

**DOGÜ KARADENİZ PLASER MAGNETİT YATAKLARI\***  
(MAGNETITE PLACER DEPOSITS OF EASTERN PART OF  
BLACK SEA COAST.)

Dog- Dr- Mümin KÖKSOY\*\*

**özet**

Doğu Karadeniz sahilindeki plaj kumları ağır mineral bakımından etüd edilmiş olup, ekonomik tenor ve rezerve sahip önemli magnetit plaser yatakları bulunmuştur. Bilhassa Ünye'nin batısından başlayan ve YeşUırmak ağzına kadar devam eden yaklaşık olarak 50 km. uzunluğundaki Çarşamba ovası sahil kısmı, ortalama magnetit tenörü %10 civarında olan 150 milyon tondan fazla görünür-{-muhtemel, ve 700 milyon ton civarında mümkün rezervli cevherli kumlara sahiptir. Bu yataklarda dinamitleme, kırma, öğütme ve taşıma masrafları yok denecek kadar az olduğu için büyük çapta kârlı bir işletme yapılabilir. Bölgede kurulabilecek bir elektrikli fırın veya bir döner firm sayesinde bu cevherlerden demir-gelik üretmek mümkündür.

**Abstract**

Eastern Black Sea coast has been investigated for its heavy mineral content, and large reserves of magnetite rich sands have been discovered. The beach sand, along the coast .between Ünye and YeşUırmak which extends about 50 km., contain 10 % magnetite in average. The viseable+probable

(•) Bu araştırma M.T.A. Enstitüsünde yürütülmüştür.  
'(\*\*) Hacettepe Üniversitesi öğretim Üyesi.

reserves of the magnetite-rich sand along this shore is about 150 million tons with a possible reserve of around 700 million tons.

As there will be almost no blasting, crushing, grinding and transportation costs, the exploitation of this ore will probably be economically feasible. For the reduction of iron, electrical or rotary furnaces may be set-up in the area.

