

AKÇAKOCA-KEFKEN (KB TÜRKİYE) ARASINDA YER ALAN  
SAHİL KUMLARININ AĞIR MİNERAL İÇERİKLERİ  
Heavy Minerals Content of Beach Sands Located Between Akçakoca and  
Kefken (NW TURKEY)

Petek Ayda Mugan (\*)  
Bedri İpekoğlu (\*\*)

**Anahtar Sözcükler:** Ağır mineraller, Sahil kumlan, Akçakoca-Kefken

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Akçakoca-Kefken (Kuzeybatı Türkiye) arasında yer alan sahil kumlarının ağır mineral içeriklerini ve bunların yığılmasını kontrol eden hidrodinamik ve litolojik faktörleri araştırmaktır.

Bu amaç doğrultusunda Sakarya Nehri'nin Karadeniz'e döküldüğü Karasu kesiminden alınan örnekler çeşitli laboratuvar teknikleri kullanılarak incelenmiştir. İlk olarak kumların tane boyu dağılımlarını ve ağır minerallerin tane boyutuna bağlı olarak yığılmasını belirleyebilmek için elek analizi uygulanmıştır. Elde edilen farklı elek üstü gruplarda yüzdürme-batırma, sallantılı masa, manyetik ayırma ve elektrostatik ayırma deneyleri ile kazanılan ağır mineraller çeşitli mikroskopik teknikler ile değerlendirilerek, özellikleri ve dağılımları belirlenmiştir. Bolluk sırasına göre magnetit, zirkon, granat, ilmenit, epidot, ratil, turmalin, hematit, amfibol, piroksen, apatit, monazit ve torit mineralleri tesbit edilmiştir. Ayrıca ağır minerallerde yuvarlaklık, küresellik ve boylanma parametrelerinin ölçülmesi ile taşınma mesafesi, sedimentasyon karakteristikleri ve bunların yeniden işlenmeleri yorumlanmıştır. Ağır minerallerin olası kaynak alanları, Sakarya havzası çevresindeki litolojik dağılım göz önüne alınarak tartışılmıştır.

Buna göre inceleme bölgesinde gözlenen ağır minerallerin kaynağı, esas olarak Sakarya Nehri'nin sürekli olarak aşındırdığı magmatik ve metamorfik kayalar ile yine bu bölgede bu tip kayalardan kaynaklanan Mesozoik-Tersiyer yaşlı sedimentler olarak yorumlanmıştır. Sahil kumlarının ağır mineral içerikleri ile Sakarya Nehri'nin kenar çökelleri mineralojik olarak uyumludur. Sahil kumlarının ağır mineral içeriklerinin nehir kenarı kumlarına oranla daha yüksek olması rüzgar, dalga gibi akışkanların seçici etkisi ile açıklanabilir.

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate heavy minerals content of beach sands, located between Akçakoca and Kefken (Northern Turkey) and hydrodynamic and lithological factors that control their concentration.

With this aim, samples taken from the area where the Sakarya river joins to the Black Sea were studied by using several laboratory methods. First, sieve analysis was applied in order to determine size fractions of sands and concentration of heavy minerals through applying flotation, shaking table, magnetic separation and electro-static separation methods to different size fractions. Characteristics and distribution of the heavy minerals were then determined by the use of various microscopic techniques. In the range of abundance, magnetite, zircon, garnet, ilmenite, epidote, rutile, tourmaline, hematite, amphibole, pyroxene, apatite, monazite and torite were determined, respectively. Furthermore, transportation distance, sedimentation characteristics and re-working of the heavy minerals were interpreted by measuring roundness, sphericity and sorting parameters. Possible provenance of the heavy minerals is discussed by taking into consideration of lithological distribution around the Sakarya basin.

Accordingly, the heavy minerals observed in the study area were derived from the magmatic, metamorphic source areas and from the Mesozoic-Tertiary sedimentary rocks, with similar provenance, that the Sakarya river erodes continuously. The heavy mineral content of the beach sands and those of the levee deposits of the Sakarya river is mineralogically compatible. The higher abundance of the heavy minerals content of the beach sands over that of the levee deposits could be explained by selective effect of fluids such as waves.

(\*) İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar 34850

(\*\*) İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Avcılar 34850

## 1. GİRİŞ

Spesifik gravitesi 2.85' den fazla olan mineraller ağır mineral olarak bilinirler (Folk, 1974) Bunlardan, alterasyon karşısında kimyasal (oksidasyon, çözülme vb.) direnci ve mekanik dayanıklılığı yüksek olanlar kaynak kayadan itibaren taşınma sırasında, çeşitli aşamalarda seçilerek ve/veya depolanma ortamında yeniden işlenerek plaser yataklarını (flüvyal. plaj) oluştururlar. Plaser oluşumları, başta zirkon olmak üzere kassiterit, elmas, altın, ilmenit, magnetit, monazit. rutil ve ksenotim gibi ağır minerallerin üretimi için en önemli kaynaklardır. Alaska (Nome) altın; Namibya elmas: Hindistan (Quilon. Travencore) ilmenit. monazit. rutil; Doğu ve Batı Avustralya zirkon, rutil, monazit; Kuzey izlanda ve Yeni Zelanda magnetit plaserlerine ait en iyi örneklerdir (Evans, 1987).

