



## Boksit Madeni ve Çevre Sağlığı Üzerine Etkileri

### *Bauxite Mine and Its Effect on Environmental Health*

GÜLLÜ KIRAT<sup>1</sup> ORCID 0000-0002-1167-0574

SERPİL SAVCI<sup>2</sup> ORCID 0000-0003-2015-2223

<sup>1</sup> *Yozgat Bozok üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği bölümü, Yozgat/Türkiye*

<sup>2</sup> *Yozgat Bozok üniversitesi, Şehir ve Bölge planlama bölümü, Yozgat/Türkiye*

Geliş (received): 09/09/2022

Kabul (Accepted): 20/12/2022

### ÖZ

Alüminyum (Al), yer kabuğunda silisyum ve oksijenden sonra en bol bulunan üçüncü ve reaktif bir element elementtir. Dünyadaki Al ana kaynağı boksit yatakları olup, metalik alüminyumun %99'unu karşılamaktadır. Yüksek ısı ve elektrik iletkenliği, yüksek korozyon direnci ve düşük yoğunluğundan dolayı, endüstride demirden (Fe) den sonra en fazla kullanılan metaldir. Kırmızıdan kahverengine kadar değişen boksit mineralleri, doğal olarak oluşan heterojen bir mineraldir ve başlıca alümina, gibsit, bohemit ve diyaspor olmak üzere bir ya da daha fazla alüminyum hidroksit mineralinden oluşmaktadır. Ayrışma süreci, çeşitli magmatik, sedimanter ve metamorfik kayaların milyonlarca yıl boyunca tropikal ve subtropikal iklimlere maruz kalmasını içermektedir. Boksit yatakları, yüksek miktarda alüminyum ve alüminyum oksit içerdiğinden ve kolay işlenebilir olmasından dolayı alüminyumun kaynağıdır. Kimya, inşaat, ulaştırma, gıda, elektrik, makine, yüksek alüminalı ateş tuğlaları, demir – çelik üretiminde, zımpara kağıdı ve zımpara taşı malzemelerinde üretiminde kullanılmaktadır. Çeşitli madencilik süreçleri, hem madencilik faaliyetleri sırasında hem de maden kapatıldıktan sonraki yıllar boyunca çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Madencilik faaliyetleri, makine ve ekipmanın ürettiği ses, patlatma işlemi, delme, kazma ve kırma, gürültü, ısı, nem, ultraviyole radyasyon ve radyoaktif maddeler gibi sorunlara maruz bırakabilir. Madencilik faaliyetlerinin çevresel sorunları arasında su, toz ve sızıntı nedeniyle toprak kirliliği yer almaktadır. Madencilik işlemi sırasında atık ürünler toprağa emildiği için toprak kirliliği veya toprak kirlenmesi meydana gelmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Alüminyum (Al), boksit yatakları, toprak kirliliği, madencilik

---

GÜLLÜ KIRAT, gullu.kirat@yobu.edu.tr

## **ABSTRACT**

*Aluminum (Al) is the third most abundant and reactive element in the earth's crust after silicon and oxygen. The main source of Al in the world is bauxite deposits, which supplies 99% of metallic aluminum. Due to its high thermal and electrical conductivity, high corrosion resistance and low density, it is the most used metal in industry after iron (Fe). Bauxite minerals ranging from red to brown is a naturally occurring heterogeneous mineral and consists of one or more aluminum hydroxide minerals, mainly alumina, gibbsite, bohemite and diaspore. The weathering process involves the exposure of various igneous, sedimentary and metamorphic rocks to tropical and subtropical climates over millions of years. Bauxite deposits are the source of aluminum because they contain high amounts of aluminum and aluminum oxide and are easily processed. It is used in the production of chemistry, construction, transportation, food, electricity, machinery, high alumina fire bricks, iron - steel production, sandpaper and grinding stone materials. Various mining processes have adverse effects on the environment, both during mining operations and for years after the mine is closed. Mining activities can expose you to problems such as noise produced by machinery and equipment, blasting, drilling, digging and breaking, noise, heat, humidity, ultraviolet radiation and radioactive materials. Environmental problems of mining activities include soil pollution due to water, dust and leakage. Soil pollution or soil contamination occurs as waste products are absorbed into the soil during the mining process.*