## UYGULANAN METODLAR

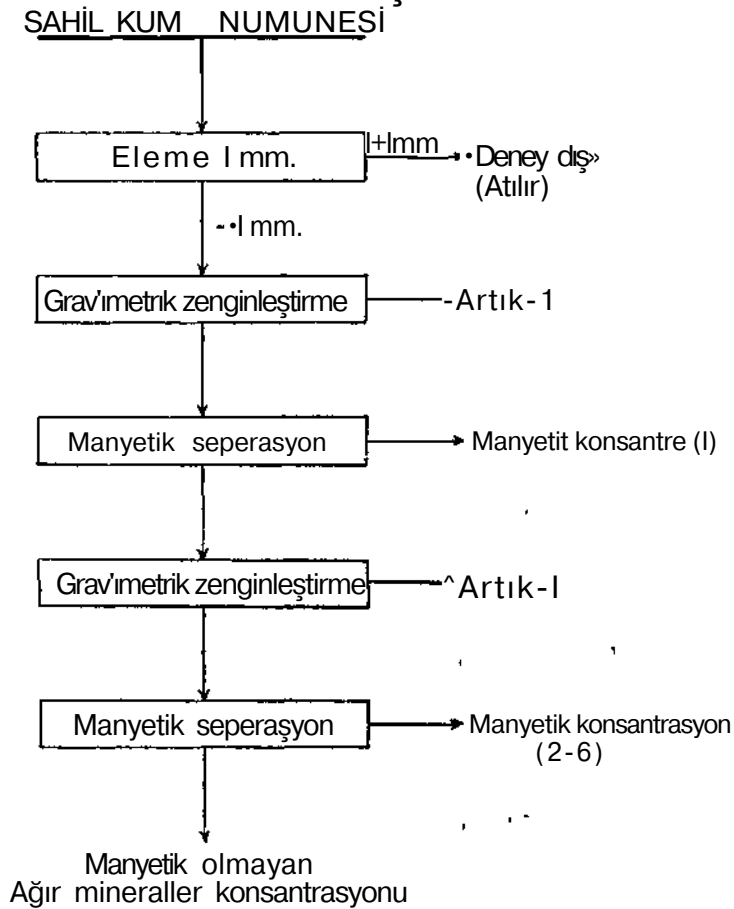
### 1 — Numune Alım

Numune alımı, çok geniş alanları kapsıyan milyonlarca tonluk bir kumsal sığhatli olarak temsil edebilecek bir şekilde planlanmıştır. Bunun için etüd edilen her sahada sahilden 10-50 m. uzaklıkta sahile paralel bir hat boyunca yaklaşık olarak 250-350 m. aralıklarla ortalama 1.5 - 2 m. derinlikte açılmış kuyulardan oluk metodu ile 50 kg. kadar numuneler alınmıştır, iki kilometre uzunluğundaki bir plajın işletilebilecek minimum bir rezerve sahip olabileceği düşünülerek, komşu 5-6 kuyudan alınan oluk numuneleri 200-300 kg.'lık kompozit numuneler halinde birleştirilmiştir. Arazide kurutulan numuneler teknolojik ayırma için merkeze gönderilmiştir.

### & — Teknolojik Ayırım

Kompozit numuneler içinde mevcut olabilecek kolumbit, kromit, şelit, volframit, kalay, altın, platin gibi ağır minerallerin mümkün olduğu kadar ayrı konsantreler halinde kazanılabilmeleri için şekil l'de akım şeması görülen teknolojik ayırım metodları uygulanmıştır. Bu minerallerin çoğunun kumdaki miktarları çok az olabileceği düşüncesiyle konsantrelerin mikroskopik ve mineralojik etüdlere yeterli miktarlarda kazanılabilmeleri için 200 - 300 küogramlık kompozit numunelerin tamamı işlenmiştir. Ağır mineral konsantrelerinin elde edilişi gravimetrik (sallantılı masa) ve manyetik seperasyon işlemleri ile sağlanmıştır. Elde edilen fraksiyonların, önce mikroskopik etüdlere mineraleri tayin edilmiş ve sonra kimyasal analizleri yapılmıştır.

## Şekil.hSAHİL KUMLARI ZENGİNLEŞTİRME DENEYLERİ AKIM ŞEMASI



### 3 — Mineralojik Etüd ve Kimyasal Analiz

Teknolojik ayırım sonucu elde edüen ağır mineral fraksiyonları ayrı ayrı mikroskopik etüde tabi küümüşlardır. Opak minerallerin etüdü için parlak kesitler yapılmış ve taneler metalografik mikroskopla; opak olmıyan mineraller için ise ince kesitler yapılmış ve petrografik mikroskopla incelenmişlerdir.

Mikroskopik inceleme sonunda önemli miktarlarda plaser mineralleri tesbit edilen fraksiyonlar kimyasal ve spektrografik metodlarla cevher elementleri ve bunlarla ilgili diğer elementler için analiz edilmişlerdir.

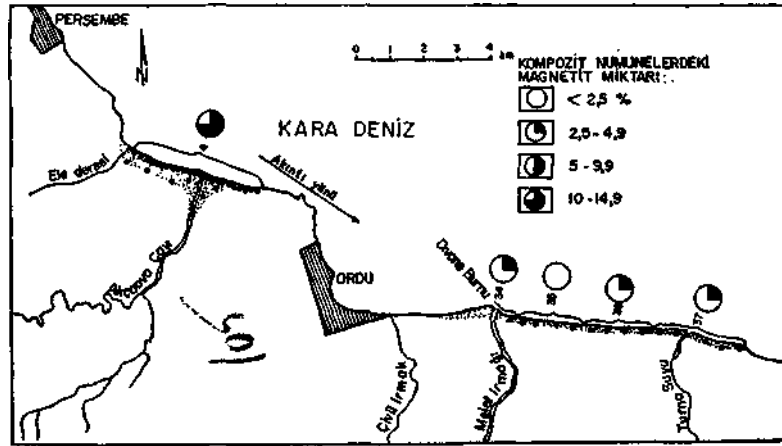
## YATAKLARIN TANIMI

Doğu Karadeniz sahil şeridinde plaser yatağı teşkil edebilecek büyüklükte genişçe kumsallar ancak önemli nehirlerin ağızlarında bulunmaktadır. Etüdü yapılan sahaları, 1 - Ordu-Divane burnu sahili, 2 - Perşembe-Efirli sahili, 3 - Ünye batı sahili 4 - Çarşamba deltası olmak üzere 4 gruba ayırmak mümkündür. Bu sahalarda elde edilen bilgiler aşağıda sıra Ue sunulmuşlardır.