Ağır mineraller 1950'lere kadar stratigrafik korelasyonlarda kullanılmış, ancak bu uygulama o dönemlerden bu yana mikrofosiller ve jeofizik yöntemler ile yer değiştirmiştir. Ağır mineraller günümüzde ekonomik önemlerinin yanı sıra kaynak kaya litolojileri ve bunların dağılım desenlerini anlamak amacıyla da kullanılmaktadır (Barnes, 1988).

Akçakoca ile Kefken arasındaki sahil kesimini, çok yaygın kumullar (kıyı ardı, kıyı önü) kapsar. İnceleme bölgesi, bu alan içinde Sakarya Nehri'nin. plaj kumlarını yaparak Karadeniz'e aktığı Karasu kesimidir (Şekil 1). Sakarya Nehri'nin batı kesimi "İnsaniye Köyü", doğu kesimi "Karasu Plajı" olarak adlandırılmış ve Sakarya Nehri'nin Karadeniz'e boşaldığı noktadan doğu ve batıya doğru ikişer kilometre gidilerek toplam 5 km<sup>2</sup> lik bir bölgede örnekleme yapılmıştır. Alınan örneklerin sahayı temsil edebilmesi için 250 m ara ile ve 1.5 m derine inebilen burju kullanılarak örnekler alınmıştır.

İki ayrı bölgeden alınan örnekler çeşitli laboratuvar teknikleri (zenginleştirme, mikroskopik incelemeler) kullanılarak değerlendirilmiştir. Her iki bölgenin kumlarının yapılan elek analizi sonucunda parça boyut dağılımı özellikleri ortaya konulmuş ve kimyasal analizler yardımı ile elek üstü gruplarda elementlerin dağılımı incelenmiştir. Yüzdürme-batırma. sallantılı masa, manyetik

ayırma ve elektrostatik ayırma deneylen üç ağır minerallerin türleri ve dağılımları belirlenmiştir. Bu işlemler ile elde edilen ağır mineral konsantreleri çeşitli mikroskopik (binoküler. polarizan. elektron) teknikler ile incelenmiştir.

## 2. GENEL JEOLJİ

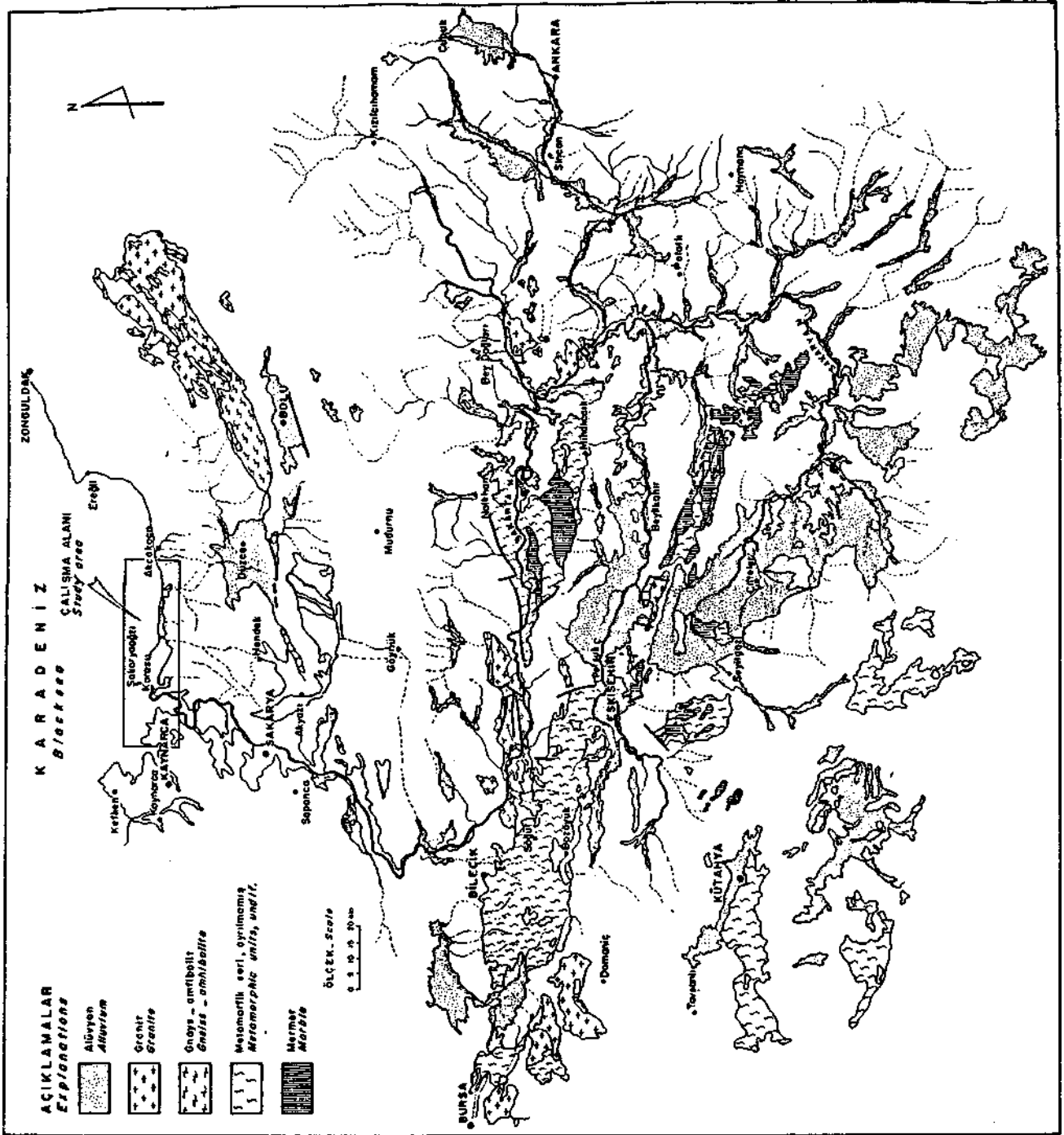
Sakarya Nehri'nin Karadeniz'e döküldüğü noktadan doğu ve batıya doğru gidildiğinde, yukarıda belirtildiği gibi toplam 25 km. uzunluğundaki sahil şeridi boyunca sahil kumlan yer alır. Dalga ve rüzgar gibi akışkanların yoğun etkisine maruz kalmış kıyı kumlan güneye doğru tipik kumul topografyası sunan daha killi kumlara geçer.

