

Marmara Bölgesi kil yatakları ve oluşum mekanizmaları

Hülya ATEŞ¹

1. Giriş

Tarih öncesi devirlerden itibaren insan hayatının bir parçası olan kil, tarımdan sağlığa çeşitli alanlarda kullanılmıştır. Laufer (1930), kilin ilk kullanımına yönelik delillerin Afrika'daki Kalambo Şelaleleri yakınlarındaki jeofaji kullanımına ait olduğunu ifade etmiştir. Şekil verilebilir özelliği, seramik alanında kullanılan malzemenin madencilik çalışmaları ise 12 bin yıl önce başlamıştır (Kogel, 2014). İnsanoğlunun deneysel ve düşünsel gelişim aşamalarına paralel olarak kilin kullanım alanları ile şekli değişim göstermiştir.

Kil mineralleri, yeryüzünü oluşturan kayalık ve topraklarda geniş yayılım sunmakta, belirli homojeniteye sahip mineral depolanmaları ile ise endüstriyel yatakları oluşmaktadır. Kullanım alanlarının çeşitliliği paralelinde her geçen yıl artan talep trendi sunan kil yataklarının oluşum mekanizmaları da belirlenerek envanterinin takibi ekonomik anlamda ülkelere büyük miktarlarda gayri safi milli hasıla (GSMH) sağlamaktadır.

Marmara Bölgesi, geçirmiş olduğu jeolojik süreçlerin etkisi altında çeşitli maden yataklarının oluşumuna ev sahipliği yapmaktadır. Endüstriyel hammadde anlamında kil yatakları ve oluşumları önemli ekonomik değere sahiptir. Başlıca kil oluşumları bentonit, kaolen, talk ve seramik killeri olmak üzere dört sınıfta değerlendirilebilir. Bu çalışma, gerek teknolojik gerekse inşaat sektöründe giderek artan talebi karşılayabilecek geliştirilebilir bir potansiyelin varlığına dikkat çekmeyi amaçlamıştır.

2. Marmara Bölgesi'nin Jeolojisi

Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Marmara Bölgesi; jeolojik anlamda güneyinde Sakarya kıtası, kuzeydoğusunda İstanbul ve kuzeybatısında ise Istranca olmak üzere paleotektonik dönemi işaret eden üç kısma ayrılmakta ve üçü birlikte Pontidler olarak adlandırılmaktadır (Şekil 1). İstanbul zonu ile güneyinde Sakarya zonu arasında kalan bölge Pontid-içi kenedi olarak değerlendirilmektedir (Şengör, 1980). KB-GD uzanımlı Istranca masifi, güneyindeki Trakya havzasına ait Oligo-Miyosen yaştaki çökellerle örtülü olup iki masif arası tektonik geçişlidir. Havzanın kuzeyi boyunca uzanan KB-GD doğrultulu ve sağ-yanal atımlı normal fay, resifal

çökeller ile derin deniz sedimanlarını birbirinden ayırmaktadır. Istranca masifinin doğu kesimlerinde yüksek metamorfizma geçirmiş kayalar Kırklareli graniti ve Demirköy plütönu gibi çeşitli granitik dayk, sil ve plütönlarca kesilmiştir (Taner ve Çağatay, 1983). Sakarya kıtasında ise Kazdağ-Uludağ metamorfik masifleri ile Armutlu yarımadası, Kapıdağ yarımadası, Mudanya, Erdek, Karaseki, Lapseki metamorfikleri yer alır (Bingöl, 1989). Benzer şekilde, doğu-batı yönlü tektonizmle uyumlu bir şekilde Armutlu, Kapıdağ, Çataldağ, Uludağ plütönları aynı hat üzerinde sıralanmaktadır. Bölgede bahsi geçen metamorfizma süreci Ketin (1983)'e göre Jura-Alt Kretase sonuna kadar devam etmiştir. Sakarya kıtası ile Pontidler arasında kalan İntra-Pontid kenet kuşağı içerisinde ele alınan serpantinler, Şarköy ve Marmara adasında gözlenmektedir (Yılmaz vd., 1997). Cevherleşmelerin gözlemlendiği ve Pontidler içerisinde yer alan metamorfik kayalar Paleozoyik dönemi, sedimanter ve volkanik kayalar ise Senozoyik dönemi temsil etmektedir. Tersiyer'e ait volkanik kayalar kil mineralizasyonu ve yatakları açısından önemli olan asidik volkanizma ürünleri ile temsil edilmekte olup, bu birimler içerisindeki çeşitli kil oluşumları çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