### 1 — Ordu-Divane Burnu Sahili

Ordu'nun 5 km. doğusunda Turna suyu ile Melet Irmağı arasında bulunan 7 km. uzunluğundaki bu saha 25-50 m. genişliğinde dar bir sahil şeridine sahiptir (Şekül 2). Bu sahil boyunca ortalama 1.5 m. derinlikte 15 adet kuyudan alınmış olan 4 adet kompozit numunenin teknolojik ayırımı sonucunda ortalama

Şekül.2. PERSEMBE-EFİRÜ ve ORDU-DİVANE BURNU PLASERLERİ



ma %5 ağır mineral konsantrasyonu elde edilmiştir. Ağır mineraller içinde ekonomik kıymete haiz bir konsantrasyon gösteren mineraller yalnız demir oksit mineralleri olup kum içindeki ortalama miktarı %3-4 civarındadır. Birinci manyetik konsantrenin mineralojik etüdünde numune içinde magnetit, maghemit-)-hematit4-limonit, titanomagnetit+loykoksen izlenmiştir. Magnetit, kısmen martitleşmiş olup konsantrenin %50-60'ını; maghemit+hematit+limonit magnetitten dönüşmüş olup %25-35'ini teşkil etmektedir. Titanomagnetit+loykoksen ise %7-8 arasında olup loykoksen daha fazladır. Konsantrenin kimyasal analizinde %58 Fe, %5.9 TiOb, |%0.02 Cr ve %0.04 V tesbit edilmiştir.

Sahildeki hakim kıyı akıntısı doğuya doğrudur. Nitekim Melet Irmağı ve Turna suyu denize döküldükleri yerlerde doğuya doğru yön değiştirmişlerdir.

Ağır minerallerin, bazik kayalardan oluşmuş olan çevre dağlardan bu nehirler tarafından denize taşındıkları ve kıyı akıntısı tarafından bir miktar konsantre edindikleri anlaşılmaktadır. Zenginleşmenin oldukça düşük oluşu nedeniyle bu yatağın tek basma işletilmesi düşünülemez. Yerden yapılmış olan manyetometrik ölçüler 1750 - 2000 gamma civarında değerler vermektedir. 3000 gammadan büyük değerlerin kapsadığı alan çok sınırlıdır.

## 2 — Perşembe-Efirli Sahili

Ordu ile Perşembe arasında 4 km. uzunluğunda ortalama 500 m. genişliğinde bir alanı kapsamaktadır (Şekü 2). Plaj ve iç kısımlarda bol miktarda magnetit bulunduğunu kumların renginden ve el miktansıyla kolayca anlamak mümkündür. Bu plaj sahalarının çeşitli yerlerinde açılmış olan yaklaşık olarak 2'şer metre derinlikteki 30 kuyudan alınan oluk numuneler tek bir kompozit numune halinde birleştirilerek teknolojik ayırma tabii tutulmuşlardır. Ağır mineraller içinde ekonomik kıymete haiz bir konsantrasyon gösteren mineraller demir oksit mineralleri (genellikle magnetit) olup kum içindeki miktarı %14.5'dur. Bu miktarın hemen hemen tamamı birinci manyetik konsantre-

de ayrılabilmekte olup bu fraksiyonun mineralojik yapısı magnetic hematit-fmaghemit, limonit, titanomagnetit ve loykoksen olarak tesbit edilmiştir. Magnetit, kenarlarına ve (İÜ dilinim yüzeylerine paralel olarak kısmen martitleşmiş olup opak minerallerin yaklaşık olarak % 60-70 kısmını meydana getirmektedir. Hematit+maghemit, genel olarak martitleşmeyle magnetitten dönüşmüş olup opak minerallerin % 20-25 kısmını teşkil etmektedir. Titanomagnetit-f loykoksen, yaklaşık olarak %6-7 olup titanomagnetitin ümenit lamelleri nadiren rutü ve loykoksene, magnetit kısmı da biraz hematit ve maghemite dönüşmüştür. Loykoksen, titanomagnetitten biraz daha fazla bulunmaktadır. Titanomagnetitin ise ancak %30-40'lık kısmı ilmenit lamellerinden oluşmuştur. Limonit %5-10 civarındadır. Konsantrenin yaklaşık olarak %5 kadarlık kısmı eğirin-ojit gibi yeşil minerallerden ibarettir. Manyetit konsantrenin kimyasal analizinde %58.5 Fe, %6.9 TiC<sup>^</sup> %0.3 Cr ve %0.04 V tesbit edilmiştir.