Sakarya Nehri'nin en önemli birikinti şekillerinden biri olan "Sakana Deltası" Anadolu'nun kuzey kıyıları boyunca görülen üç büyük deltasından birini oluşturur. Sakana Deltası. Sakarya'nın basit deltası ile bunun devamı halindeki doğuya ve batıya doğru kıyı ovalarından meydana gelir (İnandık, 1958).

Araştırmaya konu olan plaser oluşumu; D-B yönünde 25 km. uzunluğa. K-G yönünde 1-3 km arasında değişen genişliğe sahiptir (Şekil 1). Toplam kum seviyesinin kalınlığı 30-50 m. arasında değişir. Kumların altında, alanın tümünde yaygın durumda olan ve yer yer incelik kalınlaşan bir killi kuşak temel kaya üzerinde durur (Gcosan. 1991). Yukarıda verilen ölçülerin ışığında ortalama kum rezen'inin 2.000.000.000 m<sup>3</sup> civarında olduğu düşünülmektedir.

Sakarya Nehri, geniş bir alanı kaplayan drenaj ağına sahiptir. Özellikle menderesler gösterdiği kısımlarda yakın zamanlarda meydana gelen yatak değişimleri sunmuştur. Son 40-50 yıllık dönemde meydana gelen bu değişiklikler 1:25.000'lik paftalar ve hava fotoğrafları sayesinde belirlenebilmiştir (Bilgin, 1984).

Sakarya Nehri'nin geçtiği arazinin genel litolojik tanımı Stchepinsky (1942) tarafından yapılmıştır. Buna göre Sakarya Nehri serpantinitle. oldukça ayrılmış andezitler ile Kambriyen-Orla Karbonifer yaşlı düşük dereceli metamorfizmaya uğramış ve/vcva diyajenetik



Şekil 1. Sakarya Havzasının basitleştirilmiş jeoloji haritası. Sakarya nehri günümüzde bölgede yaygınca bulunan granitoidik ve gnaysik metamorfik bölgeleri aşındırmaktadır.

transgresif bir çökel istif ve bunların tabanındaki gnaysları keser. Permo-Karbonifer yaşlı rekristalize kireçtaşları da Sakarya nehrinin drenaj ağı içinde yer alır. Mesozoik, kumtaşları ve yer yer kumtaşı, marn ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan fliş istifi ile temsil edilir. Sakarya Nehri'nin kestiği Senozoik çökelleri Oligosen'e kadar kumtaşı ve marn ardalanmalı fliş fasiyesi ile kireçtaşlarından oluşur. Oligosen ve Neojen yaşlı birimler konglomeralar ile kumlu akarsu çökelleri şeklindedir, (Şekil 1).

### 3. ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Sahil kesiminden burğu yardımı ile sistematik olarak alman temsili kum numuneleri laboratuvarında ayrıntılı olarak incelenmiştir. Kum numuneleri içindeki ağır mineralleri ayırmak için belli bir akış şeması oluşturularak (Şekil 2) çeşitli kademelerden oluşan zenginleştirme işlemleri yapılmıştır (İpekoğlu, 1988; Önal vd., 1988).

İlk olarak boyuta göre sınıflandırma ve boyuta göre dağılımları belirleyebilmek için elek analizi yapılmıştır. Numune içindeki ağır mineralleri belirleyebilmek için ikinci kademede özgül ağırlık farkına dayalı ağır ortam ayırması ve sarsıntılı masa ile zenginleştirme işlemleri uygulanmıştır. Ağır ortam ayırması ile zenginleştirme işlemleri sırasında organik sıvılardan özgül ağırlığı 2.89 gr/cm<sup>3</sup> olan Bromoform kullanılmıştır. Böylece her bir elek aralığında özgül ağırlığı 2.89 gr/cm<sup>3</sup>'den yüksek olan ağır mineraller batan kısımda kazanılmıştır. Sarsıntılı masa ayırmasında yalnızca 0.300 mm.'nin altında toplanan kum örneği değerlendirilmiş, elde edilen ağır mineral konsantrilerine bir sonraki adımda magnetik ayırma işlemi uygulanmıştır. 0.300 mm.'lik tane boyunun üzeri hemen tümüyle hafif mineraller ve kavkı parçalarından meydana gelmiştir. Bu nedenle bu boyutdaki (> 0.300 mm.) malzemeye hiç bir şekilde zenginleştirme işlemi uygulanmamış, sadece mikroskop altında tane bileşenleri çalışılmıştır.