**Key Words:** *Aluminum (Al), bauxite deposits, soil pollution, mining.*

## **1. GİRİŞ**

Alüminyum (Al), yerkabuğunun ağırlıkça %7'den fazlasını temsil eden ve silisyum ve oksijenden sonra en bol bulunan üçüncü elementtir. Alüminyum oldukça reaktif bir element olduğu için çoğunlukla oksitlenmiş halde bulunur element halinde bulunmaz (IAI, 2008). Üretim açısından boksit yatakları, dünyadaki alüminyumun ana kaynağıdır ve metalik alüminyumun %99'unu meydana getirir (IAI, 2008; IAI, 2014). Feldispatlar da dahil olmak üzere yaklaşık 250 farklı mineral alüminyum içerir, ancak bunlardan Al elde edilmesi boksite kıyasla pahalıdır ve yüksek enerji gerektirir (Donoghue vd., 2014). Boksit ilk olarak Fransa'daki Les Baux kasabası yakınlarında bulundu ve adını bu kasabadan aldı. Boksit, alüminyum üretiminde öncü olan alüminanın ( $Al_2O_3$ ) ana cevheridir (IAI, 2014; Lee vd., 2017).

Yüksek ısı ve elektrik iletkenliği, yüksek korozyon direnci, düşük yoğunluğu ve mekanik özelliklerden dolayı, endüstride demirden (Fe) den sonra gelen metaldir (Gülfen, 1996).

Tarih öncesi çağlardan beri boksit, sosyal, ekonomik ve endüstriyel gelişme ile bağlantılı olan topraktan çıkarılmıştır. Çeşitli madencilik süreçleri, hem madencilik faaliyetleri sırasında hem de maden kapatıldıktan sonraki yıllar boyunca çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Madenciliğin çevre üzerindeki etkisini ölçmek için öncelikle alanın mevcut çevre kalitesinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Tüm çevresel boyutlar belirli bir madencilik faaliyetinden önemli ölçüde etkilenmeyebileceğinden; madencilik faaliyetinin onlar üzerindeki etkisini analiz etmek için, ayrıntılı olarak çalışmak için ilgili boyutları belirlemek gereklidir. Bu nedenle çevredeki son değişiklikler, madenciliğin çevre üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinin önemini artırmıştır (Kamble ve Bhosale, 2019).

Boksit madenciliğinden kaynaklanan çevre kirliliği sadece doğrudan kirlilik nedeniyle değil, aynı zamanda kısa ve uzun vadeli zararları nedeniyle de bir endişe kaynağı olmaya başlamıştır. (Lee vd., 2017). Madencilik ve minerallerin işlenmesi çevre kirliliğine neden olmaktadır. Ayrıca her maden, yol, elektrik, demiryolu bağlantıları, su boru hatları ve maden işleme tesisi gerektirir. Madencilik ve maden işlemenin kimyasal etkileri, arazinin bozulmasından daha az olabilir, ancak genellikle daha tehlikeli ve uzun ömürlüdür. Madenlerin işletilmesi belirli çevre standartlarına uygun olmalıdır ve madencilik projelerinde, zemin ıslahı yöntemleri, bitki örtüsü, iklim, hava ve su üzerindeki olası her etkiyi kapsayan çevresel bir etki beyanı içermelidir (Kamble ve Bhosale, 2019).

Bu çalışma, boksit madeni ve bu madenin çevre sağlığı üzerindeki etkisine ilişkin bir literatür çalışmasıdır.

## **2. METOD**

Bu literatür çalışması için Google Scholar, PubMed ve diğer araştırma sitelerinde boksit, boksitin jeolojisi ve özellikleri, boksitin oluşumu ve bulunuşu, boksitin çevresel etkilerine ilişkin ilgili anahtar kelimeler kullanılmıştır.