Sahildeki hakim kıyı akıntısı burada da doğuya doğrudur. Ele deresi ve Akçakoca çayı tarafından denize taşınmış olan taneler kıyı akıntıları üe sahüe paralel olarak taşınırlarken hafif minerallerden ayrılarak konsantre olmuşlardır. Sahada yapılmış olan oldukça detaylı manyetometrik etüd, sahüe paralel anomali dizileri göstermektedir. Bu anomaliler Ele deresinin batısında aniden kaybolmaktadır. Bu durum kıyı akıntılarıyla plaser oluşumu hakkında yukarıda belirtilen hususu destekler niteliktedir.

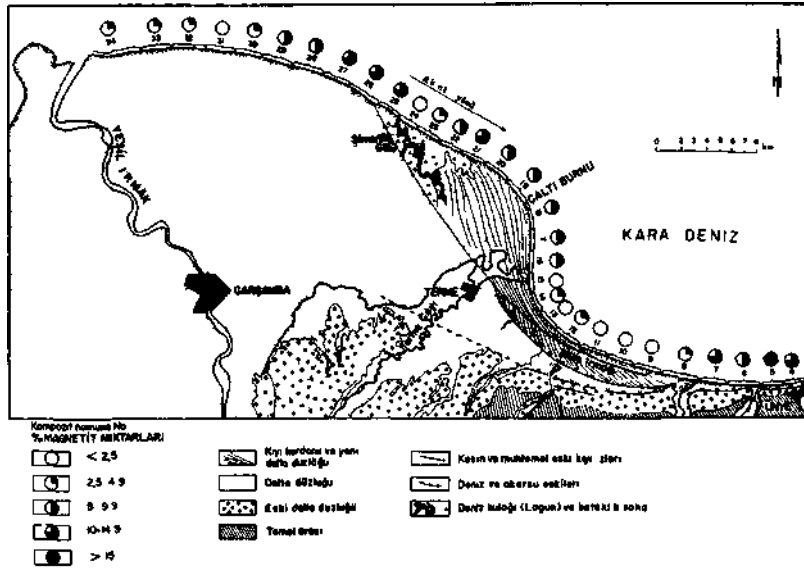
Steril alüvyonlar üzerinde ölçülen değerler 1000 gamma'nın çok altındadır. Sahanın büyük bir kısmında 1000 - 2000 gamma bir platform üzerinde bindirilmiş 2000 - 3000 gamma değerinde anomaliler mevcuttur. Bu anomaliler sahüe paralel mercerler veya çubuklar şeklinde dizilmiş olup uzunlukları 200 - 500 m. genişlikleri ise 30 - 50 m. civarındadır; görünüşleri tipik plaser mercerlerini andırmaktadır.

### 3 — Ünye **Batı Sahili**

Ünye üçe merkezinden başlayarak batıya doğru akçay nehrinin ağzına kadar devam eden 9 km. uzunluğundaki sahü şe-

ridini içine almaktadır (Şekil 3). Ortalama genişliği 400 m. civarındadır. Sahada 2-3 m. derinliğe kadar inen 35 adet kuyu açılmış olup komşu 8-10 kuyudan alınan numuneler birleştirilerek 4 adet kompozit numune teşkil edilmiştir. Bu kompozit numunelerin I. manyetik konsantrasyonu numunenin (doğudakinden batıdakine doğru sıra ile) %14.5, %16.5, %8.5, %10.5'ini oluşturmaktadır. En fazla konsantrasyon diğer sahalarda olduğu gibi Akçay ve Curi ırmaklarının doğu tarafında bulunmaktadır. Akçay'ın batısında deniz ile Miliç suyu arasında kalan ince bir kıyı kordonu (sand-bar) içinde magnetit miktarı %2.5'un altına düşmektedir. Fotojeomorfolojik gözlemler bu kıyı kordonunun Çarşamba deltasının doğu sahilinden doğuya doğru olan kıyı akıntılarıyla taşınmış ve genellikle hafif minerallerden oluşmuş olduğunu göstermektedir. Miliçsuyu burada bir çeşit diskordans sınırını belirtmektedir.

Şekil.3 : ÇARŞAMBA\_UNYE DELTASININ JEOMORFOLOJİSİ ve SAHİL ŞERİDİNDEKİ MAGNETİT DAĞILIMLARI



Bu diskordans çizgisinin güneyinde kalan kumlarda daha yüksek miktarlarda ağır mineral konsantrasyonları beklenebilir.