Farklı magnetik duyarlıktaki mineral tanelerinin uygun magnetik alan içinde birbirlerinden ayrılması esasına dayanarak yapılan magnetik ayırma ile zenginleştirme sonunda 15° yana, 25° öne eğimli Frantz Iso Dynamic magnetik

ayırıcısı kullanılmış ve ağır mineraller magnetik duyarlıklarına göre farklı akım şiddetlerinde kazanılmıştır.

En son aşamada kalan manyetik olmayan ağır mineral konsantrisinde rutil ve zirkon elektrostatik özelliklerine göre iletken ürün (rutil) ve yalıtkan ürün (zirkon) olarak elde edilmiştir. Çeşitli zenginleştirme yöntemleri ile kazanılan ağır mineraller binoküler, polarizan ve elektron mikroskopunda incelenerek özellikleri ile birlikte dağılımları belirlenmiştir.

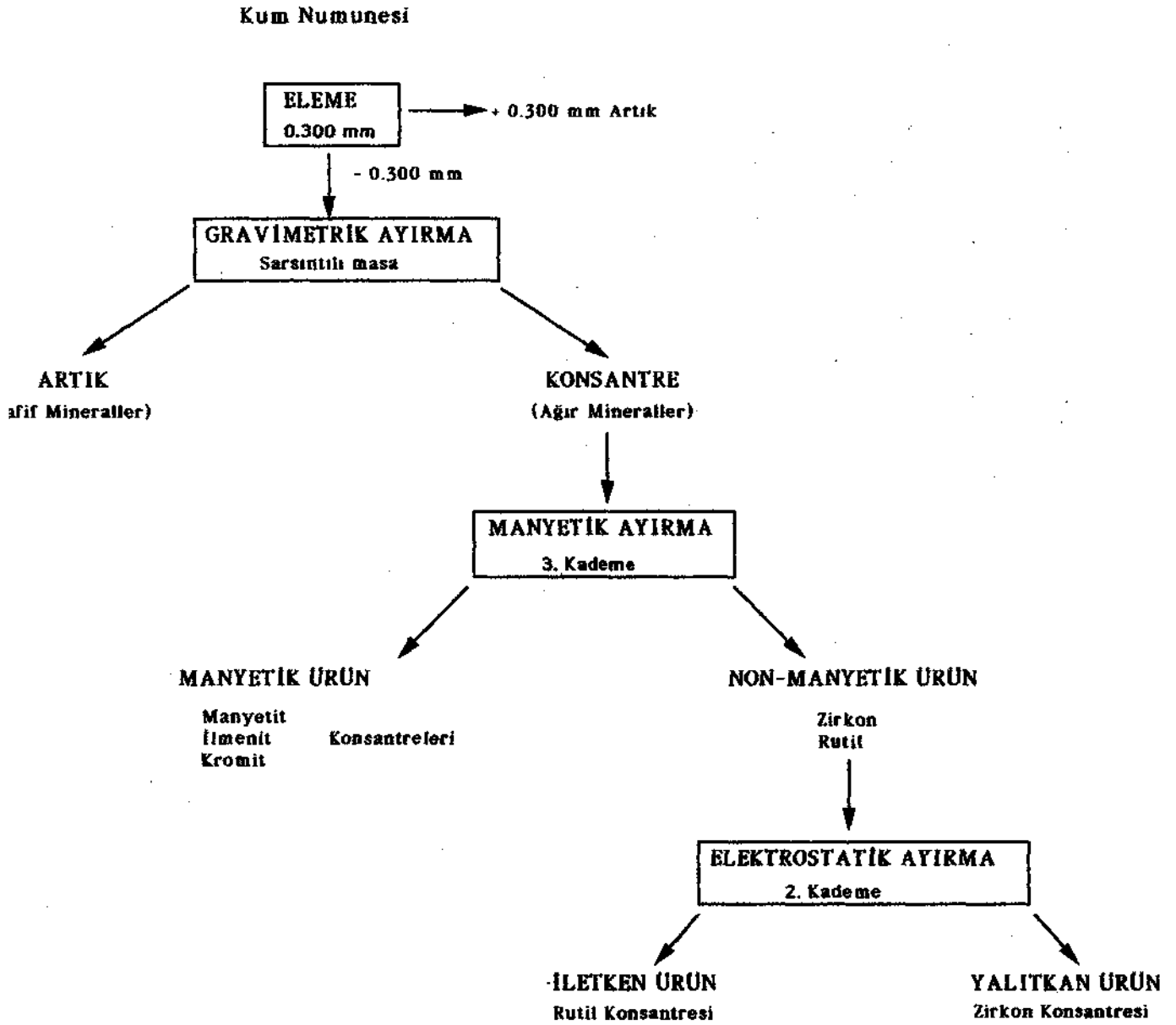
### 4. BULGULAR

Tane boyu dağılımını esas alan elek analizi sonucunda her iki bölgenin kumlarının % 90-95 oranında +0.150-0.300 mm boyutları arasında yoğunlaştığı belirlenmiştir (Şekil 3, 4). 0.150 mm. altında kalan taneler ise ortalama % 5 oranında bir yer tutar. Ağır minerallerin iri boyutlu malzeme olarak tanımlanan + 0.212 mm'de % 10-15 civarında , ince boyutlu malzemede ise (-0.150 mm) bu boyutlu malzemenin % 85-90'ı oranında bulunduğu belirlenmiştir.