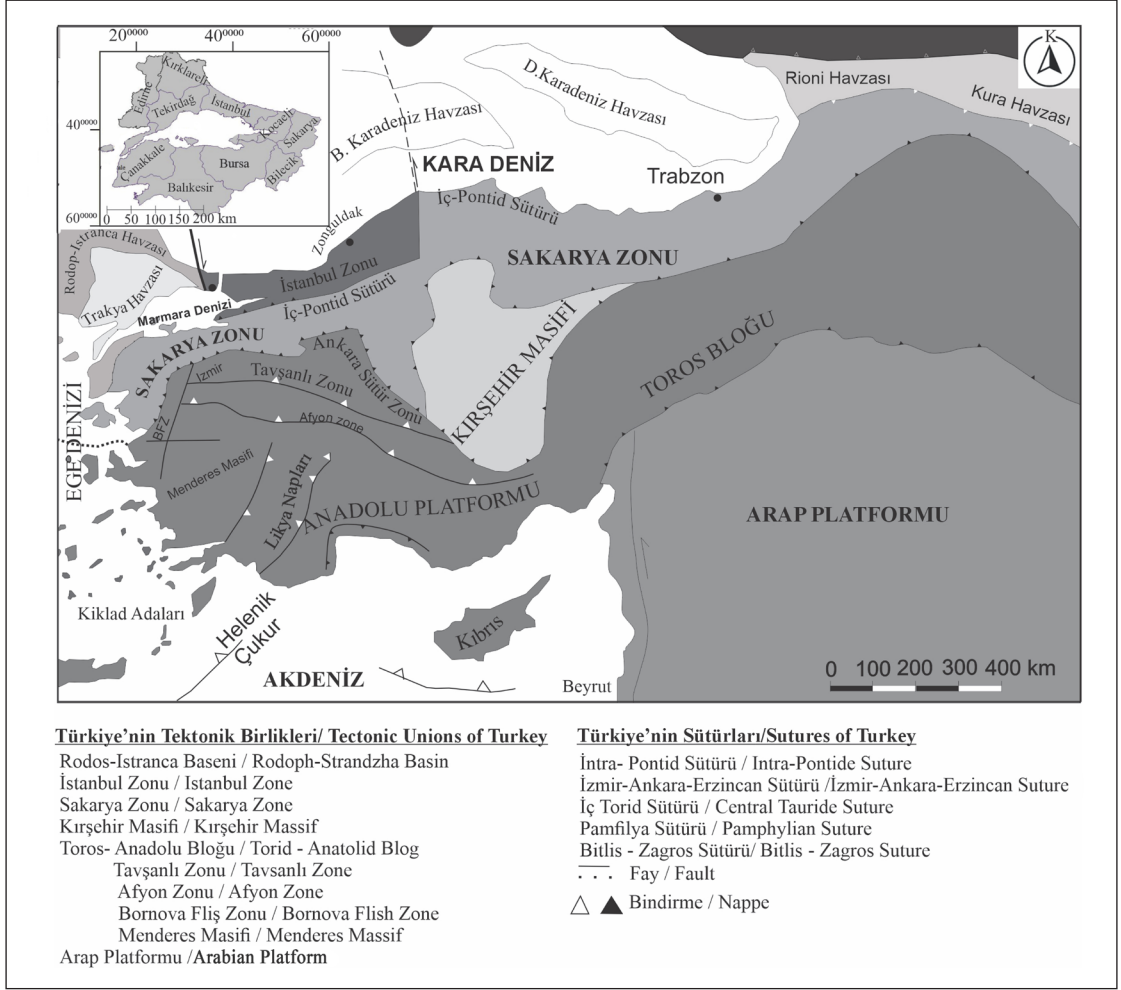
3. Kil ve Kil Mineralleri

Kil; tane boyu temelinde ya da mineralojik bileşimi açısından ele alınmaktadır. Çalışma alanlarının farklılığının bir sonucu olarak birbirinden farklı kil kavramları ve görüşü ortaya çıkmıştır. Kil bilimciler olarak, jeoloji alanında mineralojik yapıları ve endüstriyel sahada kullanılabilirlik özelliklerine göre kil tanımlamaları yapılmaktadır.

Kil, tane boyu <1/256 µm olan çeşitli minerallerden meydana gelen malzemeyi ifade ederken, belirli bir bileşime sahip fillosilikat grubuna ait mineraller ise "kil minerali" olarak kavramlaştırılmıştır (Guggenheim ve Martin, 1995). Yerkabuğunu oluşturan tüm diğer mineral grupları gibi kil mineralleri de bileşimleri ve kristal yapıları temelinde çeşitlilik sunmaktadır (Çizelge 1).

Kalite standartları temelinde endüstriyel kil kaynakları dört sınıfa ayrılmaktadır. Yerel ya da uluslararası pazarlara yönelik büyük tonajlı üretim hedefleyen ve büyük yatırım gerektiren yüksek kaliteli, ileri teknoloji killer birinci kategori killer olarak tanımlanmaktadır. Gene yerel ya da uluslararası

¹Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.



Şekil 1- Türkiye'nin Sadeleştirilmiş Tektonik Birlikleri ve Sütürleri (Okay ve Tüysüz, 1999).

Çizelge 1- Tabaka türlerine göre sınıflandırılmış kil mineralleri.

Tabaka tipi	Grup	Alt grup	Tür
1:1	Serpantin-kaolin (x~0)	Serpantin (Tr) Kaolin (Di)	Krizotil, antigorit, lizardit, bertierin Kaolinit, dikit ,nakrit, halloysit
2:1	Talk-pirofillit (x~0)	Talk (Tr) Pirofillit (Di)	
	Simektit (x~0.2-0.6)	Tr simektit Di simektit	Saponit, hektorit Montmorillonit, baydellit, nontronit
	Vermikülit (x~0.6-0.9)	Tr vermikülit Di vermikülit	
	İllit (x < 0.9 > 0.6)	Tr illit Di illit	
	Mika (x~1.0)	Tr mika Di mika	Biyotit, Filogopit, lepidolit, muskovit, paragonit
	Mika gevreği (x~2.0)	Di mika gevreği	Margarit
	Klorit (x variable)	Tr,Tr klorit Di,Di klorit Di,Tr klorit Tr,Di klorit	Fe ²⁺ , Mg ²⁺ , Mn ²⁺ , Ni ²⁺ içeriğine bağlı isimlendirme Donbasit Sudoit, kokeit (Li)
2:1	Sepiyolit-paligorskit		X değişkenli ters aralanmalı SiO ₄ tetrahedronlar

*Korrensit 1:1, klorit-simektit ya da klorit-vermikülit karışık tabakalı mineralidir.

**Tosudit-klorit-simektit-lityum içeren düzenli tabakalanmalı mineralidir.

pazarlara yönelik olmakla birlikte daha küçük tonajlı üretim hedefleyen, ancak ileri teknoloji gerektiren özel killer ikinci kategori killerdir. Düşük teknoloji gerektiren ve orta kalite olarak değerlendirilen iç pazara yönelik killer üçüncü kategori, az işlem gerektiren ya da hiç işlem gerektirmeyen kullanımlara yönelik değişken kalite killer ise dördüncü kategori killer olarak değerlendirilmektedir. Dördüncü kategori killer, her ne kadar orta ya da yüksek kalite olsalar da ekonomik ya da siyasi nedenlerle piyasa talep düşüklüğü nedeniyle bu kategoride değerlendirilirler. Endüstri alanında, killer içerdikleri minerallerden ziyade kullanım alanları ve teknolojik özelliklerine göre adlandırılmaktadır (Çizelge 2).

4. Marmara Bölgesi Kil Yatakları ve Oluşum Mekanizmaları

Türkiye'nin en önemli sanayi ve ticaret merkezi olan Marmara bölgesi, maden yatakları açısından da önemli bir yere sahiptir. Çeşitli endüstriyel uygulama alanlarında kullanılan kil yatakları da bu hammaddelerin önemli bir ayağını oluşturmaktadır. Marmara bölgesinde yer alan kil yatakları, kalitesi ile ticari açıdan büyük değer taşımalarının yanı sıra, sanayi

ve tarım alanlarında birbirini tamamlayan doğal bir denge unsurudur.

