalçcı,M.F., Duban,A., 2003. Sahil kumlarının Titan ve Demir Kaynağı olarak Değerlendirilebilirliğinin Araştırılması. Mühendislik Bilimler Genç Araştırmacılar I. Kongresi. 17-20 Şubat 2003, İstanbul.
- Lenoble, J.P., Auguries, C., Carbon, R., Sagest, P., 1995. Marine Mineral Occurrences and Deposits of the Economic Exclusive Zones, MARMIN: A Data Base. Editions IFREMER, 1-274.
- Lewis, D.W., 1984. Practical Sedimentology, Hutchinson Ross, Stroudsburg, Pennsylvania, 227 p.
- Li, M. Z. and Komar, P. D., 1992. Longshore grain sorting and beach placer formation adjacent to the Columbia River. J. Sed. Petr. 62 (3); 429-441.
- Lotfy, M. F., Fihiy, O. E., 1993. Test of Bruun Model based on cross-shore variations in sediment texture of the nearshore zone off the Nile Delta Coast, Egypt. 1st Int. Conf. Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST93, November 2-5, 1993, 1019-1032, Antalya.
- Mange-Rajetzky, M.A., 1983. Sediment dispersal from source to shelf on an active continental margin, S. Turkey. Mar. Geol., 52, 1-26.
- Mason, B., Moore, C. B., 1982. Principles of Geochemistry. John Wiley& Sons. Hong Kong, 344s.
- Masselink, G., Puleo, J.A., 2006. Swash-zone morphodynamics, Continental shelf Research, 26, 661-680.
- MEDCOAST 93, 95, 97, 99, 01 ve MEDCOAST 03'de (E. Özhan, editor)
- Meriç,E., Kerey,E., Tunoğlu,C., Avşar,N., Önal,B.Ç., 2000. Yeşilçay (Ağva-KD İstanbul) Yöresi Geç Kuvaterner İstiflerinin Mikrofaunası ve Sedimantolojisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, C.43, S:2.
- Miles, J., Butt, T., Russell, P., 2006. Swash Zone sediment dynamics: A comparison of a dissipative and an intermediate beach, Marine Geology, 231, 181-200.

- Morton, A.C., Hallsworth, C., 1994. Identifying provenance-specific features of detrital heavy mineral assemblages in sandstones. *Sediment. Geol.* 90, 241-256.
- MTA, (General Directorate of Mineral Research and Exploration), 2000. Metalogenic Map of Turkey, 1/1.000.000 scale, Ankara.
- MTA, (General Directorate of Mineral Research and Exploration), 2002. Geological Map of Turkey, 1/500.000 scale, Ankara.
- MTA, 2002. Geological Map of Turkey, Denizli Sheet, Scale 1:500.000, General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara.
- Mugan,P.A. ve İpekoğlu,B., 1995. Akçakoca-Kefken (KB Türkiye) arasında yer alan sahil kumlarının ağır mineral içerikleri. *Madencilik*,2, 27-37.
- Müller, G., 1967. *Methods in Sedimentary Petrology*, Schweizerbart, Stuttgart, 283 pp.
- Okay, N., Ergün, B., 2005. Source of the basinal sediments in the Marmara Sea investigated using heavy minerals in the modern beach sands. *Mar. Geol.*, 216, 1-15.
- Önal, G.,1981. Die Bewertung von Schwermineralsanden aus der nordwestlichen Türkei.
- Öner, E., 2001. Eşen Çayı Delta Ovasının alüvyal jeomorfolojisi ve jeoarkeolojik değerlendirilmesi. Türkiye Kuvaterneri Çalıştayı, İ.T.Ü. Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 21-22 Mayıs 2001, İstanbul, 103-121.
- Özgörüş,Z., Okay I.A., Özcan,E... İstanbul ve Sakarya Zonlarının Batı Kesiminin Geç Kretase–Eosen'deki Evrimi.
- Özgörüş, Z., Okay,A., 2005. İstanbul Bölgesindeki Andezitik Dayklarının Konumları: Kretasede Gerilme Dağılımına Bir Yaklaşım, *Mta Dergisi* 130, 17-27.