### 3. BOKSİT YATAKLARI

Kırmızımsı kahverengi renge sahip olan boksit, doğal olarak oluşan heterojen bir mineraldir ve başlıca alümina ( $Al_2O_3$ ), gibsit [ $Al(OH)_3$ ], bohemit [ $\gamma-AlO(OH)$ ] ve diyaspör [ $\alpha-AlO(OH)$ ] olmak üzere bir ya da daha fazla alüminyum hidroksit mineralinden oluşmaktadır (Mitchell vd., 1961; Schulte, and Foley, 2014; Lee vd., 2017). Ayrıca boksite hematit [ $Fe_2O_3$ ], götit [ $FeO(OH)$ ], kuvars [ $SiO_2$ ], rutil/anataz [ $TiO_2$ ], kaolinit [ $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ ] gibi diğer bileşikler de eser miktarda eşlik eder (Mitchell vd., 1961; Gülfen, 1996; Lee vd., 2017). Ayrıca, boksitte bulunan eser elementler arasında arsenik, berilyum, kadmiyum, krom, kurşun, manganez, civa, nikel ve uranyum ve toryum gibi doğal olarak oluşan radyoaktif maddelerde bulunur (IAI, 2014). Boksit dışında alternatif alüminyum kaynakları arasında kaolin kili, petrol şeyli, kömür atıkları ve anortosit mineralleri bulunmaktadır. Ancak boksit rezervleri yüksek olmasına rağmen, ekonomik olarak ucuzdur (Mitchell vd., 1961; Lee vd., 2017).

Tablo 1. Ülkemizde bilinen boksit yatakları [5]. (Gülfen, 1996)

Bölgesi	Boksit türü	Rezerv ( $\times 10^3$ ton)	% $Al_2O_3$	% $SiO_2$
Seydişehir	Böhmitik	27.296	52-56	5-10
Antalya-Akseki	Böhmitik	15.229	50-62	4-10
Antalya-Alanya	Diasporitik	9.007	45-60	8-20
Adana-Saimbeyli	Diasporitik	11.500	50-52	8-11
Zoguldak-Kokaksu	Böhmitik	9.280	41-51	8-18
Mersin-Ayrancı-Bolkardağ	Diasporitik	3.930	55-58	3-8
Hatay-Payas	Demirli	69.720	18-30	15-24
Gaziantep-İslahiye	Demirli	145.800	30-46	9-22
İsparta-Yalvaç	Demirli-Diasporitik	115.585	30-40	17-25
Muğla-Milas-Bafa	Diasporitik	16.708	45-60	4-8
Muğla-Milas-Yatağan	Diasporitik	6.005	45-58	4-10

Boksit, düşük demir ve silis ana kayacının ayrışma ürünü olarak oluşur (Mitchell vd., 1961; IAI, 2008). Ayrışma süreci, çeşitli magmatik, sedimanter ve metamorfik kayaların milyonlarca yıl boyunca tropikal ve subtropikal iklimlere maruz kalmasını içermektedir ((Mitchell vd., 1961; IAI, 2014; Lee vd., 2017).

Ülkemiz toplam dünya rezervinin %1.24'üne sahip olup, toplam 430 milyon ton boksit rezervine sahiptir (Gülfen, 1996). Ülkemizde bilinen boksit yatakları; Seydişehir, Akseki, Alanya, Saimbeyli, Bolkardağ, Zonguldak, Islahiye, Payas, Yalvaç, Bafa ve Yatağan boksitleri bilinen yataklar olup, Kân ve Sebilköyü boksitleri jeolojik olarak bilinen zuhurlardır (Tablo 1) (Göksu, 1953).

Dünyadaki boksit kaynaklarının yüzde doksanı tropikal bölgelerde bulunurken, diğer enlemlerde kalanlar jeolojik geçmişlerinde uzun süreli hava koşullarına maruz kalmışlardır (IAI, 2014). Orta ve Güney Amerika'da, özellikle Brezilya, Gine ve Avustralya'da büyük boksit rezervleri bulunmaktadır. (IAI, 2014; Lee vd., 2017). Malezya'da boksit kaynakları ağırlıklı olarak Sabah'ta Bukit Mengkabau ve Labuk Vadisi, Johor'da Sungai Rengit ve Teluk Ramunia, ve Pahang'da Bukit Goh'da bulunmaktadır (PK., 2004; Lee vd., 2017).