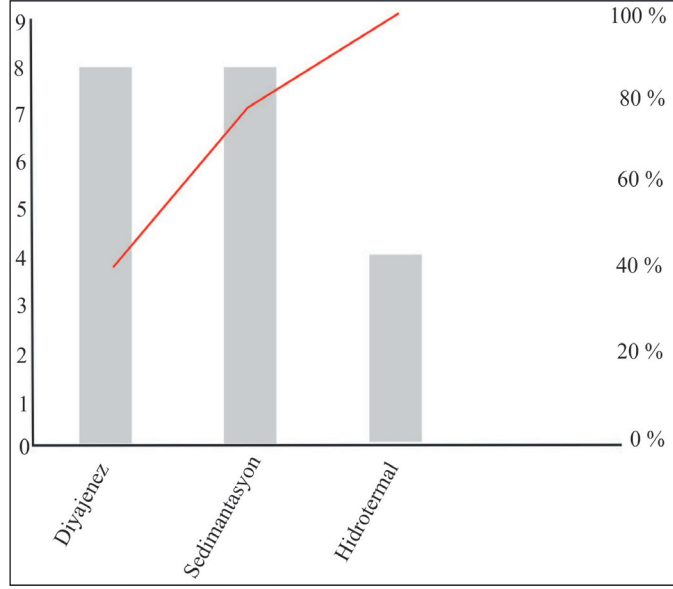
4.1. Bentonit Yatakları

4.1.1. Mineralojisi ve Jeolojisi

Bentonit, içerisinde simektit grubu kil minerallerinden montmorillonitin yoğun olarak bulunduğu, su emme ve şişme kapasitesinin yüksek olduğu bir endüstriyel hammaddedir. Su geçirmezlik ve emiş kapasitesinin yüksekliği, tarım ve inşaat sektöründe bentoniti ayrıcalıklı bir konuma getirir. Bentonit oluşumları, tipik olarak, alüminyum ve silikatça zengin volkanizmanın etkin olduğu alanlarda birikmiş olan volkanik küllerin yüzeysel bozunmaya uğraması ya da hidrotermal alterasyonu sonucunda meydana gelmektedir. Bununla birlikte, düşük dereceli metamorfizma alanlarında da simektit grubu minerallere dönüşümler söz konusu olabilmektedir. Marmara bölgesindeki bentonit yatakları volkanik tüflerle ilişkili olarak Miyosen-Pliyosen yaşlı sedimanter kayalarla birlikte görülürler (Şekil 2, Çizelge 3).

Çizelge 2- Endüstrideki isimlerine ve oluşum koşullarına göre killer ve içerdikleri kil mineralleri.

Killerin Adları	Köken	Bileşimdeki Ana Kil Minerali	Açıklama
Seramik Kili (Ball clay)	Sedimanter	Kaolinit	Yüksek plastisiteli, beyaz pişme (White burning)
Bentonit	Volkanik kayaç alterasyonu /otijjenik	Montmorillonit	
Ağartma Toprağı (Bleaching clay)	Asitle aktive edilmiş bentonit	Ayrılmış montmorillonit	
Yaygın Kil	Sedimanter / ayrışma	Değişik, genellikle illit/simektit karışık tabakalı mineraller	Porselen hariç diğer seramikler için
Çin Kili (China clay)	Hidrotermal alterasyon	Kaolinit	Cornwall plastiğinden kaolenler, beyaz pişme
Ateş Kili (Şiferton) (Fire clay)	Sedimanter	Kaolinit	Plastik, yüksek refrakter (Grim, 1962)
Flint Kili (Flint clay)	Sedimantasyon sonrası diyajenez	Kaolinit	Plastik olmayan, refrakterler için kullanılır (Grim, 1962; Keller, 1978,1981,1982)
Dolgu Kili (Fuller's clay)	Sedimanter/ kalıntı / hidrotermal alterasyon	Montmorillonit, paligorskit, sepiyolit	
Primer Kil (Primary clay)	Kalıntı / hidrotermal alterasyon	Kaolinit	
Refrakter Kil (Refractory clay)	Otijenik sedimanter	Kaolinit	Refrakterler için düşük demir, alkali ve toprak alkali katyonlar
Laponit	Sentetik	Hektorit tipi simektit	
Nanokiller		Çoğunlukla montmorillonit	Nanokompozitler için kullanılan bir terim



Şekil 2- Marmara bölgesi bentonit oluşum mekanizmalarına ait kümülatif dağılım.

Çizelge 3- Marmara Bölgesi bentonit oluşumlarına ait ana kaya, stratigrafik yaş ve oluşum mekanizmaları.

ID	Tür	Ana Kaya	Stratigrafik Yaş	Oluşum Mekanizması
E1	Bentonit	Asidik volkanizma	Üst Miyosen	Hidrotermal alterasyon
K1	Bentonit	Asidik volkanizma	Üst Miyosen	Hidrotermal alterasyon
T1	Bentonit	Kiltaşı-Kumtaşı	Oligo-Miyosen	Sedimentasyon
T2	Bentonit	Kiltaşı-Kumtaşı	Miyosen	Sedimentasyon
T3	Bentonit	Killi kum	Oligo-Miyosen	Sedimentasyon
T4	Bentonit	Kiltaşı	Üst Miyosen	Sedimentasyon
İST1	Bentonit	Kiltaşı	Oligosen-Miyosen	Sedimentasyon
İST2	Bentonit	Kiltaşı	Oligosen-Miyosen	Sedimentasyon
BRS1	Bentonit	Gnays ve Şist	Eosen	Hidrotermal alterasyon
BLK1	Bentonit	Andezitik Tüf	Üst Miyosen	Diyajenez
BLK2	Bentonit	Riyolitik Tüf	Üst Miyosen	Diyajenez
BLK3	Bentonit	Riyolitik Tüf	Üst Miyosen	Diyajenez
BLK4	Bentonit	Andezitik Tüf	Üst Miyosen	Diyajenez
BLK5	Bentonit	Riyolitik Tüf	Pliyosen	Diyajenez
BLK6	Bentonit	Kaba ve İnce Taneli Tüf	Neojen	Hidrotermal alterasyon
BLK7	Bentonit	Silisifiye Kireçtaşı- Tüf	Miyosen	Sedimentasyon
BLK29	Bentonit	Volkanik Kayaç	Miyosen-Pliyosen	Sedimentasyon
ÇNK2	Bentonit	Volkanikler / Andezit	Miyosen	Diyajenez
ÇNK3	Bentonit	Volkanikler	Miyosen	Diyajenez
ÇNK4	Bentonit	Volkanik-Gölsel Çökeller	Miyosen	Diyajenez

Volkanik tüflerle ilişkili olmaları nedeniyle, oluşumlarında hidrotermal etkiler gözlenmektedir. Püsküren alüminyum ve silikaca zengin tüfler, yeryüzünde yüzey suları ile karışan hidrotermal sıvıların ve gazların etkileşimiyle montmorillonit gibi mineralleri meydana getirir. Bu dönüşümün bir sonucu olarak şişme ve kimyasal bağlanma özellikleri gelişmiş bir hammadde özelliği ile endüstriyel anlamda geniş bir kullanım alanına sahip olur.

4.1.2. Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bentonitler, mineral içerikleri ve çevresel koşulların bir sonucu olarak farklı fiziksel özellikler sergilerler. Kimyasal bileşim olarak başlıca Al_2O_3 , Fe_2O_3 ve SiO_2 'den meydana gelmektedir. Tetrahedral (SiO_2) ve oktahedral (Al_2O_3 veya MgO) levhalardan oluşan bentonit, bu levhalar arasında Na^+ veya Ca^{2+} katyonlarını bulundurur. İçerisinde bulunan bu katyonlar, bentonitin katyon değişim kapasitesini etkileyerek farklı endüstriyel alanlarda kullanımına yönelik özelliklerini belirler. Na^+ içeren bentonitler yüksek şişme özelliği gösterirken, Ca^{2+} içeren bentonitler yüksek mekanik dayanıma sahiptirler.

Yüksek şişme kapasitesi ve su tutma özelliği nedeniyle toprak stabilizasyonunda ve toprağın nemini iyileştirmede, su geçirmezlik özelliği nedeniyle ise baraj ve diğer yeraltı inşaatlarında kullanılmaktadır. Katı madde tutma ve ayırma özelliği nedeniyle, gıda, kozmetik ve su arıtma amacıyla da yaygın kullanım alanına sahiptir.