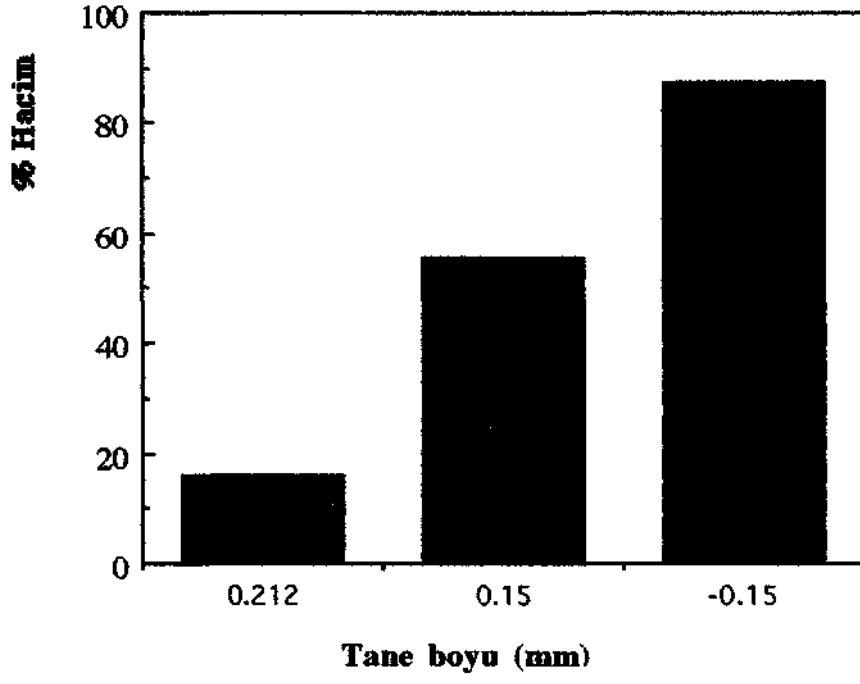
Her iki bölgeden alınan temsili örnekler ile sallantılı masa ayırması sonucunda elde edilen konsantride kimyasal analizler uygulanarak majör oksit ve element bileşikleri belirlenmiştir (Çizelge 1). Zenginleştirme işlemi uygulanmamış örneklerde ZrO<sub>2</sub> içeriği % 0.8-0.9 arasında değişirken, bu oran konsantride % 3.19\* a ulaşmıştır.

Ağır mineral olarak bolluk oranlarına göre sırasıyla magnetit, zirkon, granat, ilmenit, epidot, rutil, turmalin, hematit, limonit, amfibol, piroksen, apatit, monazit, torit tespit edilmiştir (Çizelge 2,3). Ağır minerallerin yoğun olarak toplandığı 0.300 mm.'lik tane boyutunun altındaki tane boyutuna uygulanan sallantılı masa analizi sonucunda elde edilen ağır mineral konsantrisi^ tüm örnek içerisinde % 27.64 oranında bulunmaktadır.

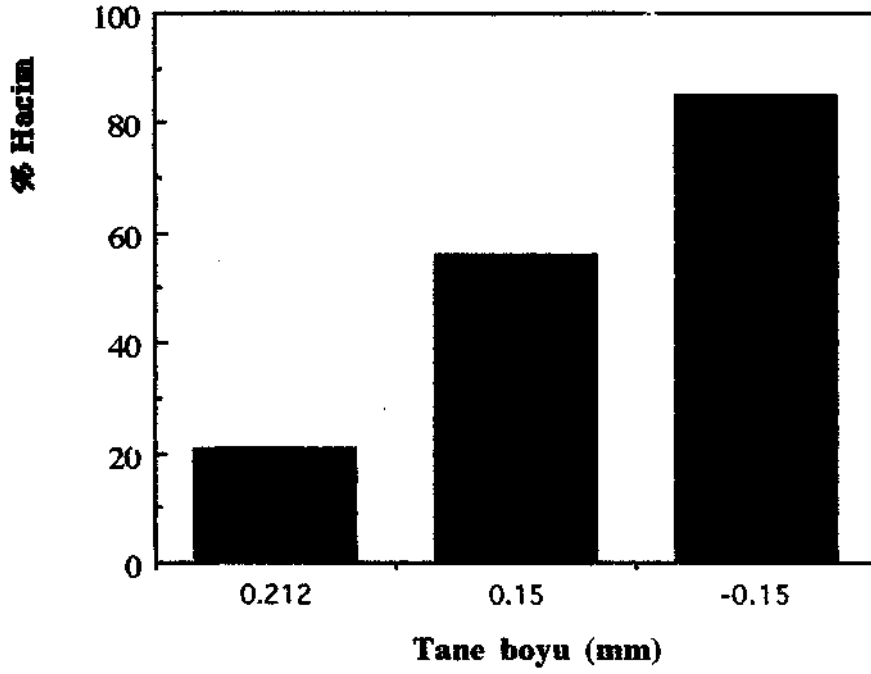
Kum örnekleri ağır mineral türlerinin ve özelliklerinin belirlenebilmesi için binoküler mikroskop kullanılarak incelenmiştir. Buna göre tanelerin uzun süreli taşınmanın ve rüzgar ve dalga gibi akışkanların etkisi ile kırılıp, çizilmiş olduğu



