

# Avrupa İçin Yeni Bir Kaynak: Türkiye Grafit Oluşumları

Alp İlhan  
Maden Grup Arama Müdürü  
alpilhan@sonertm.com  
Ramazan Sarı  
Projeler Müdürü  
Yonca Yıldırım Çörtenlioğlu  
Database Yöneticisi

Grafit, günümüz endüstrisi için kritik öneme sahip metalik olmayan hammadde kaynaklarından biridir. Fiziksel-kimyasal özellikleri ve ısıya karşı yüksek direnci onu mükemmel bir termal

ve elektrik iletkeni yapmaktadır. Çelik imalatında ve metal endüstrisinin döküm kalıplarının kaplanmasında, motor parçaları, mekanik salmastralar, korozyon önleyici boya, lit-yum-iyon ve alkalin piller, akıllı telefonlar, elektrikli arabalar gibi küçük elektronik cihazlar, grafit mineralleri tüketen başlıca endüstri kollarındandır. Grafit, 2016 yılından itibaren Avrupa Birliği (AB) için kritik hammaddelerden biri olarak belirlenmiştir.

Grafit, karbon elementinin ortak bir formuna verilen adıdır ve altıgen kafes katmanları ile karakterizedir. Dünyada çok sayıda yataкта doğal mineral olarak oluşan grafit, birçok endüstriyel uygulamada kullanılmaktadır. Yumuşak ve esnektir, ancak elastik değildir. Doğal grafitin ticari kaynakları yaygın olarak **pul**, **damar** veya **amorf** olarak sınıflandırılır.

**Pul grafit** çoğunlukla, tortullar içinde biriken organik karbonun tipik olarak 5 kilobar'ı aşan basınç ve 700 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarla grafitte dönüştürüldüğü yüksek dereceli metamorfik kayalar ile ilişkilidir. Grafit genellikle kuvars-biyotit şist, gnays, ortokuvarsit ve mermerler içerisinde gözlenmektedir. Yüksek saflıkta pul grafit, kimyasal saflaştırma yapılmadan yüzdürme ile üretilebilir. Pulların esnek olması nedeniyle akü anotların-

da kullanım için çok küçük patates şekillerine dönüştürülebilir. Tenörleri %85-97 C (grafit formunda toplam karbon derecesi) arasında değişmektedir.

**Damar tipi grafit**, grafitik karbon ve/veya karbonca zengin sıvıların grafit kütleleri olarak göç ettiği ve yerleştiği kırık, dolgu, damar benzeri yapılar şeklinde oluşur. Yüksek dereceli, damar tarzı grafit birçok ülkede bulunmasına karşın ekonomik olarak şu anda sadece Sri Lanka'da üretimi yapılmaktadır. Damar tipi grafitlerin tenör değerleri %90-99 C arasındadır.

**Amorf grafit** ise çoğunlukla yüksek basınçlı bölgesel metamorfizma sırasında değişken grafitleşme sürecinden geçmiş antrasitik kömür damarlarından üretilir. Bu grafit formu tipik olarak masiftir ve grafit cevherinden kolayca ayrılamayan nispeten yüksek seviyelerde ince taneli kirliliklere sahiptir. Ticari tenörleri tipik olarak %75 ila %85 C arasındadır. Amorf grafit, uygun kristalin kalitede yanmış petro kok kömürü gibi amorf karbon malzemelerin, 2.300 ila 3.000 °C arasındaki sıcaklıklarda indirgeyici bir ortamda ısıtılmasıyla elde edilmektedir. Ülkemizde en çok amorf türde grafit yataklanmaları gözlenmektedir.

Grafit yataklarının ekonomik değerlendirmesinde aşağıdaki faktörler önemlidir:

- a) Cevher kütlelerinin tipi, büyüklüğü, derecesi ve tonajı
- b) Grafit tanelerinin cevherlerdeki tane büyüklüğü ve dağılımı.