Gine, yaklaşık olarak 15.3 milyar metrik ton ile dünyanın en büyük boksit rezervlerine ev sahipliği yapmaktadır (Mosier, 1986b). Avustralya, Queensland'deki Weipa boksit yatağındaki Adoom madeninde, yaklaşık olarak 3.2 milyar ton toplam cevher bulunmaktadır (Taylor vd., 2008). Güney Amerika'daki önemli boksit yatakları arasında Pitinga, Tucuruí, Paragominos, Porto Trombetas, Cataguases ve Poço de Caldas bulunmaktadır (Bárdossy ve Aleva, 1990; Boulangé ve Carvalho, 1997; Valetton ve diğerleri, 1997; Schulte ve Foley, 2014).

## **4. BOKSİT MİNERALLERİ**

### **4.1. Alümina**

Doğada saf kristal halinde bulunabilen alümina korund olarak adlandırılır. Alüminyum oksit ise, sentetik alümina kristalleri olup, alümina ismi kullanılmaktadır (Clausev ve Brady, 1991). Saf alüminanın rengi beyaz olup, içerdiği eser miktardaki elementlere göre farklı renklerde bulunmaktadır. Mavi renkli olan safir ve kırmızı renkli olan yakut olarak

isimlendirilmektedir (Alp, 1990; Terem, 1965). Kuvars, hematit ve manyetit içeren türlerine ise, zımpara taşı adı verilmiştir (Alp, 1990; Gülfen, 1996; Lee vd., 2017).

Alüminyum (Al) metali, modern endüstrinin en fazla ihtiyaç duyduğu metaldir. Teknolojinin gelişmesiyle kullanım miktarı ve çeşitliliği artan Al'a olan ihtiyacın artacağı tahmin edilmektedir. Bazı teknik özelliklerine göre, alüminyum gibi değerliliği yüksek olan alümina ( $Al_2O_3$ ); biyo-medikal malzemeler, aşındırıcılar, boya, katalizör, dolgu maddesi, refrakter malzeme, yalıtım malzemesi ve saflaştırma sistemleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Erdemoğlu vd., 2018).

Alüminanın günümüzde teknolojik ve fiziksel özelliklerinden, yüksek Al tenörüne sahip olmaları, doğada yaygın bir olarak bulunmaları, madencilik yöntemlerinin ucuz ve kolay olması, daha basit zenginleştirme ve hazırlama işlemleri gerektirmelerinden dolayı kil mineralleri, alümina üretimi için en bol bulunan boksit dışı kaynaklar olarak görülmektedir. Kil minerallerinden alümina üretimi için geliştirilmiş Asit Liç Süreci bazı özelliklerinden dolayı, alümina üretiminde en fazla kullanılan bir yöntemdir (Erdemoğlu vd., 2018).

## 4.2. Gibsit

Toprağımsı, gri, yeşilimsi, beyaz ve az da olsa turkuaz renkte ve yarı şeffaf bir mineraldir (Şekil 1). Mohs sertlik skalasında 3.0-3.5, özgül ağırlığı 2.3-3.4 g/cm<sup>3</sup> arasında değişen ve kostik çözünme sıcaklığı yaklaşık olarak 100°C'dir (Alp vd., 2008; Gök, 2019).

Al bakımından zengin nefelin, feldspat veya korund minerallerinin bozunmasıyla oluşan sekonder bir mineraldir, ancak magmatik kayaların hidrotermal alterasyonu ile oluştuğu düşünülmektedir (Aydoğanlı, vd., 1982; Gülfen, 1996). (Alp, 1990; Gülfen, 1996; Schulte ve Foley, 2014; Lee vd., 2017).