- Özgül, N., 1984. Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. in: Tekeli, O., Göncüoğlu, M.C. (eds.) *Geology of the Taurus Belt*, Proc. Int. Symp. on the Geology of the Taurus Belt, 26-29 September 1983, Ankara, Turkey, 77-90.
- Özgül,N., Üner,K., Akmeşe,İ., Bilgin,İ., Kokuz,R., Özcan,İ., Yıldız,Z., Yıldırım,Ü., Akdağ,Ö., Tekin,M., 2005. İstanbul İl Alanının Genel Jeoloji Özellikleri. İstanbul Büyükşehir Belediyesi.
- Özhan, E. (editor) 2003. *Proceedings of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment. MED COAST 03*, 7-11 October 2003, Ravenna, Italy, 2374 pages.

- Özhan, E. and Abdalla,S., 2002. Wind and Deep-Sea Wave Atlas of the Turkish Coasts. Kıyı Alanları Yönetimi Türk Milli Komitesi/MEDCOAST, Middle East Technical University, Ankara, 445 pp. (in Turkish).
- Paine, M., 2005. Sedimentology of the Bondi Main heavy mineral beach placer deposit, Murray Basin, Southeastern Australia, *Sedimentary Geology*, 174, 177-195.
- Parlak, O., Delaloye,M., Bingöl,E., 1996. Mineral chemistry of ultramafic and mafic cumulates as an indicator of the arc-related origin of the Mersin ophiolite (southern Turkey). *Geol. Rundschau*, 85, 647-661.
- Perissoratis, C., Angelopoulos, I., Mitropoulos, D., 1987. Exploring the offshore area of N.E. Greece for placer deposits: Geologic framework and preliminary results. in: *Marine Minerals: Advances in Research and Resource Assessment*, (eds., Telesis, P.G., Dobron, M.R., Moore, J.R., Stackelberg, U.V.), Proc. ARW, Aberystwyth (Wales), D. Reidel Company, 588, 57-70.
- Poisson, A., Wernli,R., Sağlar,E.K., Temiz,H., 2003. New data concerning the age of the Aksu Thrust in the south of the Aksu valley, Isparta Angle (SW Turkey): consequences for the Antalya Basin and the Eastern Mediterranean. *Geol. J.*, 38, 311-327.
- Poisson, A.,1977. Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquie): These, Univ. Paris-Sud, Orsay, 795p.
- Rahgoshay, M., Moghadam, H.S., 2004. Comparative study of ophiolitic chromite deposits from Turkey, Iran and Oman. Proc. International Symp. Earth System Sciences, September 8-10 2004, Istanbul University, Turkey, 345-352.
- Razjigaeva, N.G., Naumova, V.V., 1992. Trace element composition of detrital magnetite from coastal sediments of northwestern Japan Sea for provenance study. *J. Sed. Petrology*, 62(5), 802-809.
- Reid, I., Frostick,L.E., 1985. Role of settling, entrainment and dispersive equivalence and of interstice trapping in placer formation. *J.Geol.,Soc.London*, 142, 739-746.
- Riech, V.,1982. Heavy-mineral exploration in shelf areas off Mozambique and east Australia. *Marine Mineral Deposits* (editörler P.Halbach ve P.Winter), Verlag Glückauf GmbH, Essen, 177-201.

- Rigler, J.K., Collins, M.B., 1984. Initial grain motion under oscillatory flow: A comparison of some threshold criteria. *Geo-Marine Letters*, 3, 43-48.
- Robertson, A.H.E., Woodcock, N.H., 1980. Strike-slip related sedimentation in the Antalya complex, SW Turkey, *Spec. Publ., IAS*, 4, 127-145.
- Roy, P.S., 1999. Heavy mineral beach placers in southeastern Australia: Their nature and genesis. *Economic Geology*, 94, 567-588.
- Schröder, B. and Bay, B., 1996. Late Holocene Rapid Coastal Change in Western Anatolia-Büyük Menderes Plain as a Case Study. *Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd.* 102, 61-70.