Yukarıda belirtilen I. manyetik konsantre ürününün mineralojik ve kimyasal analizleri aynen Perşembe-Efirli sahilindeki gibidir. Dolayısıyla, burada bu değerlerin tekrar edilmesine gerek görülmemiştir.

Ham kumun %1.6'sını teşkil eden 3. manyetik konsantre ürünlerinin de mikroskopik analizleri yapılmıştır. Bu fraksiyonun % 10-20'si maden minerallerinden ve % 80-90'ı süikat minerallerinden oluşmuştur. Maden minerallerinin %60-70'i hematit, %10-15'i limonit, %10-15'i rutü+ilmenit+loykoksen, %5-10 magnetit, 5-10 kromit olduğu görülmüştür. Silikat mineralleri olarak bol miktarda piroksen ve çok az miktarda hornblend izlenmiştir.

Bu sahilde de detay manyetometrik etüd yapılmıştır. Elde edilen manyetometrik anomalüer 2000 gammahk yüksek bir plâtfon üzerine oturmuş 2000 - 3500 gammahk anomali değerleri vermektedir.

#### 4 — Çarşamba Deltası

Çarşamba deltası Terme çayı ve bilhassa Yeşürmak tarafından oluşturulmuş yaklaşık olarak 40km. uzunluğunda ve 20 km. genişliğinde bir Kuaterner deltasıdır (Şekü 3). Akar sular delta oluşumu esnasında büyük ölçüde yer değiştirmişlerdir. En son olarak, Terme çayının kuzey kolunun Semenlik gölü ile bağlantısı kesümiştir. Bu akar sular tarafından karalardan denize taşınan<sup>1</sup> klastik taneler, deniz kıyı akıntıları tarafından en azından ikinci bir taşınma işlemine uğramışlardır, örneğin; Semenlik Gölü üe Çaltı burnu arasında delta parçası, daha ziyade deltanın kuzey sahilinin, doğuya doğru olan kıyı akıntıları tarafından aşındırılmaları ve burada yeniden birikmeleri sonucunda oluşmuş oldukları hava fotoğraflarından iyi bir şekilde izlenebilmektedir. Bu ikinci taşınma ve birikme sonucu kum içindeki ağır minerallerin yeni sahilde daha çok zenginleşmiş oldukları anlaşılmaktadır. Hafif mineraller ise daha uzağa taşınarak Miliç suyu kıyı kordonunu oluşturmuşlardır.

Bu şekilde ağır ve hafif minerallerin ayrılmaları bir sallantılı masanın çalışma prensibine uymakta olup Miliç suyu kıyı



kordonu sallantılı masanın artık ürününe (tailing) benzemektedir.

Arazide ve hava fotoğraflarından, delta içinde bir kaç eski kıyı sahilinin ve şekillerin varlığı gözlenebilmektedir. Delta oluşumunun tarihçesini ortaya çıkarmak ve dolayısıyla muhtemel eski plaser yatakları hakkında önemli ipuçları elde etmek için deltanın detaylı olarak etüd edilmesi gerekmektedir.

Ağır mineraller bakımından etüd edilen ve önemli konsantrasyonlar bulunan saha Yeşilirmak ağzı üe Terme İlçesinin doğusuna kadar uzanan 35 km. uzunluğundaki sahil şeridini kapsamaktadır. Bu sahü boyunca denizden 20-50 m. uzaklıkta ortalama derinliği 2 m. olan 77 adet kuyu açılmıştır. Komşu 4-5 kuyudan alınan numuneler birleştirilerek 18 adet kompozit numune elde edilmiştir. Bu numunelerin 1. manyetik konsantrasyonundaki ağır mineral miktarı %2.5 üe %15 arasında değişmekte olup ortalama değeri %9 civarındadır. Her kompozit numunenin 1. manyetik konsantrasyonlarının mineralojik etüdü yapılmış olup numunelerin oldukça homojen oldukları, yani mineralojik olarak birbirlerine çok benzedikleri görülmüştür. Bu 1. konsantrasyonlar, magnetit, maghemit+hematit, limonit, kromit, titanomagnetit ve loykoksenden oluşmuşlardır. Magnetit, % 50-60 miktarında olup kısmen martitleşmiştir. Magnetitten dönüşmüş olan maghemit+hematit % 20-30 miktarında, kromit %5-10 miktarında olup çatlakları ve kenarları boyunca kısmen magnetitleşmiştir. Titanomagnetit+loykoksen yaklaşık olarak %7-8 civarında olup loykoksen titanomagnetitlerdeki ilmenitlerden daha fazladır. Loykoksen genel olarak magnetitle bir arada bulunmaktadır. Limonit takriben %5-6 civarındadır. Gang mineralleri %5 civarında olup genellikle ojittir. 1. manyetik konsantrasyonun kimyasal analizlerinde %58 Fe %6 TiO<sub>2</sub>, %0.7 Cr ve %0.04 V tesbit edilmiştir.