Gibsitler ( $Al(OH)_3$ ) genellikle, yüksek yağış ve sızıntı, sıcak ve nemli bölgelerde ayrılmış kayalardan oluşmaktadır (Mutakyahwa vd., 2003). Yüzeysel oluşumlarda gibsitin yaygın bir şekilde bulunması, uzun süreli yüksek yoğunluklu bozunma süreçlerinin etkisine bağlıdır (Tchakoute vd., 2015). Topraklarda bulunan gibsit bolluğu ve tropik ortamlardaki ayrışma ürünleri, gelişmiş toprakların karakteristiği olan ileri ayrışma aşamalarının bir göstergesidir

[25]. Gıbsıt, ayrışmanın son ürünü olarak kabul edilmektedir (Vazquez, 1981). Bu nedenle, değişken basınç, pH ve sıcaklık koşullarında sulu gıbsıt mineralinin incelenmesi, gıbsıt/alüminohidroksıt içeren suların dinamik süreçlerini ve dolaşımını anlamak için çok önemlidir (Funakawa vd., 2008; Huang vd., 2002; Ali ve Padmanabhan, 2017).



Şekil 1. Farklı renklerdeki gıbsıt minarelleri [20, 29]. (Anonim, 2019b; Gök, 2019).

#### 4.3. Böhmit

Kırmızı kahverengi ve grimsi kahverengi renklerde bulunan (Şekil 2), sertliği 3.5-4.0 ve özgül ağırlığı 3.0-3.2 g/cm<sup>3</sup> ve kostik çözünme sıcaklığı yaklaşık olarak 250°C'dir. Bu mineral Akdeniz bölgesinde yaygın bir şekilde bulunmaktadır ve gıbsıtın dehidratasyonu sırasında ara ürün şeklinde meydana gelmiştir (Gülfen, 1996; Alp vd., 2008; Gök, 2019).

#### 4.4. Diyaspor

Diyaspor (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.H<sub>2</sub>O), böhmitin hafif metamorfizma ve diyajenezi ile meydana gelmiştir. Yeşil, kahverengi, sarı, leylak, beyaz ve toprak renginden griye kadar değişen renklerde olup, şeffaf veya yarı şeffaf bir mineraldir (Şekil 3). Özgül ağırlığı 3.3-3.5 g/cm<sup>3</sup> ve sertliği 6.5-7.0

ve çözünme sıcaklığı yaklaşık olarak 260°C'dir. Kalsine edildiğinde aşındırıcı olarak ve refrakter tuğla üretiminde kullanılmaktadır (Alp vd., 2008; Gök, 2019; Gülfen, 1996).



Şekil 2. Farklı renklerdeki böhmite minarelleri [20, 30]. (Anonim, 2019c; Gök, 2019).

## 5. BOKSİTİN ÖZELLİKLERİ

Çoğu kırmızı çamur, kaba kum ve ince parçacıklardan oluşur. İşlenen hammaddeye bağlı olarak, üç ton boksitten yaklaşık bir ton alümina, iki ton alüminadan bir ton alüminyum üretilmektedir. Alüminyum cevherinin kimyasal bileşimde alüminyum, oksijen ve silikatın hakim olduğu gipsit, Bohemite ve diaspora mineralleri ile daha az miktarda götit, hematit, kalonit ve kuvars gibi minerallerden oluşmaktadır (Hao vd., 2010). Gipsit, esas olarak tropikal bölgelerdeki büyük lateritik tip tortularda bulunan bir alüminyum trihidroksittir. Ekonomik açıdan önemli alüminyum boksit cevherinin üç bileşenli minerallerinden biri olup, bayerit, nordstandit ve doyleit gibi üç polimorf içermektedir (Kloprogge vd., 2002). Bohemite veya alüminyum oksit hidroksit, özellikle Çin ve Avrupa ülkelerinde birçok boksit yatağında yaygın olarak bulunan bir alümina monohidrattır (Plunkert, 2000). Boksit yataklarına bağlı olarak fiziksel özellikler birbirinden farklı olabilir. Boksitin kırmızı ve kahverengi renginin başlıca nedeni, demirin en bol bulunduğu hematit ve götittir. Birçok boksit mineralinin yerinde özgül



ağırlığı 1.5 ile 2.4 arasında değişmektedir, ancak bazıları 3.7'ye kadar çıkabilmektedir (Geoffrey vd., 2013; Feisal vd., 2019).