Ticari grafit nispeten pahalı bir endüstriyel mineraldir ve kaliteli grafit konsantreleri elde etmek için zenginleştirme şarttır.

| Üretim Yılı | 2011 <sup>(5)</sup> | 2012 <sup>(5)</sup> | 2013 <sup>(5)</sup> | 2014 <sup>(5)</sup> | 2015 <sup>(5)</sup> | 2016 <sup>(5)</sup> | 2017 <sup>(5)</sup> | 2018 <sup>(12)</sup> | 2019 <sup>(16)</sup> | Toplam Üretim (t) | Rezerv (t) <sup>(16)</sup> |
|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|
| Çin         | 800.000             | 800.000             | 750.000             | 780.000             | 780.000             | 780.000             | 780.000             | 630.000              | 700.000              | 6.800.000         | 73.000.000                 |
| Hindistan   | 150.000             | 160.000             | 170.000             | 170.000             | 170.000             | 170.000             | 150.000             | 35.000               | 35.000               | 1.210.000         | 8.000.000                  |
| Brezilya    | 73.000              | 110.000             | 95.000              | 80.000              | 80.000              | 80.000              | 95.000              | 95.000               | 96.000               | 804.000           | 72.000.000                 |
| Kanada      | 25.000              | 25.000              | 20.000              | 30.000              | 30.000              | 21.000              | 30.000              | 40.000               | 40.000               | 261.000           |                            |
| Kuzey Kore  | 30.000              | 30.000              | 30.000              | 30.000              | 30.000              | 30.000              | 6.000               | 6.000                | 6.000                | 198.000           | 2.000.000                  |
| Madagaskar  | 4.000               | 4.000               | 4.000               | 5.000               | 5.000               | 8.000               | 7.000               | 46.900               | 47.000               | 130.900           | 1.600.000                  |
| Rusya       | -                   | -                   | 14.000              | 15.000              | 15.000              | 15.000              | 19.000              | 25.200               | 25.000               | 128.200           |                            |
| Türkiye     | 10.000              | 5.000               | 5.000               | 29.000              | 32.000              | 32.000              | 4.000               | 2.000                | 2.000                | 121.000           |                            |
| Meksika     | 7.000               | 8.000               | 7.000               | 22.000              | 22.000              | 22.000              | 4.000               | 9.000                | 9.000                | 110.000           | 3.100.000                  |
| Ukrayna     | 6.000               | 6.000               | 6.000               | 5.000               | 5.000               | 5.000               | 15.000              | 20.000               | 20.000               | 88.000            |                            |
| Norveç      | 2.000               | 2.000               | 2.000               | 8.000               | 8.000               | 8.000               | 8.000               | 16.000               | 16.000               | 70.000            | 600.000                    |
| Pakistan    | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | 14.000              | 14.000              | 14.000               | 14.000               | 56.000            |                            |
| Zimbabve    | -                   | 6.000               | 4.000               | 7.000               | 7.000               | 7.000               | 6.000               | 2.000                | 2.000                | 41.000            |                            |

Tablo 1. 2011-2019 yılları arasında grafit üreticileri ve üretim miktarları<sup>5,12,16</sup>



ya-Oysu, Kahramanmaraş-Göksun, Konya, Yozgat-Akdağmadeni ve Kırklareli yatak ve zuhurlarıdır. Bu yatakların yanı sıra, hala Orta Anadolu'da bulunan ve henüz grafitleşme süreçlerini tamamlamamış genç volkanik faaliyetlerin etkisi altında olan bazı meta-antrasit yataklarının yanı sıra hala keşfedilmemiş birçok yatak veya zuhur vardır<sup>13</sup> (Tablo 3 ve Şekil 1).

Türkiye'nin aktif grafit madeni Kütahya-Oysu yatağı, Kütahya ilinin güney kesiminde bulunmaktadır (Şekil 1). Maden işletmesi 1990'ların başında başlamıştır ve 1993 ile 2004 yılları arasında ekonomik ve teknolojik nedenlerle üretim askıya alınmıştır. 2004'ten sonra grafit talebinin artması Oysu yatağında grafit flotasyon sürecinin yeniden kurulmasına neden olmuştur (Şekil 2c).