4.1.3. Türkiye Bentonit Ticareti ve Ekonomik Değerlendirme

Ticari alanda geniş bir ithalat ihracat hacmine sahip olan bentonit için; ABD Wyoming ve Montana yatakları Na-bentonit üretim ve ihracat kapasitesi ile birinci sırada yer alırken, Türkiye Ca-bentonit üretim ve ihracat kapasitesine sahiptir. Bentonit ihracatında dünyada en büyük 3. ülke konumunda olan Türkiye, üretim kapasitesini artırmakta ve dünya pazarındaki konumunu günden güne güçlendirmektedir. Bu durum, Türkiye bentonit üretiminin dünya pazarındaki talep artışına paralel olarak gerçekleşmektedir.

2020 ile 2021 yılları arasında bentonit ihracatı %18,8 artarak 852 milyon dolardan 1,01 milyar dolara yükselmiştir. Bentonit, 2021 yılı için dünyanın en çok ticareti yapılan 2117. ürün olmuştur ve toplam dünya ticaretinin % 0,000048'ini temsil etmektedir. 2021'de en büyük ihracatçıları Amerika Birleşik Devletleri (192 Milyon Dolar), Çin (162 Milyon Dolar), Türkiye (122 Milyon Dolar), Hindistan (79,3 Milyon Dolar) ve Hollanda (71 Milyon Dolar) olmuştur. 2021'de en

büyük ithalatçıları ise Almanya (102 Milyon Dolar), Kanada (64,2 Milyon Dolar), Hollanda (61,1 Milyon Dolar), Japonya (39,1 Milyon Dolar) ve Endonezya (37,9 Milyon Dolar)'dır. Türkiye'nin 2021 yılı bentonit ihracat payı 123 M dolar iken, 2022 yılında % 26.1 oranında artarak toplam dünya bentonit ticaretinin % 14'ünü meydana getirmiş ve 155 M dolar ihracat gerçekleştirmiştir. 2021 yılı ithalat miktarı 1.68 M dolar iken, 2022 yılında % 6.12 oranında artmış ve % 0.16'lık pay ile 1.78 M dolar olarak gerçekleşmiştir. Sonuç olarak değerlendirildiğinde 2021 ihracat-ithalat farkı +121,32 M dolar iken 2022 yılında +153,22 M dolara çıkmıştır (<https://oec.world/en/profile/hs/bentonite>). Bu durum, bentonit ticaretinin, ülke ihracat gelirlerini artırıp dış ticaret açığını azaltırken yerli üretimin artışını teşvik eden önemli bir sektör olduğunu ortaya koymaktadır.

Türkiye'nin bentonit ticareti, ülkenin ihracat gelirlerini artıran, dış ticaret açığını azaltan ve yerli üretimi teşvik eden önemli bir sektördür. 2021'deki ihracat-ithalat farkının +121,32 milyon dolardan, 2022 yılında +153,22 milyon dolara çıkması, bu sektörün ekonomik katkılarının arttığını ve Türkiye'nin üretim kapasitesinin yükseldiğini göstermektedir.

4.2. Kaolen Yatakları

4.2.1. Mineralojisi ve Jeolojisi

Genellikle asidik, nötr ya da bazik karakterdeki magmatik kayaların içerdiği feldispatların hidrotermal alterasyonu ile endojen kaolen yatakları oluşmaktadır. Delta ve lagün gibi denizel olmayan ortamlarda ise alkali koşulların uygunluğu aranmaksızın sedimantasyon yolu ile birikerek ikincil tortul mineralizasyonları oluşmakta olup, bu sedimenter kaolenlerin çoğunluğu kırıntılı kökenlidir. Çevrede karbonatlı kayaların bulunması durumunda mevcut ana kayaya temas eden asidik suların nötrleşmesi ya da bazik hale gelmesi, ortamdaki silisi uzaklaştırarak eksojen kaolen yataklarının oluşmasını sağlar. İngiltere-Cornwell yatağı, dünyadaki en büyük endojen kaolen yatağıdır. En büyük kaolen yatağı ise Geç Kretase – Erken Tersiyer yaşlı Georgia-South Carolina (ABD) olup, Piedmont masifi kristalen kayalarından türeyen klastik malzemenin lagün ve göl ortamlarında birikmesiyle oluşmuştur. Maungaparerau, Matauri körfezi ve Mahimahi yatakları (Yeni Zelanda) ise, riyolitik karakterdeki kayaların hidrotermal alterasyon sonrası bozunması ve yerinde birikmesi ile oluşmuş rezidüel kaolen yatağını temsil eder.

Marmara bölgesi kaolen yatakları çoğunlukla, özellikle Sakarya zonu içerisinde yer alan Senozoyik zamana ait asidik-bazik karakterli volkanizma ürünlerinden itibaren hidrotermal alterasyon sonucunda gelişmiştir. Bunun yanında, dasit-andezit bileşimindeki kayaların metamorfizması sonucu oluşmuş kaolen yatakları da gözlenebilmektedir. Bu öncel kaolenlerin sedimantasyona bağlı birikimleri de diğer bir yatak oluşum tipidir. Tüm bu süreçlerde temel olan ise, feldispatların, yüzey veya hidrotermal sıvılarla etkileşime girerek alüminyum silikattan oluşan kaolin mineralince zengin birikimi neticesinde kaolen yataklarının oluşumunu sağlamasıdır. Marmara bölgesinde yer alan bu oluşumlar Neojen dönemine ait olup, özellikle Miyosen'i temsil etmektedir. İstanbul zonu içerisinde yer alan kaolen oluşumları ise Senozoyik zamana ait ürünlerin sedimantasyon sonrası diyajenezi ile oluşmuş kilitaşları ile temsil edilmektedir (Şekil 3, Çizelge 4).