## **6. BOKSİTLERİN KULLANIM ALANLARI**

Boksit yatakları, yüksek miktarda alüminyum ve alüminyum oksit içerdiğinden ve kolay işlenebilir olmasından dolayı alüminyumun kaynağıdır. Endüstriyel olarak boksit yataklarından saf alüminyum oksit ve elektrolitik indirgenme ile alüminyum metali elde edilmektedir. Metalik alüminyum kimya, inşaat, ulaştırma, gıda, elektrik, elektronik ve makine gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Gülfen, 1996).

Saf alümina kullanımının dışında yüksek alüminalı ateş tuğlaları, sentetik mullit, döküm sanayiinde, demir – çelik üretiminde, monolit çimentoda, fırın tuğlasında harç malzemesi şeklinde kullanılmaktadır (Demirci, 1988). ( Sertliği yüksek diasporitik boksitler zımpara kağıdı ve zımpara taşı malzemelerinde üretiminde kullanılmaktadır (Gülfen, 1996).

## **7. BOKSİT MADENCİLİĞİNİN ÇEVRE SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİSİ**

Madencilik faaliyetleri gürültü, ısı, nem gibi fiziksel ve kimyasal tehlikelere, ultraviyole radyasyon ve radyoaktif maddeler gibi ergonomik sorunlara maruz bırakabilir. Makine ve ekipmanın ürettiği ses, patlatma işlemi, delme işlemi, kazma ve kırma işlemlerinden insan kulağını etkileyebilecek gürültü potansiyel olarak sağlığa zararlıdır. Madencilik faaliyetlerinin çevresel sorunları arasında su, toz ve sızıntı nedeniyle toprak kirliliği yer almaktadır. Madencilik işlemi sırasında atık ürünler toprağa emildiği için toprak kirliliği veya toprak kirlenmesi meydana gelmektedir. Toprağın dengesiz pH'ı, tahrip olmuş tarım ürünleri veya güvensiz mahsuller dahil olmak üzere tarımsal faaliyetleri etkileyecek ve sonunda ekonomik sorunlara yol açacaktır. Alüminyum hidroksit, demir oksit ve ağır metaller içeren kirli su sağlığımıza zarar verebilir. Alüminyum bir nöro-toksindir ve Alzheimer ve kemik hastalıklarıyla bağlantılıdır. Bu arada, boksit içindeki demir oksit, potansiyel olarak kronik alımda aşırı demir yüklenmesine neden olarak gastrointestinal semptomlara, karaciğer

hastalığına, kardiyomiyopatilere, diyabete ve hiperpigmentasyona neden olabilir (Lee vd., 2017; Rosli vd., 2021).

## 8. SONUÇLAR

Alüminyum (Al), yer kabuğunun ağırlıkça %7'den fazlasını temsil etmektedir. Alüminyum oldukça reaktif bir element olduğu için çoğunlukla oksitlenmiş halde bulunur element halinde bulunmaz. Üretim açısından boksit yatakları, dünyadaki alüminyumun ana kaynağıdır. Boksit yatakları yüksek miktarda alüminyum ve alüminyum oksit içerdiğinden ve kolay işlenebilir olmasından dolayı alüminyumun kaynağıdır. Metalik alüminyum kimya, inşaat, ulaştırma, gıda, elektrik, elektronik ve makine gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Saf alümina kullanımının dışında yüksek alüminalı ateş tuğlaları, sentetik mullit, döküm sanayiinde, demir - çelik üretiminde, monolit çimentoda, fırın tuğlasında harç malzemesi şeklinde kullanılmaktadır. Sertliği yüksek diasporitik boksitler zımpara kâğıdı ve zımpara taşı malzemelerinde üretiminde kullanılmaktadır. Çeşitli magmatik, sedimanter ve metamorfik kayaçların milyonlarca yıl boyunca tropikal ve subtropikal iklimlere maruz kalmasıyla, boksit yatakları oluşmuştur. Boksit madenciliğinden kaynaklanan çevre kirliliği sadece doğrudan kirlilik nedeniyle değil, aynı zamanda kısa ve uzun vadeli zararları nedeniyle de bir endişe kaynağı olmaya başlamıştır. Madencilik ve minerallerin işlenmesi çevre kirliliğine neden olmaktadır.