Oysu yatağındaki grafit mineralizasyonu, yüksek sıcaklık ve yüksek basınç koşullarını temsil eden amfibolit gnays, şist, kuvarsit ve mermerden oluşan Üst Paleozoik yaşlı Emirgazi Formasyonu'nda bulunmaktadır. Amorf grafit mineralizasyonu, metamorfik tabakalar boyunca yayılmış olarak görülür. Güçlü tektonik deformasyon nedeniyle, cevher zonları genellikle süreksizdir ve cevher kalınlığı 5-10 metre arasında değişmektedir<sup>14</sup>. Yatak 7,2 milyon ton grafit cevheri (JORC bazlı) ve potansiyel olarak 125 milyon ton grafit cevheri içerir. Bölgedeki cevherleşme 1992 yılından beri özel bir şirkete ait olup, grafit mineralizasyonunun daha derinlerde (225 m'den fazla) varlığından ve 15 yıllık maden ömrünün bulunduğu bahsedilmektedir<sup>17</sup>.

Muğla-Milas grafit yatağı, Menderes Masifi içerisinde yer alan ve benzer amfibolit gnays ve şist birimleri tarafından barındırılan bir başka grafit cevherleşmesidir. Yatak, 1990'lı yılların başında özel bir Türk şirketi tarafından işletilmiştir (Şekil 2d).

Kastamonu-Doğanyurt yatağı, 2017 yılında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından keşfedilen yeni grafit cevherleşmesine sahiptir. Yapılan sondajlı çalışmalar sonucunda gnays, granitik gnays ve granodiyorit içinde grafit bakımından zengin katmanlar tanımlanmıştır. Yatağın fizibilite çalışmaları günümüzde devam etmektedir (Şekil 2e)<sup>11</sup>.

Konya-Derbent grafit mineralizasyonu, Konya şehir merkezinin 30 km kuzeyinde yer almaktadır. Yatak, glokfanit ve sillimanit bakımından zengin metamorfik kayalara sahip yüksek basınçlı yeşilşist fasiyesinde bulunmaktadır. Bu tür metamorfik kayalar Sultandağ masifi, Kastamonu masifi ve Tokat masifi boyunca görülmektedir. Konya Derbent bölgesindeki grafit oluşumları, Tepeköy, Meydanköy ve Tatköy oluşumları ile coğrafi ve litolojik olarak gruplandırılmıştır. Tepeköy'ün kuzeyinde dört tip grafit vardır. İlk tip grafit mineralizasyonu kuvarsit biriminde oluşmuş ve damarların kalınlığı 20 cm ile 30 cm arasında değişmektedir. İkinci ve dördüncü tip grafit cevherleşmeleri çoğunlukla kireçtaşı-şist ve kristalize kireçtaşındadır görülür. Kalınlıkları 1m ile 5m arasında değişmektedir. Üçüncü tip grafit mineralizasyonu, fillit ile arakatmanlı şeklinde oluşmuş olup kalınlığı yaklaşık 1m'dir. Tatköy'ün doğusunda, 50 cm ile 2 m kalınlıktaki grafit mineralizasyonu, Bağrıkkurt formasyonunun içindeki me-

takumtaşı-fillit birimlerinde görülür. Grafit tabakaları metamorfizma ve deformasyon sonucu yapraklanmış ve ayrılmışlardır. Meydanköy'ün 1 km kuzeybatısında iki tür grafit vardır; İlk tip fillit ve metakumtaşı arasında, 1cm ile 20cm arasında değişen kalınlıklı, ikinci tip ise fillit-metakumtaşı ve metakuvars konglomera üzerinde, 2 m ile 2,5 m arasında değişen kalınlıklı olarak gözlenmektedir. Bütün grafit türleri çevredeki metamorfik kayalara paralel tabakalanma gösterir<sup>9</sup>.

Balıkesir-Susurluk grafit cevherleri iri kristal grafit tipindedir ve Türkiye'de en iyi kaliteye sahiptir. Grafit mineralizasyonu çoğunlukla kuvvetli deforme olmuş metamorfik kayalar boyunca granitik sokulumlarla ilişkilidir. Karbon dereceleri genellikle %70 C'nin üzerindedir; ancak, maden işletmelerine izin verilmeyecek şekilde İzmir-Bursa karayoluna çok yakındır. Ayrıca Susurluk ilçesinde çok sayıda kaba kristal grafit oluşumu, bölgede yeni bir keşif olasılığını arttırmaktadır (Şekil 1). Paleozoik yaşlı Amfibolitik Metamorfik kayalar üzerinde çok sayıda grafit oluşumu hala yeni keşiflere açıktır.