Şekil 2. Karasu plaj ve İnsaniye Köyü bölgelerinden alınan temsili kum numunelerine uygulanan zenginleştirme akım şeması.



Şekil 3. Karasu plaj kumlarının ağır ortam ayırması sonucundaki hacimsel dağılımı.



Şekil 4. İhsaniye köyü kumlarının ağır ortam ayırması sonucundaki hacimsel dağılımı.

Çizelge 1. Kimyasal Analiz Sonuçları (%).

	<b>İcarctsu Tıaj</b>	<b>İnsaniye Köyü</b>	<b>Sarsınt-ıir Masa</b>
	<b>Numunesi (%)</b>	<b>Numunesi (9?)</b>	<b>Konsantresi (%)</b>
<b>Si02</b>	<b>53.30</b>	<b>53.70</b>	<b>22.00</b>
<b>T402</b>	<b>2.57</b>	<b>2.69</b>	<b>12.30</b>
<b>Fe203</b>	<b>10.30</b>	<b>9.90</b>	<b>42.10</b>
<b>CaO</b>	<b>10.30</b>	<b>10.00</b>	<b>7.60</b>
<b>MijO</b>	<b>2.96</b>	<b>2.82</b>	<b>3.79</b>
<b>*«203</b>	<b>8.50</b>	<b>8.50</b>	<b>7.50</b>
<b>Na20</b>	<b>1.59</b>	<b>1.65</b>	<b>0.24</b>
<b>J620</b>	<b>1.20</b>	<b>1.19</b>	<b>0.18</b>
<b>Cr203</b>	<b>0.38</b>	<b>0.42</b>	<b>2.35</b>
<b>Mn02</b>	<b>0.39</b>	<b>0.41</b>	<b>1.57</b>
<b>CuO</b>	<b>&lt;0.005</b>	<b>&lt;0.005</b>	<b>&lt;0.005</b>
<b>Zr02</b>	<b>0.80</b>	<b>0.90</b>	<b>3.19</b>
<b>Ni</b>	<b>0.008</b>	<b>0.008</b>	<b>0.010</b>
<b>V205</b>	<b>0.044</b>	<b>0.004</b>	<b>0.23</b>
<b>Pb</b>	<b>&lt;0.02</b>	<b>&lt;0.02</b>	<b>&lt;0.02</b>
<b>Zn</b>	<b>0.008</b>	<b>0.014</b>	<b>0.030</b>
<b>Co</b>	<b>0.014</b>	<b>0.012</b>	<b>0.026</b>
<b>Cet</b>	<b>&lt;0.005</b>	<b>&lt;0.005</b>	<b>&lt;0.005</b>
<b>Mo</b>	<b>&lt;0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.001</b>
<b>ı»205</b>	<b>41</b>	<b>30</b>	<b>46</b>
<b>S</b>	<b>32</b>	<b>43</b>	<b>44</b>
<b>a-</b>	<b>83</b>	<b>71</b>	<b>117</b>
<b>F-</b>	<b>35</b>	<b>52</b>	<b>26</b>

Çizelge 2. Derinlik Numunesi Elek Aralıklarındaki Ağır Mineral Türleri.

<u>Elek Aralığı (mm)</u>	<u>Mikroskopta İzlenen Ağır Mineraller</u>
-2.83+0.840	Ojit,magnetit, kayaç parçaları, hematit, martit, limonit, granat, epidot (az)
-0.840+0.420	Ojit, magnetit, granat, hematit, epidot, grossularit
-0.420+0.210	Magnetit,ojit,pirop,grossularit, yüzeysel demirli kuvars,hornblend,almandin
-0.210+0.038	Magnetit,ojit,ilmenit,zirkon,rutil,apatit, almandin

Çizelge 3. Yüzey Numunesi Elek Aralıklarındaki Ağır Mineral Türleri.