## 9. KAYNAKLAR

- Ali, A.M. and Padmanabhan, E., 2017. The impact of pH and Temperature on Gibbsite reactivity with Quartz. *Int J Petrochem Res.* 1(1): 40-45. doi: 10.18689/ijpr-1000108
- Alp, A., 1990. Zonguldak boksitlerinin Alümina üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Ocak.

- Alp, A., Yıldız K., Taşkın E. ve Cebeci A., 2008. Diasporitik boksitlerden alümina üretiminde mekanik aktivasyonun etkisinin araştırılması. Proje no: 106M121, Tübitak, Ankara.
- Anonim, 2019b. <https://www.britannica.com/science/gibbsite> (Erişim tarihi 15 Haziran, 2019).
- Anonim, 2019c. <https://www.mindat.org/gm/707> (Erişim tarihi 31 Mart, 2019).
- Anonim, 2019d. <https://www.definehediye.com/diyaspor--sultanit--dfdk53512> (Erişim tarihi 31 Mart, 2019).
- Aydoğanlı, O., Ersoy, H. ve Kocaefe, M., 1982. Türkiye Alüminyum Envanteri, MTA Ens., Yay. No:181, Ankara.
- Bárdossy, G., and Aleva, G.J.J., 1990. Lateritic bauxites: Amsterdam, Elsevier, Developments in Economic Geology, 27, 624 p.
- Boulangé, B., and Carvalho, A., 1997. Chapter 1—The bauxite of Porto Trombetas, in Carvalho, A., Boulangé, B., Melfi, A.J., and Lucas, Y., eds., Brazilian bauxites: São Paulo, Universidade de São Paulo, p. 55–72.
- Clausev, H.R. ve Brady, G.S., 1991. Materials Handbook, Thirteenth Edition, McGraw-Hill Inc. New York.
- Demirci, A., 1988. TC. Başbakanlık – DPT- Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Alüminyum hammaddeleri (Boksit), Yayın No: DPT 2121 ÖİK:326, Ankara,
- Donoghue, A.M., Frisch, N. And Olney, D., 2014. Bauxite mining and alumina refining: process description and occupational health risks. J Occup Environ Med. 56(5 Suppl):S12-7.
- Erdemoğlu, M., Birinci, M. ve Uysal, T., 2018. Kil minerallerinden alümina üretimi: güncel değerlendirmeler, Politeknik Dergisi, 21(2): 387-396.
- Feisal, N.A.S., Hashim, Z., Jalaludin, J. and Hashim, J.H., 2019. A Short Review of Bauxite and Its Production: Environmental Health Impact on Children in Mining Areas. Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences Vol.15 Supp 3.

- Funakawa, S., Watanabe, T. and Kosaki, T., 2008. Regional trends in the chemical and mineralogical properties of upland soils in humid Asia: With special reference to the WRB classification scheme. *Soil Science and Plant Nutrition*. 54(5): 751-60. doi: 10.1111/j.1747-0765.2008.00294.x
- Geoffrey, B., Pan, W., John, G., Ajay, K., et al. 2013. Joint Australia China Aluminium Industry. Technology Symposium.
- Gülfen, M., 1996. Milas Boksit Cevherlerinin Sülfürik Asit Çözeltisindeki Çözünürlüğü” , Yüksek Lisans Tezi, SJAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Gök, R., 2019. Düşük Modüllü Metalurjik Boksit Cevherlerinin Zenginleştirme Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 101 sayfa
- Göksu, E. 1953. Akseki (Antalya) Boksit Yataklarının Jeoloji, Jönez ve Maden Bakımından Etüdü ve Diğer Türkiye ve Avrupa Boksitleriyle Mukayesesi. *Türkiye Jeoloji Kurumu*, 79-140
- Hao, X., Leung, K., Wang, R., Sun, W. and Li, Y., 2010. The Geomicrobiology of Bauxite Deposits. *Geoscience Frontiers*. 1: 81-89.
- Huang, P.M., Wang, M.K., Kampf, N. and Schulze, D.G., 2002. Aluminum hydroxides. In *Soil Mineralogy with Environmental Applications*. Soil Science Society of America: Madison.
- IAI., 2008. Fourth sustainable bauxite mining report. London, United Kingdom: International Aluminium Institute (IAI).
- IAI., 2015. Bauxite residue management: best practice. UK: International Aluminium Institute (IAI).
- Kamble, P.H. and Bhosale, S.M., 2019. Environmental Impact of Bauxite Mining: A Review. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, Volume 7 Issue I.