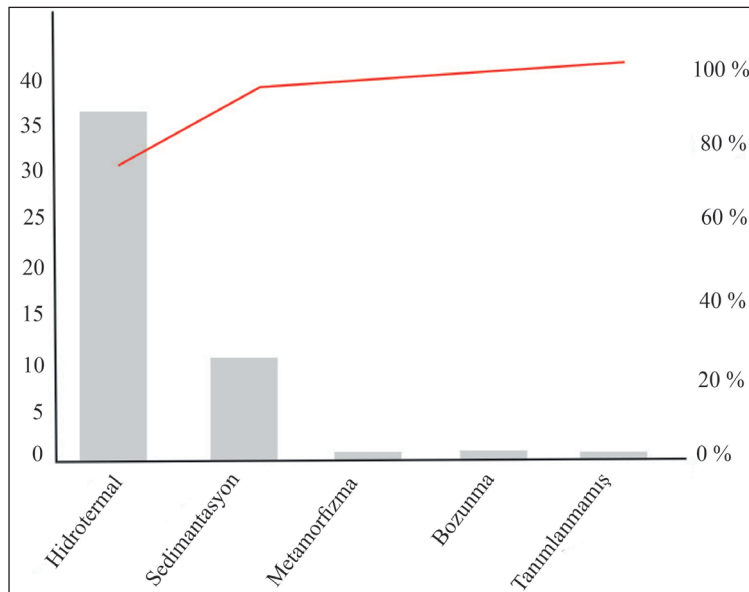
4.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kaolen mineralleri, yüksek oranda alüminyum ve düşük oranlarda demir içeriğine sahip olan bir alüminyum silikat $[Al_2Si_2O_5(OH)_4]$ mineralidir. Beyaz renkli ve yumuşak ince taneli dokusuyla kolay şekil verilebilir bir özellik taşımaktadır. Alüminyum dışı element içeriğinin düşük olması ile belirgin bir saflık derecesine sahiptir. Bu özelliği ile birlikte düşük şişme kapasitesi ve plastisite özelliği şekil verilebilme kolaylığı sağlamaktadır. Yüksek sıcaklığa karşı dayanıklılığı, istenilen sertliğin sağlanabilmesinde önemli bir faktördür.

Plastisite özelliği sayesinde kolay şekil verilebilir olması ve yüksek sıcaklık dayanımı sayesinde istenilen sertlikte ürün elde edilebilir olması, kaoleni seramik endüstrisinde ayrıcalıklı kılmaktadır. Yine yüksek saflık ve beyazlık özellikleri kağıt, diş macunu, kozmetik vb. alanlarda tercih edilmesini sağlamaktadır

4.2.3. Türkiye Kaolen Ticareti ve Ekonomik Değerlendirme

Dünya genelinde önemli bir ticaret hacmine sahip olan kaolen, özellikle seramik ve kağıt endüstrilerinde kritik bir hammaddedir. 2021'de kaolen, toplam 1,87 milyar dolarlık ticaret hacmiyle dünyanın en çok ticareti yapılan 777. ürünü olmuştur. 2020 ile 2021 yılları arasında kaolen ihracatı % 22,6 artarak 1,52 milyar dolardan 1,87 milyar dolara yükselmiştir. Kaolen ticareti, toplam dünya ticaretinin % 0.000089'unu temsil etmektedir. 2021'de kaolenin en büyük ihracatçıları Amerika Birleşik Devletleri (604 Milyon Dolar), Birleşik Krallık (259 Milyon Dolar), Çin (190 Milyon Dolar), Brezilya (135 Milyon Dolar) ve Hong Kong (101 Milyon Dolar) olmuştur. 2021'de kaolenin en büyük ithalatçıları Japonya (185 Milyon Dolar), Çin (127 Milyon Dolar), Belçika (111 Milyon Dolar), İtalya (97,6 Milyon Dolar) ve Almanya (86,3 Milyon Dolar) olmuştur. Türkiye'nin 2021 yılı ihracat payı 11.6 Milyon dolar iken, 2022 yılında % 129 oranında artarak toplam dünya kaolen ticaretinin % 1.29'luk payına sahip olmuş ve 26.5 M dolar ihracat gerçekleştirilmiştir. 2021 yılı ithalat miktarı 69.9 M dolar iken, 2022 yılında %24.8 oranında artmış ve % 4.25'lik pay ile



Şekil 3- Marmara Bölgesi kaolen oluşum mekanizmalarına ait kümülatif dağılım.

Çizelge 4- Marmara Bölgesi kaolen oluşumlarına ait ana kaya, stratigrafik yaş ve oluşum mekanizmaları.

ID	Tür	Ana Kaya	Stratigrafik Yaş	Oluşum Mekanizması
İST6	Kaolen	Kıltaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST7	Kaolen	Kıltaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST19	Kaolen	Kıltaşı	Tersiyer	Sedimentasyon
İST20	Kaolen	Şist/Arkoz	Neojen	Hidrotermal alterasyon
İST21	Kaolen	Andezitik/Bazik tüf	Neojen	Bozunma
BRS2	Kaolen	Tüf	Neojen	Hidrotermal alterasyon
BLK8	Kaolen	Dasitik tüf	Miyosen	Sedimentasyon
BLK9	Kaolen	Andezitik volkanikler	ü. Oligosen-Alt Miyosen	-
BLK10-11	Alünit+Kaolen	Andezit,Andezitik tüf	ü.Oligosen – Alt Miyosen	Sedimentasyon-Tanımsız
BLK12	Kaolen	Andezit,Andezitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK13	Kaolen	Andezit,Andezitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK14	Kaolen	Andezitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK15	Kaolen	Andezit-Andezitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK16	Kaolen	Andezit-Andezitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK17	Kaolen	Andezitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK18	Kaolen	Andezitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK19	Kaolen	Andezitik tüf	Neojen	Hidrotermal alterasyon
BLK20	Kaolen	Andezit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK21	Kaolen	Riyolitik-Riyodasitik tüf	Miyosen	Sedimentasyon
BLK22	Kaolen	Andezitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK23	Kaolen	Andezitik tüf	Miyosen	Sedimentasyon
BLK24	Kaolen	Andezitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK25	Kaolen	Riyolitik-Riyodasitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK26	Kaolen	Riyolitik-Riyodasitik tüf	Üst Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK27	Kaolen	Riyolitik-Riyodasitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
BLK28	Kaolen	Dasit, Andezit	Miyosen	Metamorfizma
BLK30	Kaolen	Volkanik kayaç	Miyosen	Sedimentasyon
ÇNK1	Kaolen	İgnimbirit	Orta Eosen	-
ÇNK5	Kaolen	Andezitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK6	Kaolen	Andezitik tüf	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK7	Kaolen	Andezitik tüf	Alt Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK8	Kaolen	Volkanik - Tüf	Alt Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK9,10	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK10	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK11	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK12	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK13	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK14	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK15	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK16	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK17	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK18	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK19	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK20.21	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK22	Kaolen	Andezit, Dasit	Miyosen	Hidrotermal alterasyon
ÇNK23	Kaolen	Volcano-sedimanter (gölsel)	Miyosen	Sedimentasyon

87.2 M dolar olarak gerçekleşmiştir. Ancak, sonuç olarak değerlendirildiğinde 2021 yılında ihracat-ithalat farkı -58.3 M dolar iken 2022 yılında -60.7 M dolara çıkmıştır (<https://oec.world/en/profile/hs/kaolin>).

Kağıt ve seramik sanayisinde gün geçtikçe artan yüksek kaliteli kaolen ihtiyacı, ithalat-ihracat dağılımını belirlemektedir. ABD kağıt ve seramik endüstrisinde kullanılmak üzere talep yaratırken, Almanya ve Japonya yüksek teknoloji ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Çin, Brezilya ve ABD başlıca kaolen üretimi yapan ülkeler olmakla birlikte giderek artan talebin karşılanması için gerekli olan pazar açığını kapatmaya yönelik üretimde pay sahibi olma imkanı da büyük önem taşımaktadır. Türkiye için, ithalat-ihracat farkı 2021'de -58.3 milyon dolar iken, 2022'de -60.7 milyon dolara çıkmış görünmektedir. Bu veriler, Türkiye'nin yurt dışından tedarik ettiği kaolen miktarının arttığını ve yerli üretim ile bu açığın kapatılmasının gerektiğini ortaya koymaktadır. Kaolen ihtiyacının dünya genelinde giderek arttığı izlenebilmektedir. Türkiye'nin daha fazla üretim yapma potansiyeli ve pazarda daha güçlü bir konum edinme imkânı bulunmaktadır.