<u>Elek Aralığı(mm)</u>	<u>Mikroskopta İzlenen Ağır Mineraller</u>
-0.840+0.420	Ojit, magnetit, hematit, ilmenit, granat grossularit, limonit, epidot
-0.420+0.210	Magnetit, ojit, ilmenit, hematit, almandin, grossularit
-0.210+0.038	Magnetit, ojit, ilmenit, (zirkon, apatit, rutil, monazit ESER)



gözlenmiştir. Fakat ağır minerallerin daha az aşındığı da dikkati çekmektedir.

inceleme bölgesinden alınmış örnekler üzerinde yapılmış olan yuvarlaklık ölçümleri sonucunda, yuvarlaklık katsayısının (Powers, 1953) 0.4 olduğu belirlenmiştir. Kum tanelerinin kürcsellik değerinin (Krumbein ve Sloss, 1963) ise ortalama olarak 0.7 gibi bir yüksek değerde olduğu bulunmuştur. Ancak tane tipinin (mineralin kristal şeklinin) kürcsellik üzerindeki etkileride söz konusudur. Granatların tane şekillerinin küreye oldukça yakın olması, zirkon ianelerinin ise daha çok prizmatik kristaller göstermesi gibi. Minerallerin, mikroskopta bir abak yardımı ile incelenerek "ona derecede" boylanmış oldukları belirlenmiştir.

Elektron mikroskobu ile yapılan analizler (Çizelge 4), zirkon minerallerindeki ZrO<sub>2</sub> oranının % 44.98 ile % 60.25 arasında değiştiğini göstermiştir. Bunun yanında zirkon mineralinin % 0.08-0.67 arasında değişen Cs ile % 2.52-3.05 arasında değişen Hf ve bir tek örnekte % 3.66'ya varan Os<sub>20</sub> içerdiği gözlenmiştir. İlmenit mineralinin mikroprob analiz sonuçları ilmenitlerdeki FeO oranının % 74.92-88.4 arasında, buna karşılık TiO<sub>2</sub> oranının % 9.4 ile 22.72 arasında değiştiğini göstermiştir. Mineralin titanomagnetit olduğu kanısına varılmıştır. Bunun yanı sıra % 0.1-0.51 arasında değişen değerlere sahip Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> belirlenmiştir. Rutil mineralinde yapılmış olan analizler TiO<sub>2</sub> içeriğinin % 97.81'e ulaştığını, bunun yanında %0.96 oranında Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içerdiğini göstermiştir.

Ağır minerallerin türediği kaynak kaya/kayaların belirlenebilmesi için Sakarya Nehri'nin kenar çökellerinin ağır mineral içerikleri incelenmiş ve sahil kuşları ile mineralojik olarak uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ancak Sakarya Nehri'nin kenar çökellerinin içerdiği ağır minerallerin oranı sahil kuşlarının içerdiği orandan çok daha düşüktür.

#### 4. TARTIŞMA

Yuvarlaklık ölçüsü (0.4) ve kum tanelerinin boylanma (orta), kürcsellik (0.7) gibi parametreleri

de kaynak kayanın sahile yakın olmadığına ve tanelerin uzak bir mesafeden taşındığına işaret eder.

Sakarya Nehri'nin kenar çökellerinden alınan örneklerin mineralojik incelemesi kıyı çökelleri ile nehir kenarı çökellerinin ağır mineral içeriklerinin uyumlu olduğunu ortaya koymuştur. Ancak kenar çökellerinin içerdiği ağır mineral oranı kıyı çökellerinin içerdiği orandan daha düşüktür.

Tanelerin taşınma koşulları ile ilgili veriler ve Sakarya Nehir kenarı çökelleri ile sahilden alınan örneklerin incelenmesi sonucunda plaser oluşumu ile ilgili bazı sonuçlara gidilmiştir. Sakarya Nehri'nin kenar çökelleri ile sahilden alınan kum örneklerinin mineralojik olarak mumlu olması, kumların aynı kaynak bölge/bölgelerden türediğini desteklemektedir. Buna göre plaser oluşumu Sakarya Nehri'nin aşındırarak getirdiği kırıntılı malzemeyi Karadeniz'e boşaldığı kesimde biriktirmesi ile gelişmektedir. Plaser gelişiminde yanal dalga hareketleri önemli rol oynar. Yanal dalga hareketleri ile kırıntılı malzeme sahil boyunca sürüklenerek nehir ağzından itibaren daha geniş bir alana yayılmakta ve yine bu hareketler sırasında ince boyutta zenginleşen dayanıklı ağır mineraller ile dayanıklı olmayan taneler doğal olarak seçilmektedir. Böylece geride kalan kırıntılı malzeme, sertliği ve özgül ağırlığı yüksek aşınmaya dayanıklı taneler zenginleşir.

Stehcpinsky (1942)' nin Sakarya Nehri'nin geçtiği arazi üzerine sunduğu genel litolojik tanımı ve 1:500.000 ölçekli M.T.A. jeoloji haritası dikkate alınarak zirkon, monazit, apatit, turmalin, epidot, granat gibi ağır minerallerin kaynak kayası olarak Sakana Havzası boyunca yüzeylenen mağmatik ve metamorfik kayalar düşünülmektedir (Şekil 1).

#### 5. SONUÇLAR

Sakarya Nehri'nin kenar çökelleri ile sahilden alınan kum örneklerinin mineralojik bileşimleri bakımından uyumluluk gösterdikleri belirlenmiştir. İki farklı bölge örneklerinin ağır mineral içerikleri yönünden bir farklılık göstermemeleri ağır minerallerin aynı kaynak kaya/kayaların ürünleri olduğu görüşünü

Çizelge 4. Temsili Elektron Mikroskobu Analiz Sonuçları (%).