Her kompozit numuneye ait 1. manyetik konsantrasyon ürünlerinin granülometrik analizleri yapılarak tane büyüklükleri bakımından da numunelerin birbirlerine çok benzedikleri görülmüştür. Ortalama olarak magnetik tanelerin %94'ü 88 ile 250 mikron arasındadır.

Kompozit numunelerin yan-manyetik (IH. manyetik konsantrasyon) ürünü ham kumun %1-2'sini teşkü etmektedir. Bu frak-

siyon içinde %95 civarında maden ve %5 civarında silikat mineralleri izlenmiştir. Maden minerallerinin %40-50'sini hematit, %20-30'unu kramit, %10-15'ini magnetit, %15'ini rutü+ilmenit+loykoksen, %10-15'ini de limonit oluşturmaktadır. Silikat mineralleri olarak piroksen ve granat izlenmiştir.

Manyetik olmayan veya çok az manyetik olan ağır mineral fraksiyonu ham kumun %0.1 kadar olup bunun %50-60'ı maden minerallerinden ve %40-50'si silikat minerallerinden oluşmuştur. Maden minerallerinin %30-40'ı hematit, %30-40'ı kromit, %10-15'i limonit ve %15-20'si rutil+ilmenit+loykoksenden ibarettir. Silikat mineralleri ise egirin-ojit ve granattır.

Çarşamba sahilindeki ağır mineraller dışındaki minerallerin neler olduklarını tesbit etmek amacıyla gravimetrik seperasyon artığı (I. artık) mikroskopik olarak incelenmiştir. Bu artığın %4'ünün cevher minerallerinden (küçük taneler) halinde Loykoksen, eser rutü, hematit, hematite dönüşmüş magnetit ve serbest halde eser miktarda kromit, limonit, magnetitten oluştuğu tesbit edilmiştir. Artığın %96'sı ise bol miktarda piroksen (egirin-ojit) plajoklas (Labrodorit, bitovnit, sanidin) üe kriptokristalin-mikrokristalin karbonat, hiyalofusif kayaç parçaları, kuars, epidot, kumtaşı, çört, epidotlu kuvars parçaları ihtiva etmektedir.

## EKONOMİK DÜŞÜNCELER

### 1 — Yatakların Bezer ve Tenor Durumları

Doğu Karadeniz plaserlerinin rezerv ve tenor durumlarını sıhhatli olarak hesaplamak için henüz elde yeterli veriler mevcut değildir. Bununla beraber, arazi gözlemleri ve sahaların jeolojik-jeomorfolojik durumları gözönüne alarak bir rezerv tahmini yapılmış olup Tablo 1 ve Tablo 2'de sunulmuştur. Bu rakamların, elde edilecek yeni verilerin ışığı altında leyhte veya aleyhte olarak bir miktar değişebilir. Yaklaşık olarak %3 tenörlü ve 30 milyon ton tuvenan rezervli bir magnetit plaser yatağının ekonomik olarak işletilebildiği düşünülürse Çarşamba-Ünye plaserinin çok büyük bir potansiyele sahip olduğu, ve dolayısıyla

**Tablo 1 – Doğu Karadeniz Plaserlerinin Tavanan Rezervleri**

<b>Teri</b>	Tenor	GÖRÜNÜR+MUHTEMEL		TOPLAM (GÖR+MUH.+MÜM.)	
	% Magnetit	Boyutlar (m)	Ton	Boyutlar (m)	Ton
Ordu-Divam B.	3.5	7.000x100X5	3.500.000	7.000X200x10	14.000.000
Perşembe -Efirli	14	4.000X100X10	4.000.000	4.000X200X20	16.000.000
Ünye batısı	12	9.000x200X10	36.000.000	9.000x300X20	108.000.000
Çarşamba	9	35.000X200 x 10	140.000.000	35.000X5000X20	700.000.000
<b>Toplam</b>	<b>3.5-14</b>		<b>18S.000.000</b>		<b>816.000.000</b>

la rezerv ve tenor bakımından, ekonomik olarak işletilebilecek bir yatak olduğu **görülür**.