Doğu Türkiye'nin son zamanlardaki grafit oluşumları da cevherleşmenin gizli potansiyelini göstermektedir. Batı Türkiye'deki Menderes Masifi Metamorfik kayaları aktif grafit madenciliğine ev sahipliği yapar ve potansiyel olarak daha fazla grafit yatağının var olabileceğini de işaret etmektedir (Şekil 1).



Şekil 2. a) Kırklareli Istanca Masifi grafit oluşumu<sup>11</sup>, b) Mersin İlçesi'nden<sup>15</sup> grafit mostra görünümü (c) Aktif grafit madeni, Kütahya-Oysu Yatağı<sup>17</sup>, d) Muğla-Milas grafit oluşumu<sup>17</sup>, e) Kastamonu Doğanyurt sondajı karot grafit örneği<sup>11</sup>

## Grafit Zenginleştirme Teknolojisi

Yüksek tenörlü grafit ürünlerine olan talebin artması, grafit mineralizasyonu içerisindeki tenör düşürücü yabancı maddeleri ortadan kaldırmak için çeşitli yaklaşımların geliştirilmesine►

yol açmıştır. Çeşitli reaktifler ile ufalama, yüzdürme, ayırma, liç ve alkali kavurma işlemleri, genellikle grafit ürünlerini üretmek ve zenginleştirmek için kullanılır.

Grafit ürünlerinin boyutu ve derecesi, ticari uygulamalarda önemli parametreler olduğundan, büyük pulların miktarını en üst düzeye çıkarmak ve pul boyutlarını azaltacak herhangi bir işleme problemini en aza indirmek gerekmektedir. Serbest kalan grafit doğal olarak su geçirmezdir ve yüzdürülebilir. Ürün kalitesi ve geri kazanımı en üst düzeye çıkarmak için grafit cevherinin zenginleştirilmesi sırasında kalan kirliliklerin en az maliyetle uzaklaştırılması için dikkatli bir değerlendirme gereklidir.

Türkiye'nin grafit oluşumlarının en büyük zorlukları, saçınım halde küçük formlar sergilemeleri ve çok küçük taneli inorganik materyaller içinde bulunmalarından kaynaklanmaktadır. Türkiye'de mevcut olan teknolojik imkanlarda öğütme maliyetlidir ve malzemelerin birbirinden ayrılması çok zor görünmektedir.

Grafit numunelerinin yüzdürme ile zenginleştirilmesi sırasında kritik girdiler; yüzdürmenin pH'ı, bastırıcının miktarı, toplayıcının miktarı, köpürtücü miktarı, yüzdürme zamanı, katı oranı ve parçacıkların büyüklüğü şeklinde sıralanabilir. Dünya çapında kömür temizliği için kullanılan yoğun ortam ayırma (DMS), en etkili endüstriyel yerçekimi tabanlı ayırıcıdır. Genel olarak, daha az gang mineralleri ve daha yüksek karbon içeriğine sahip grafit, daha düşük yoğunluğa sahiptir ve DMS'de yüzmeye meyillidir. Grafit cevherleri için özel olarak üretilen bazı reaktif setleri de farklı grafit sahalarında bazı firmalar tarafından başarıyla test edilmiştir.

Flotasyon yöntemi, Türkiye'de grafit cevheri zenginleştirme işleminde uygulanan yaygın bir yöntemdir. Flotasyon işlemine, asit liç veya alkali pişirme yöntemleri de eklenir. Bu yöntemler Muğla-Milas<sup>10</sup>, Yozgat-Akdağmadeni<sup>8</sup>, Kastamonu-İnebol, Konya-Derbent<sup>7</sup>, Balıkesir- Demirkapı<sup>3</sup> ve Kütahya-Oysu<sup>14</sup> gibi bazı grafit oluşumları için uygulanmıştır.

Liçing yöntemiyle yapılan kimyasal saflaştırma, flotasyondan sonra yüksek saflıkta grafit üretmek için uygulanan en yaygın tekniktir<sup>1</sup>. Geri kalan yabancı maddelere bağlı olarak, HCl, HF, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve HNO<sub>3</sub> gibi farklı asitler veya bunların bir karışımı kullanılabilir. Alkali pişirme yöntemi hem silikatları hem de sülfürleri grafit konsantrelerinden çıkarmak için etkili bir yöntemdir. Yüksek sıcaklıkta (500 °C'nin üzerinde) alkali pişirme, sülfürlerin grafit mineralizasyonundan uzaklaştırılmasında etkili olmaktadır.