%	Zirkon	Zirkon	Zirkon	Ilmenit	Ilmenit	Ilmenit	Rutil	Kromit
SiO <sub>2</sub>	34.38	36.62	33.48	0.34	1.02	0.88	0.5	*
MgO	1.72	*	*	0.62	1.38	0.27	0.13	9.89
CaO	*	*	*	*	0.16	0.06	*	0.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.18	*	*	0.21	1.23	0.6	*	11.23
Na <sub>2</sub> O	1.76	*	*	0.68	2.22	0.14	*	3.16
K <sub>2</sub> O	*	*	*	*	0.06	*	*	*
TiO <sub>2</sub>	0.13	*	*	22.72	14.89	9.4	97.81	0.06
FeO	0.39	*	*	74.92	78.89	88.4	0.59	23.59
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.06	*	*	0.51	0.13	0.1	*	51.67
ZrO <sub>2</sub>	58.37	60.25	59.49	*	0.03	0.15	*	0.14
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	*	*	*	*	*	*	*	*
Cs	*	0.08	0.67	*	*	*	*	*
Hf	*	3.05	2.52	*	*	*	*	*
Os <sub>2</sub> O	*	*	3.66	*	*	*	*	*
MnO <sub>2</sub>	*	*	0.18	*	*	*	*	*
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	*	*	*	*	*	*	0.96	*
								* rastlanmadı

desteklemektedir. Ayrıca kumlar üzerinde yapılan yuvarlaklık, küresellik, boylanma parametreleri de kaynak kayanın sahile yakın olmadığına ve sahil boyunca etkili olan dalga ve rüzgar gibi akışkanların taşınmadaki etkilerine işaret eder. Sahilden alınan kum örnekleri içinde ince boyutta zenginleşen ağır mineral konsantrasyonunun oranı % 27.64 olarak belirlenmiştir. Buna karşılık Sakarya Nehri kenar çökellerinin ağır mineral içeriği karşılaştırılamayacak ölçüde düşüktür. Sahilden alınan kum örneklerindeki ağır mineral konsantrasyonları ile Sakarya Nehir kenarı çökellerinin ağır mineral içerikleri arasındaki bu fark sahil boyunca etkili olan dalga ve rüzgar gibi akışkanların bu kesimdeki seçici etkisini açıklar.

#### TEŞEKKÜR

"Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu'na desteklenmiştir. Proje No:438". Yazarlar yardım ve desteklerinden dolayı Prof. Dr. Osman Yılma/a. Dr. Ali Uygun'a ve Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Nükleer Yakıt Teknolojisi Bölümü elemanlarına teşekkür ederler. Bu makaleyi okuyarak, yapıcı eleştirileriyle katkıda bulunan üç ayrı hakemede ayrıca teşekkür eden/.

#### KAYNAKLAR

BARNES, J.W., 1988: "Ores and Minerals". Open University Press, Thomson Litho Ltd., Philadelphia.

BİLGİN, T., 1984; "Adapazarı Ovası ve Sapanca Oluğunun Alüvyial Morfolojisi ve Kuvalcrnerdeki Jeomorfolojik Tekamülü", İ.Ü. Edebiyat Fakültesi Matbaası, İstanbul.

EVANS. A.M.. 1987; "An Introduction to Ore Geology". University of Leicester. Setritc Typesetters Ltd.. Hong Kong.

FOLK, L.R., 1974; "Petrology of Sedimentary Rocks", Hemphill Publishing Company (P.C.). Texas.

GEOSAN, 1991; "Karasu-Sakarya Plaserinin Jeoloji-Jeofizik ve Sondajlı Etüdü". İstanbul.

İNANDIK. H. 1958; "Türkiye Kıyılarına Genel Bir Bakış". İ.Ü Coğrafya Enstitüsü Dergisi, c 5, s.9. İstanbul.

İPEKOĞLU. B. 1988; "Production of Zircon Silicate Concentrates From Turkish Beach Sands". Aufbreitungs-Technik. Nr. 7.

KRUMBEIN. W.C. and SLOSS. L.L. 1963; "Stratigraphy and Sedimentation", Second edition. 660 p. San Fransisco: Freeman.

ÖNAL. G., ACARKAN, N., GÜRKAN. V., ACARKAN. S. ve İPEKOĞLU. B.. 1988; "The Benefication of Zircon Occurring in the Beach Sands at Şile Region". II. Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu. Ed. Y. Aytckin. İzmir. 332-340.

POWERS. M.C. 1953; "A New Roundness Scale For Sedimentary Particles". Journal of Sedimcnlaiy Petrolog\, 23. 117-119.

STCHEPINSKY.U. 1942: "Sakana Nehri'nin Geçtiği Arazinin Litolojik Tarifi". MTA. Enstitüsü. Rapor No: 1345. Ankara.

# CAN ŞİRKETLER GRUBU

**CAN HAFRİYAT - MÜNİP ÇÖKER**

**CAN MADENCİLİK AŞ.**

**CANTR^Ş MADENCİLİK AŞ.**

**CANM^SS TAŞIMACILIK AŞ.**

**CAN PETROL AŞ.**

**CANMME MERMER SAN. AŞ**

*Gümüş Pala Mah. Zabit Sok. No : 1/1*

*34850 AVCILAR - İSTANBUL*

*Tel : 0.212.5931483- 5931875- 5933376- 5094541*

*Fax: 0.212.5932199*