4.3. Talk Yatakları

4.3.1. Mineralojisi ve Jeolojisi

Talk oluşumu, magnezyumca zengin kayaların hidrotermal ya da metamorfik akışkanlarla etkileşiminin bir sonucu olarak meydana gelmektedir. Bu süreçte etkili olan bileşenler MgO, SiO₂ ve H₂O'dur. Granitik ya da mafik ultramafik kayalarla ilişkili akışkanların özellikle karbonatlı kayalarla

teması yoluyla gelişen kontak metamorfizma ya da hidrotermal metasomatizma sonucunda, ortamda magmatik kayaktan gelen SiO₂ ve karbonatlı kayalardan gelen CO₂ moleküllerince zenginleşme gerçekleşir. Bu tür bir dönüşüm düşük-orta sıcaklık ve basınç metamorfizma koşullarında gerçekleşmektedir. Tektonizmaya bağlı bölgesel metamorfizma alanlarında gerçekleşen, metamorfik suların Mg²⁺ içeren karbonatlı kayalarca infiltrasyonu diğer bir talk oluşum mekanizmasıdır (Jiang ve Jiang, 2000; Jiang vd., 2001; Gondim ve Jiang, 2004). Mg²⁺'ca zengin ana kaya çeşitliliği, aynı şekilde talk oluşumlarında gözlenen mineral parajenezlerine ve kullanım alanlarına göre ürün çeşitliliğine imkan sağlar.

Marmara bölgesinde, Paleozoik metamorfiklerinin kıvrımlanmasında ve kırılmasında tektonizma etkili olmuştur. Ayrıca bölgede, granodiyoritik sokulumların etkisi altında gelişmiş kontak metamorfizma gözlenmektedir (Okut vd., 1996). Bu metamorfizma ürünlerinin hidrotermal akışkanlarla etkileşimi ise talk minerallerinin birikerek talk yataklarının oluşumu için zemin hazırlamıştır.

Bursa, Balıkesir ve Çanakkale'de gözlenen talk oluşumları Paleozoik zamana ait epimetamorfikler içerisinde bölgesel metamorfizma sonucunda oluşmuştur (Çizelge 5). Bu süreçlerde, metamorfoz sırasında silika, magnezyum ve suyun önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Bu mineral birlikteliklerinin ekonomik önemi de, yüksek magnezyum içeriği ve potansiyel endüstriyel kullanımları ile giderek artmaktadır.

Çizelge 5- Marmara Bölgesi talk oluşumlarına ait ana kaya, stratigrafik yaş ve oluşum mekanizmaları.

ID	Tür	Ana Kaya	Stratigrafik Yaş	Oluşum Mekanizması
BRS3	Talk	Metamorfik Şist	Paleozoik	Metamorfizma
BRS4	Talk	Metamorfik Şist	Paleozoik	Metamorfizma
BLK31	Talk	Epimetamorfikler	Paleozoik / Triyas	Metamorfizma
BLK32	Talk	Epimetamorfikler	Paleozoik	Metamorfizma
BLK33	Talk	Epimetamorfikler	Paleozoik	Metamorfizma
ÇNK26	Talk	Epimetamorfik Şistler	Paleozoik	Metamorfizma
ÇNK27	Talk	Epimetamorfik Şistler	Triyas	Metamorfizma
ÇNK28	Talk	Epimetamorfik Şistler	Paleozoik	Metamorfizma
ÇNK29	Talk	Epimetamorfik Şistler	Paleozoik	Metamorfizma
ÇNK30	Talk	Epimetamorfik Şistler	Paleozoik	Metamorfizma
ÇNK31	Talk	Epimetamorfik Şistler	Paleozoik	Metamorfizma

4.3.2. Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Magnezyum ve silikattan oluşan ve $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ formülüne sahip talk minerali beyaz renkli, yumuşak ve yağlı bir dokuya sahiptir. Ayrıca, yüksek ısı dayanımı ve düşük termal iletkenlik özelliği göstermektedir. Talk, plastik ve kauçuk sanayisinde dolgu malzemesi olarak kullanılırken, kozmetik sanayisinde ise pudra olarak kullanılmaktadır. Kaolene benzer şekilde kağıt sanayisinde beyazlatıcı olarak da kullanılmaktadır.

4.3.3. Türkiye Talk Ticareti ve Ekonomik Değerlendirme

Geniş bir kullanım alanına sahip olan bir mineral olan talk; plastik, kozmetik, kauçuk ve kağıt sanayilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye 2021 yılında 2,15 M dolar ihracat yapmıştır. İhracat yaptığı başlıca ülkeler ise % 32.11 ile İsrail (692 bin dolar), % 13.01 ile Rusya (280 bin dolar), % 12.48 ile Romanya, %7.42 ile Yunanistan, % 6.26 ile İtalya, % 5.29 ile Fas ve % 4.92 ile Ukrayna olarak belirtilebilir. Türkiye'nin 2019 yılı verilerine göre yapmış olduğu ithalat miktarı 1.54 M dolardır. İthalat yaptığı başlıca ülkeler ise % 45.65 ile Pakistan (703 bin dolar), % 33.44 ile Mısır (515 bin dolar) ve %18.64 ile Afganistan (287 bin dolar) olarak belirtilmektedir (WITS.worldbank.org).

Türkiye'nin talk ticaretindeki net fark (2021'deki ihracat-ithalat farkı 2.15 milyon dolar) pozitif yöndedir. Bu durum, Türkiye'nin bu alanda dış ticaret dengesini pozitif tutmakta olduğunu göstermektedir. Kozmetik sektöründeki talebin artması ve yüksek kaliteli plastik-kauçuk üretimi için kullanılan bu mineralin stratejik öneminin artması talk ticaretinde artışa neden olmaktadır. Türkiye'nin talk ticaretindeki dış ticaret dengesini büyütme potansiyeli bulunmaktadır. Bunun gerçekleşebilmesi, yüksek kaliteli üretim kapasitesinin artırılması ve özellikle Avrupa ve Orta Doğu pazarlarında daha fazla talep yaratılmasına bağlı görünmektedir.