1999 yılında yapılan çalışmada, Muğla-Milas grafit cevherinin flotasyon işlemi sürecinde bir toplayıcının erken aşamada kullanılmasının etkisi üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Bir bastırıcı reaktif madde olarak akaryakıt ve gazyağı karışımı kullanılırken, köpürtme maddesi olarak Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> kullanılmıştır. Deneyler, temel flotasyon, üç aşamalı temizleme ve tek aşamalı tarama devresi ile gerçekleştirilmiştir. Yüzdürme testleri Milas-Yaylıdere cevherinin yüzdürme ile zenginleştirilebildiğini ve % 90-92 C ile konsantre edildiğini göstermiştir.<sup>10</sup>

2001 yılında yapılan çalışmada iki sıvılı iki sıvılı flotasyon yöntemini kullanarak Yozgat-Akdağmadeni grafitlerinin zenginleştirilmesi incelenmiştir. Toplayıcı olarak gazyağı kullanılmış ve reaktif dozu, pH, toz (pulp) yoğunluğu, yüzdürme süresi ve karıştırma hızı parametrelerinin etkileri de araştırılmıştır. Çok aşamalı testler sonucunda, birinci ekstraksiyon aşamasında %55,24 geri kazanımı ile %30,80 C konsantresi ve ikinci aşamada %11,62'lik göreceli daha düşük geri kazanımı ile %67,71 C konsantresi elde edilmiştir.<sup>8</sup>

MTA tarafından Konya Derbent Çoraklıdere ve Mülâyimköy grafit oluşumlarında yapılan deneysel çalışmalarda<sup>2</sup> CaCO<sub>3</sub> ile Ph: 9 koşullarına ayarlanmış bir silikat baskılayıcı olarak Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>; bastırıcı olarak FeS<sub>2</sub>, toplayıcı olarak gazyağı ve köpürtücü olarak MIBC kullanılmıştır. Mülâyimköy örneğindeki zenginleştirme çalışmalarında, yeterli verim ve karbon derecesine ulaşılmadığı tespit edilmiştir. Çoraklıdere örneğinde %13,40 C'lik bir konsantrasyon elde edilmiştir. Flotasyondaki dereceyi arttırmak için, 20 dakika boyunca 65, 70 veya 75 toz (pulp) yoğunluğunda yüzey aşınması uygulanarak serbestleşme artırılmış ve sabit karbon içeriği %18,96 C'ye ulaşmıştır.

2006 yılında ise, Kastamonu-İnebolu, Yozgat-Akdağmadeni, Balıkesir-Demirkapı, Konya-Coraklıdere ve Kütahya-Altıntaş grafit cevherleri üzerinde çalışılmıştır. Örneklere yüzdürme uygulanarak optimum koşullar altında elde edilen yüzdürme ön konsantreleri iki aşamada zenginleştirilmiştir. İlk aşamada, ağır ortam ile zenginleştirme çalışmaları ve ikinci aşamada, NaOH ile doğrudan asit liç ve pişirme, ardından su ve asit liçi uygulanmıştır. Yüzdürme deneylerinde, bir toplayıcı olarak gazyağı, bir bastırıcı olarak sodyum silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>), bir köpürtücü olarak çam yağı kullanılmıştır. PH, katı oran ve tane büyüklüğünün etkileri kapsamlı olarak araştırılmıştır. Sonuçlar, asit özütleme ve alkali pişirme işleminin kısmi dereceli verimle sonuçlandığını, ağır ortam yönteminin başarılı olmadığını göstermiştir.<sup>6</sup>

2006 yılında yapılan diğer bir çalışmada, Balıkesir-Demirkapı iri taneli grafit cevherinin zenginleşmesi; aşındırıcı, karıştırma ve flotasyon uygulanarak araştırılmıştır. Gang minerallerini önlemek için toplayıcı olarak gazyağı, köpürtücü olarak çam yağı ve bastırıcı olarak sodyum silikat kullanılmıştır. Çalışmada, toplam karbon derecelerinin %84,43'ünün %97,27 verim ile elde edilebileceği sonucuna varılmıştır.<sup>3</sup>