**Tablo 2 — Doğu Karadeniz Plaserlerinin Konsantre Magnetit Rezervleri**

Y e r i	% Fe	(Ton magnetit) Görünür+Muh.	Toplam (Ton Magnetit) (Gor.Mnh.Mttm.)
Ordu - Divane Burnu	58	70.000	350.000
Pergembe - Efirli	58.5	560.000	2.240.000
Ünye .batısı	58.5	4.320.000	10.800.000
Çarşamba	58	12.600.000	63.000.000
<b>Toplam</b>	<b>58.2</b>	<b>17.550.000</b>	<b>76.380.000</b>

## 2 — Soranlar ve Çözüm Yolları

a) **Titan Sorunu:** Doğu Karadeniz plaser magnetitleri ortalama olarak %66  $TiO_2$  içermektedir. Yüksek fırınlarda işlenecek cevherlerdeki  $TiQ_2$  miktarının %1'den az olması istenilmektedir. Diğer yandan titanlı cevherlerin elektrik veya döner fırınlarda işlenmesi mümkündür. Örneğin Japonlar kendi sahülerinden işlettikleri %8-12  $TiO_2$  içeren % 53-59 Fe değerli plaser manyetitleri üe Filipinler'den ithal ettikleri %6  $TiO_2$  içeren %60 Fe değerli plaser cevher konsantrelerini elektrikli fırınlarda iza-be ederek üstün kaliteli çelik üretmektedirler. Filipinler, bu titanlı manyetit konsantreden Japonya'ya her yıl **600.000** ton ihraç etmektedirler (Macdonald, **1971**). Döner firm metodları üe titanlı cevherlerden sünger demir elde edilmesi eskidenberi uygulanmakta olan bir metoddur. Bu metotta cürufa geçen (fakat fırını tıkamıyan)  $TiO_2$  ve az miktarda  $TiC_4$  oluşmaktadır. Titanca zengin olan bu cüruf, ayrıca Ti elde edüebüecek bir cevher özelliğini taşıyabilir.

b) **Çevre Sorunu:** Sahil plaser yatağı işletmeciliğinin tarımsal, turistik ve tabii güzellik bakımından sakıncalı ve hatta zararlı sonuçlar yaratan çevre sorunları doğuracağı akla gelebilir.

Fakat Doğu Karadeniz'de en büyük rezerve sahip olan Çarşamba deltası sahil şeridi için bu düşünceler geçerli değildir; zira bu sahilde kavakçılık dışında hiç bir tarımsal faaliyet yoktur, ayrıca çoğu yeri bataklık olan bu sahilde turistik faaliyet olmadığı gibi tabu güzellik te mevcut değildir. Böyle bir sahilde yapılacak bir plaser işletmeciliği bir çevre sorunu yaratmayacak büakıs, iyi planlandığı takdirde, çevrenin tarımsal ve turistik yönlerden geliştirilmesine yanyacaktır. Nitekim maden işletmesi yapılmış olan Avustralya sahillerinin madencilik sayesinde tarımsal, turistik ve tabu güzellik bakımından geliştirilmiş ve çevrenin daha yararlı bir hale sokulmuş olduğu görülmektedir. Bu bakımlardan Karadeniz sahil plaserlerinin işletilmesi aynı zamanda çevrenin değerlendirilmesine ve güzelleştirilmesine yarayacaktır. Ancak böyle bir işletmenin Enerji ve Tabu Kaynaklar, Sanayi ve Teknoloji, Tarım ve Turizm Bakanlıklarınca beraberce hazırlanmış ve devlet projesi ve işletmesi olması şarttır.

#### **Kaynaklar**

1. Köksoy, M. ve Uncugil G., 1971, "Sahil Plaserleri Prospeksiyonu ve değerlendirme projesi". M.T.A. Derleme no: 4702.
2. Köksoy, M., 1973, "Doğu Karadeniz plaser magnetit yatakları". M.T.A. derlemesinde.
- 3J Macdonald, E. H., 1971, "Magnetite sands of Luson Island, Philippines": T.J.N. Technical Bulletin, v. 5, p. 79-81. (Special Volume - Detrial Heavy Minerals)