4.4. Seramik Kili Yatakları

4.4.1. Mineralojisi ve Jeolojisi

Seramik kili, çoğunlukla sedimanter kayalar arasında yer alan ve çeşitli mineralojik içeriğe sahip bir malzemedir. Farklı çevresel faktörler ve jeolojik süreçlerin etkisi altında oluşabilmekle birlikte, genellikle sakin su ortamlarında depolanmış ince taneli mineral birliktelikleridir. Tüf ve volkanik kayaların atmosfer, meteorik ve hidrotermal sıvılar etkisi altında bozunması sonrası oluşan kil mineralleri

(kaolinit, illit, montmorillonit gibi alüminyum silikat mineralleri) seramik kili yataklarının başlıca bileşenleridir. Bu kil mineralleri suda çözünüp taşınarak başka bir yerde depolanırlar ve seramik killeri meydana getirirler. Bu süreçte kil mineralleri ince taneli, iyi derecelenmiş malzeme özelliği kazanırlar.

Marmara Bölgesi'nde gözlenen seramik kili yatakları volkanik kökenli kayalar ve sedimanter formasyonlar ile ilişkilidir. Mineral çökelişi ve kil minerallerinin homojenleşmesi için uygun koşulları sağlayan volkanik tüf, alüvyal ve delta ortamları gibi sakin sulu ortamlarda meydana gelmektedir. Marmara Bölgesi'ndeki seramik kili yataklarının kalitesini ve kullanım potansiyelini belirleyen diğer önemli bir faktör ise çözünme ve sedimentasyon süreçlerini hızlandıran iklimsel süreçlerdir. Bölgedeki seramik kili yataklarının büyük kısmı, Oligosen-A. Miyosen yaşlı kilitaşlarıyla ilişkili oluşumlardır (Çizelge 6). Bu oluşumlar Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı sedimanter kayalar ile örtülmüştür. Organik maddece fakir olan bu yataklar, volkanik faaliyetler ve atmosferik etkiler altında ince taneli ve yüksek kaliteli bir özellik kazanmışlardır.

Marmara Bölgesi'nde yer alan seramik kili yataklarının önemli özelliklerinden biri olan düşük organik madde içeriği seramik kalitesini artıran aranılır bir özelliktir. Bu seramik killeri, yerel seramik sanayisi için sürdürülebilir bir hammadde kaynağı sunmaktadır.

4.4.2. Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Seramik kili, su ile karıştırıldığında yumuşak kıvamı ve kolay şekil verilebilir olma özelliği ile seramik, porselen, tuğla, çini gibi birçok seramik ürünlerin üretiminde tercih edilmektedir. Seramik kilinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin farklılığı, pişirme sıcaklıklarına bağlı değişik dayanıklılık özellikleri göstermelerine neden olmaktadır. Seramik ürünler, dünyada en çok ticareti yapılan 50. ürün çeşididir. Toplam ticaret hacmi 67.9 milyar dolar olup, 2021 ile 2022 yılları arasında seramik ürünlerin ihracatı %6.48 oranında artarak 63.8 milyardan 67.9 milyar dolara yükselmiştir. Seramik ürünler, toplam dünya ticaretinin %0.29'unu temsil etmektedir (<https://oec.world/en/profile/hs/ceramic-products>).

Seramik kili yatakları genellikle kaolinit, illit ve montmorillonit gibi farklı kil mineral bileşimlerini içermekte ve genellikle kil, silis, feldispat gibi minerallerin belirli oranlarda bir arada bulunacağı koşullarda oluşmaktadır. Farklı sıcaklıklarda pişirildiğinde, seramik kilin fiziksel ve kimyasal

Çizelge 6- Marmara Bölgesi seramik kili oluşumlarına ait ana kaya, stratigrafik yaş ve oluşum mekanizmaları.

ID	Tür	Ana Kaya	Stratigrafik Yaş	Oluşum Mekanizması
İST1	Seramik Kili	Kiltaşı	Oligosen-Miyosen	Sedimentasyon
İST2	Seramik Kili	Kiltaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST3	Seramik Kili	Kiltaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST4	Seramik Kili	Kiltaşı, Kumtaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST5	Seramik Kili	Kiltaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST6	Seramik Kili	Kiltaşı, Kumtaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST7	Seramik Kili	Kiltaşı, Kumtaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST8	Seramik Kili	Kiltaşı, Kumtaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST9	Seramik Kili	Kiltaşı, Kumtaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST10	Seramik Kili	Kumtaşı, Kiltaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST11	Seramik Kili	Kiltaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST12	Seramik Kili	Kiltaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon
İST13	Seramik Kili	Kiltaşı, Kumtaşı	Oligosen-Alt Miyosen	Sedimentasyon

özellikleri değişim göstermektedir, bu da ürünlerin dayanıklılığını etkilemektedir. 24 Temmuz 2024 tarihine kadar olan süreçte Rusya, Ukrayna ve Vietnam Türkiye'nin seramik kili ihraç ettiği başlıca ülkelerdir (<https://www.volza.com>).

5. Tartışma

Sanayide kullanılan kil minerali zengini hammaddeler gerek tonaj gerekse toplam değer olarak endüstriyel kayaçların başında gelmektedir. Minimum işleme üretilen düşük değerli malzemelerden (örneğin tuğlalar için belirli plastik killer) yüksek katma değerli malzemelere (örneğin kağıt kaplama için rafine kaolenler) çeşitlilik gösterir. Üretim yaklaşık %90'ı inşaat kili veya yapısal seramik ürünler için kullanılan çeşitli killerden oluşur. Yatakların sadece %10'u esasen monomineraliktir (kaolen, bentonit, dolgu toprakları, vb.) ve bunlar genellikle "özel killer" olarak adlandırılır. 2022 yılında dünya genelinde bentonit üretimi yaklaşık 20.400 ton; fullerin toprak kil üretimi 4.100 ton ve kaolen üretimi (bazı ülkelerden bağlama kili dahil) yaklaşık 51.900 tondur (USGS Minerals Yearbook, 2022-2023). Marmara Bölgesi kil mineralizasyon türlerine bakıldığında 95 adet oluşumun 48 adedinin kaolen, 20 adedinin bentonit, 14 adedinin seramik kili, 11 adedinin talk ve 2 adedinin alümitli kaolen olduğu görülmektedir (Şekil 4a). Oluşum mekanizmalarına bakıldığında ise 38 adet hidrotermal alterasyon, 32 adet sedimentasyon, 12 adet metamorfizma, 8 adet diyajenez, 1 adet bozunma (günlenme) ve 4 adet tanımlanmamış kil yatağı belirlenmiştir (Şekil 4b).