Kütahya-Oysu aktif madenin yüzdürme parametrelerini geliştirmeyi amaçlayan son bir çalışmada cevher tane büyüklüğü, ortam pH değeri, toplayıcı, baskılayıcı ve köpük miktarlarının etkileri incelenmiştir. Deneyler sonucunda, grafit cevherinin verimli yüzdürülmesi için optimum cevher tane boyutunun -300 mikron olduğu; bu boyutun altında, grafitin gang minerallerinin yüzeyine sıvalı olduğu ve konsantre derecesinde bir düşüşe neden olduğu belirlenmiştir. Temizleme ve süpürme işleminden sonra laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen yüzdürme deneyleri, son konsantrasyonda %71,59 yüzdürme verimi ve %76,89 organik karbon içeriği elde edilmiştir<sup>14</sup>. Ayrıca Anamur-Bozyazı bölge►

sinin grafit cevherine bir dizi liç işlemleri uygulanmıştır. Deneyler, grafitte çoğunlukla  $\text{CaCO}_3$  olan gang minerallerini eriterek grafitin zenginleştirilmesine dayanmaktadır. HCl konsantrasyonu, katı oranı, tane büyüklüğü ve liç süresi etkili parametreler olup, bu parametrelerin etkileri araştırılmıştır<sup>14</sup>.

## Sonuçlar ve Tartışma

Dünya çapında doğal grafit talebi; refrakterler, otomotiv, aküler ve yağlayıcılar gibi endüstriyel uygulamalarla doğrudan bağlantılıdır. Çelik endüstrisi için refrakterler doğal grafit tüketimi için önemli pazar olmaya devam etmektedir ve grafit üretimi küresel çelik üretimini takip etme eğilimindedir. Bununla birlikte, pil anodları gibi yüksek teknoloji uygulamaları grafit cevherine olan talebi yönlendirmektedir. Bu, potansiyel olarak elektrikli araçlara, portatif elektronik cihazlara, büyük ölçekli yerli ve ticari enerji depolama alanına olan ilgi nedeniyle grafitin en hızlı büyüyen pazarlardan biri olma sebebidir. Başlıca üretim ve ihracat yapan ülkeler Çin, Kuzey Kore ve Brezilya'dır. İthalatçı ülkeler arasında ABD, Çin, AB ve ülkemiz yer almaktadır.

Yüksek tenörlü pulsu veya damar tipi mevcut grafit kaynaklarının yetersizliğinden dolayı, arz-talep uyumsuzluğu gelecekte küresel bir problem olacaktır. Hem doğal grafit arama bölgelerinde yeni maden yatağı keşifleri hem de grafitteki kirlilikler için uyumlu saflaştırma yöntemleri geliştirmek grafit üretim potansiyeline sahip ülkeler için kritik öneme sahiptir<sup>5</sup>. Ülkemizde mevcut keşfedilmemiş grafit yatakları ve mevcut amorf türdeki grafit potansiyelleri açısından zengin bir ülke olmasına karşın gerek yeni yatak arama çalışmalarının azlığı gerekse de yeni teknolojilerin uygulanması açısından yeni gelişmelere yerince AR-GE yatırımları yapılmamaktadır.

Türkiye uzun bir grafit ve kömür madenciliği geçmişine sahiptir ve lojistik olarak Avrupa'ya çok yakındır. Bu durum da ülkemizi farklı grafit versiyonlarının (doğal, sentetik veya grafen) tedarikine aday yapmaktadır. Karbon sınıflarını artırmak ve nanografen teknolojisi üretmek için son teknolojik gelişmeler, yeni keşif hedefleri ve kavramlarıyla (yani magmatik kayalara yakınlık) desteklenen amorf-baskın grafit cevherleri ile ülkenin gelecekteki grafit potansiyeli ümit verici görünmektedir. Bununla birlikte son yıllarda MTA'nın yaptığı yoğun arama çalışmaları ile birlikte bulunan yeni grafit sahaları da gelecek yıllar için grafit potansiyelimizin artması adına oldukça umut vericidir. Gelişen teknolojilerle birlikte grafit tenörlerinin ve üretim miktarlarımızın artırılması gerek ülke içi gereksinimlerin karşılanması nedeniyle ithalat harcamalarımızı azaltacak aynı zamanda AB ve diğer ülkeler için yeni bir ihracat kapısını da açmış olacaktır.