- Schwartz, M.O., Rajah, S.S., Askury, A.K., Putthapiban, P., Djaswadi, S., 1995. The Southeast Asian Tin Belt. *Earth-Science Reviews*, 38, 95-293.
- Selley, R.C., 1976. *An Introduction to Sedimentology*, Academic Press, London.
- Şenel, M., 1997. Geological Map of Turkey, Fethiye Sheet, No. 2, Scale 1:250.000, General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara.
- Taner, M.F., Çağatay, A., 1983. Istanca Masifindeki Maden Yataklarının Jeolojisi TCK, Karayolları Genel Müdürlüğü, 2009
- The POEM, Group, 1992. General circulation of the Eastern Mediterranean. *Earth-Science Reviews*, 32, 285-309.
- Tunoğlu, A., 2002. Karadeniz'in İstanbul Boğazı Çıkışı ile Zonguldak ve Amasra Kıyı Alanlarında Güncel Ostrakod Topluluğu. *Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*. S.26, SS.27-43.
- Tüysüz, O., 2003. İstanbul İçin Deprem Senaryolarının Hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması. *İ.T.Ü. Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü*.
- Tüysüz, O., Aksay, A., Yiğitbaş, E., 2004. Batı Karadeniz bölgesi litostratigrafi birimleri. *Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi Birimleri Serisi-1*, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları. Ankara.
- Yavuz, O., Yılmaz Y., 2010. İstanbul kuzeyi volkanitlerinin jeolojik, petrografik ve mineralojik özellikleri, *itü dergisi/d mühendislik Cilt:9, Sayı:3*, 38-46, Haziran.
- Yalcınlar, İ., 1949, Notes sur la Geomorphologie des environs d'Istanbul et de la presqu'île de Kocaeli: *Turkiye Jeol. Kur. Bult.*, II., 1, 134-143.

- Yalcınlar, İ., 1951, İstanbul civarının Paleozoik arazisine yeni müşahedeler: Türkiye Jeol. Kur. Bult., III. 1, 125-130.79
- Yalcınlar, İ., 1953, Nouvelles observations sur la tectonique des regions de Sarıyer - Zekeriyakoy et de Sile (NW de la Turquie): Extrait du C.R.S. de la soci. Geol. de France, 5, 71-72.
- Yalcınlar, İ., 1954, Sur la presence de schistes carboniferes et de plantes fossils a l'W d'Istanbul: Extrait du C.R.S. de la soci. Geol. de France, 2, 23-25.
- Yalcınlar, İ., 1954, Sile'de bres ve konglomeraları üzerindeki falezler (Kocaeli): İÜ Coğrafya Enst. Derg., 112-134.
- Yalcınlar, İ., 1955, Notes sur la structure de la region de Sarıyer - Zekeriyakoy (N d'Istanbul, Turquie).
- Yalcınlar, İ., 1955, İstanbul'un Cengelkoy Silur Sistleri: İÜ Coğrafya Enst. Derg., 3-8.
- Yalcınlar, İ., 1955, Note preliminaire sur la schistes a Graptolithes du Silurien decouverts pres d'Istanbul (NW de la Turquie): Review Geogr. Inst. Univ. İstanbul, 2, 167-172.
- Yalcınlar, İ., 1964, Les couches du Paleozoique Inferieur dans la Turquie meridionale: Inst. Geogr. Univ. D'Istanbul, 39, İstanbul.
- Yeniyol, M., Ercan, T., 1990. İstanbul kuzeyinin jeolojisi, Üst Kretase volkanizmasının petrokimyasal özellikleri ve Pontid'lerdeki bölgesel yayılımı. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, 2, 125-147.
- Zarif, İ.H., Tuğrul, A., Dursun, G., 2003. İstanbul'daki Kireçtaşlarının Agregat Kalitesi Yönünden İncelenmesi. İ.Ü. Yerbilimleri Dergisi, C.16, S.2, SS. 61-70.
- Özgörü, Z., Okay, A., 2005. İstanbul Bölgesindeki Andezitik Daykalarının Konumları: Kretasede Gerilme Dağılımına Bir Yaklaşım, MTA Dergisi 130, 17-27.