- Kloprogge, J.T., Ruan, H.D., and Frost, R.L., 2002. Thermal Decomposition of Bauxite Minerals: Infrared Emission Spectroscopy of Gibbsite, Boehmite and Diaspore. *Journal of Materials Science*. 37(6), 1121-1129.
- Lee, K.Y., Ho, L.Y., Tan, K.H., Tham, Y.Y., Ling, S.P., Qureshi, A M, ... Nordin. R. Bin, 2017. Environmental and occupational health impact of bauxite mining in Malaysia: A review *International Medical Journal Malaysia* 16 (2) 137–150
- Mitchell, J., Manning, G.B., Molyneux, M., and Lane, R.E., 1961. Pulmonary fibrosis in workers exposed to finely powdered aluminium. *Br J Ind Med*.18:10- 23.
- Mosier, D.L., 1986a. Grade and tonnage model karst type bauxite deposits, in Cox, D.P. and Singer, D.A., eds., *Mineral deposit models: U. S. Geological Survey Bulletin* 1693, p. 258
- Mutakyahwa, M.K.D., Ikingura, J.R. and Mruma, A.H., 2003. Geology and geochemistry of bauxite deposits in Lushoto District, Usambara Mountains, Tanzania. *Journal of African Earth Sciences*. 36(4): 357-69. doi: 10.1016/S0899-5362(03)00042-3
- Plunkert, P.P., 2000. Bauxite and Alumina. *U.S. Geological Survey Minerals Yearbook*.
- PK, T., 2004. The mineral industry of Malaysia. *U.S. geological survey minerals year minerals yearbook*. 15.1-.7.
- Rosli, N., Rahman, R.A., Razelan, I.S.M., Ismail, A. and Hasan, M., 2021. Impact of Bauxite Mining on Quality of Life: An Analysis of Road Users. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 682, 012040 IOP Publishing, doi:10.1088/1755-1315/682/1/012040
- Schulte, R.F., and Foley, N.K., 2014. Compilation of gallium resource data for bauxite deposits: *U.S. Geological Survey Open-File Report* 2013–1272, 14 p., 3 separate tables, <http://dx.doi.org/10.3133/ofr20131272>.
- Taylor, G., Eggleton, R.A., Foster, L.D., Tilley, D.B., Le Gleuher, M., and Morgan, C.M., 2008. Nature of the Weipa bauxite deposit, northern Australia: *Australian Journal of Earth Sciences*, v. 55, suppl. 1, p. S45–S70.

- Tchakoute, H.K., Rüscher, C.H., Djobo, J.N.Y., Kenne, B.B.D. and Njopwouo, D., 2015. Influence of gibbsite and quartz in kaolin on the properties of metakaolin-based geopolymer cements. *Applied Clay Science*. 107: 188-194. doi: 10.1016/j.clay.2015.01.023
- Terem, H.N., 1965. Metalurji, İ.Ü. Sinai Komisyon Kürsüsü, 3. Baskı, Şirketi Mürebbiye Basımevi, İstanbul.
- Valeton, I., Schumann, A., Vinx, R., and Wieneke, M., 1997. Supergene alteration since the upper Cretaceous on alkaline igneous and metasomatic rocks of the Poços de Caldas ring complex, Minas Gerais, Brazil: *Applied Geochemistry*, v. 12, p. 133–154.
- Vazquez, FM., 1981. Formation of gibbsite in soils and saprolites of temperaturehumid zones. *Clay Minerals*. 16(1): 43-52.