İyon pillerin ticarileştirilmesindeki son gelişmeler amorf grafitin uygun bir kaynak olduğunu göstermektedir. Türkiye'de önemli ölçüde amorf grafit kaynağı olup, gelecekte grafit üretiminde önemli bir aday olacaktır. Yeni teknolojiler ve Ar-Ge çalışmaları, önümüzdeki yıllarda grafit üretimindeki zorluğu büyük bir şansa dönüştürecektir.●

Bu makale "Hidden graphite resources in Turkey: a New supply candidate for Europe?" başlığı ile European Federation of Geologists (EFG) Mayıs 2020 Journal'de yayınlanmış halinin Türkçe çevirisidir.

## Kaynaklar

1. Chelgani, S. C., M. Rudolph, R. Kratzsch, D. Sandmann & Gutzmer J. 2016. A Review of Graphite Beneficiation Techniques. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy, Review* 37(1), 58-68. DOI: 10.1080/08827508.2015.1115992
2. Civelekoglu, S., Erdem, A., Gülmez, A., Sahin, N. 2001. Graphite Enrichment Applications for Konya-Derbent-Coraklıdere ve Mulayimkoy Deposits. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara*.
3. Çiftçi, F. 2006. The Investigation Of Concentration Of Balıkesir-Demirkapı Graphite Ores Using Scrubbing and Flotation. *Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas*.
4. Ergin Y. 2014. *Industrial Raw Materials*. <https://www.betonvecimento.com/category/teknik-yayinlar/kayaclar> (son erişim 2020)
5. Jara A., Betemariam A., Woldetinsae G., Kim J., 2019. Purification, application and current market trend of natural graphite: A Review. *International Journal of Mining Science and Technology* 29, p. 671-689. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2019.04.003>
6. Kaya Ö. 2006. *Methods Of The Graphite Enrichment And The Research Of The Parameters That Influencing The Enrichment*. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
7. Kaya, Ö. ve Canbazoglu, M. 2009. Chemical demineralization of three different graphite ores from Turkey. *Minerals & Metallurgical Processing*, 26(3), 158-162. DOI:10.1007/BF03402229
8. Kırbaz H. ve Girgin İ. 2001., *Investigation Of Enrichment Of Yozgat Akdağ-madeni Graphites by Two-Liquid Extraction Method*. The 4th Industrial Raw Materials Symposium, İzmir, p45-52.
9. Kurt, H. ve Eren, Y. 2000. Graphitization of Metasedimentary Rocks In The Western Konya, *Journal of Engineering Sciences*, 6(1) 97-100.
10. Malayoğlu U. Çiçek T. ve Akar A., 1999., *Investigation of Enrichment of Muğla-Milas Graphite Ore by Flotation Method*. The 3rd Industrial Raw Materials Symposium, İzmir. p109-113.
11. MTA 2017 *Faaliyet Raporu*, [https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/kurumsal/belgeler/faaliyet\\_raporu\\_2017.pdf](https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/kurumsal/belgeler/faaliyet_raporu_2017.pdf)
12. Statista (2020) Major countries in worldwide graphite mine production from 2015 to 2019. <https://www.statista.com/statistics/267366/world-graphite-production/> (son erişim 2020)
13. Toprak, S. 2017. *Grafit Sunumu, Maden Jeologları Derneği Etkinliği*.
14. Tufan B. ve Batar T. 2015. *Improvement Of Oysu Graphite Ore Flotation Parameters*. Suleyman Demirel University, *Journal of Institute of Science*, 19(3), 17-25.
15. Uysal, S. 2012a. *Critical Raw Materials: Graphite*. Mining Turkey Newsletter, Ankara.
16. USGS, 2020. *Graphite Statistics and Information*. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/graphite-statistics-and-information> (son erişim 2020)
17. Karabacakmaden, 2012. *Oysu Grafit Maden Yatağı*, <http://www.karabacakmaden.com.tr> (son erişim 2020)
18. TÜİK, 2018. *Türkiye İhracat ve İthalat İstatistikleri*, <http://www.tuik.gov.tr>