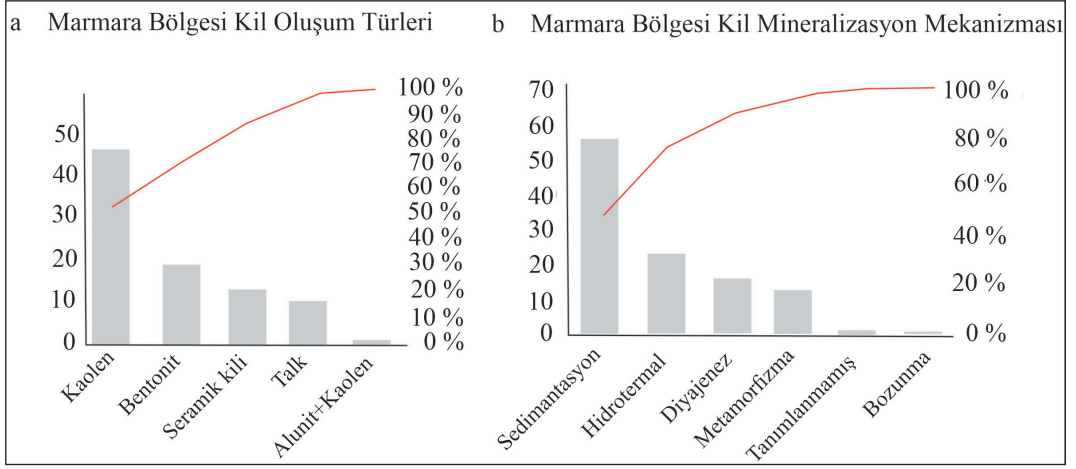
2021'de Türkiye 136 milyon dolarlık kil ihraç ederek dünyanın en büyük 5. kil ihracatçısı olmuştur. Aynı yıl kil, Türkiye'nin en çok ihraç ettiği 288. ürün olmuştur. Türkiye'den kil ihracatı yapan başlıca ülkeler Hollanda (27 Milyon Dolar), İtalya (20,6 Milyon Dolar), Almanya (12,2 Milyon Dolar), Hindistan (8,87 Milyon Dolar) ve Fransa (6,3 Milyon Dolar)'dır. 2020 ve 2021 yılları arasında Türkiye killeri için en hızlı büyüyen ihracat pazarları ise İtalya (7,2 Milyon Dolar), Hindistan (3,82 Milyon Dolar) ve Suudi Arabistan (2,2 Milyon Dolar) olmuştur.

2021 yılında toplam 136 Milyon dolar olan ihracat payını %40 artırarak 2022 yılında 191 Milyon dolara çıkaran Türkiye kil pazarında en hızlı büyüyen ülke konumundadır. Yine 2021 yılında 37.5 Milyon dolar olan ithalat payını %35.2 oranında artırarak 2022 yılında 50.7 Milyon dolara çıkarmıştır. Ülke ekonomisi açısından 140.3 Milyon dolarlık bir ihracat fazlası ortaya çıkararak artı değer yaratmıştır.

Tüm kil üretimi yapan ülkelerdeki killerin farklı kökenleri, çıkarılan malzemenin özelliklerinde büyük çeşitlilik yaratmıştır. Kökensel çalışmalarla oluşturulan jeolojik kriterler, yeni yatakların araştırılmasında ve çıkarılmasında kullanılabilir.

6. Sonuçlar

Birçok alanda önemli bir hammadde kaynağı olarak yer alan kil ve kil mineral oluşumları, teknolojik ve inşaat ürünleri alanlarında dünya ticareti içerisinde önemli bir hacme sahiptir. Ülke kalkınmasında ihracat – ithalat dengesinin sağlanması anlamında ihracattaki



Şekil 4- Marmara bölgesi kil mineralizasyonu; a) türleri, b) oluşum mekanizmaları.

konumunun daha ilerilere taşınabilmesi mümkündür. Jeolojik koşulların elverişliliği kil ürünlerinin çeşitliliğini mümkün kılmıştır.

Marmara Bölgesi'nin etkisi altında kaldığı jeolojik süreçlere bağlı olarak farklı dönem ve mekanizmalara işaret eden çeşitli kil oluşumları gözlenmektedir. Kullanım alanlarına yönelik olarak aranan mineralojik birlikteliklerin ve teknolojik niteliklerin gereği olarak farklı kategorilerde ele alınan kil oluşumları, içerisinde yer aldıkları litolojik özellikler ve jeokimyasal süreçler ile birlikte dönemsel sınıflandırmaya tabi tutulduğunda arama çalışmalarına önemli ekonomik katkılar sunmaktadır. Bu nedenle yapılan mevcut arama çalışmalarının jeolojik, jeokimyasal ve teknolojik çalışmalarla anlamlı bir bütünlük içerisinde değerlendirilmeleri sadece ithalat ihracat dengesi yönüyle değil, arama maliyetlerini düşürmesi yönüyle de katma değer yaratmaktadır.

Değerlenen Belgeler

- Bingöl, E. 1989. 1/2.000.000 scale Turkish Geology Map. Mineral Research and Exploration of Turkey Publication, Ankara (in Turkish).
- Gondim, A. C., Jiang, S. Y. 2004. Geologic Characteristics and Genetic Models for the Talc Deposits in Parana and Bahia, Brazil. *Acta Petrologica Sinica*, 20(4): 829-836.
- Grim, R.E. 1962. *Applied Clay Mineralogy*. McGraw-Hill, New York, 422 p.
- Guggenheim, S., Martin, R.T. 1995. Definition of Clay and Clay Mineral: Joint Report of the AIPEA CMS Nomenclature Committees. *Clay Minerals*, 30, 257-259.

Jiang, S.Y., Jiang, Y.H. 2000. Talc and magnesite deposits in China, *Mineralia Slovaca*, 32(6): 559-560.

Jiang, S.Y., Ni, P., Ling, H.F., Jiang, Y.H. 2001. Boron Isotope Geochemistry of borate and magnesite deposits in Eastern Liaoning and Jilin Provinces of China, In Piestrzynski et al.(eds.), *Mineral Deposits at the Beginning of the 21st Century*, Proceedings of the Joint Sixth Biennial SGA-SEG Meeting, A.A. Balkema Publishers, Lisse, p. 989-991.

Ketin, İ. 1983. Türkiye Jeolojisi'ne Genel Bir Bakış. İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, Sayı: 1259, İstanbul, s. 158.

Keller, W.D. 1978. Flint-clay facies illustrated within one deposit of refractory clay. *Clays and Clay Minerals* 26, 237-243.

Keller, W.D. 1981. The sedimentology of flint clay. *Journal of Sedimentary Petrology* 51, 233-244.

Keller, W.D. 1982. Kaolin—a most diverse rock in genesis, texture, physical properties, and uses. *Geological Society of American Bulletin* 93, 27-36.

Kogel, J. E. 2014. Mining and processing kaolin. *Elements* 10(3): 189-193.

Laufer, B. 1930. *Geophagy*. Field Museum of Natural History Publication. Anthropological Series XVIII (280), No. 2.

Okut, M., Çelik, E., Elmacı, M., Demir, N. 1996. Balıkesir İvrindi Havran Edremit Çanakkale Bayramiç Yenice dolayı talk prospeksiyon raporu, Maden Tetkik ve Arama Rapor No:4861, Ankara (yayımlanmamış).

Okay, A.İ., Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In "The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen" (eds. B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth and M. Séranne), Geological Society, London, Special Publication 156, 475-515.

- Şengör, A. M. C. 1980. Türkiye'nin neotektoniğinin esasları (Fundamentals of the neotectonics of Turkey). Publication of Geological Society of Turkey, 40s.
- World Bank Group International Development, Poverty and Sustainability (WITS), worldbank.org
- OEC Bentonite, <https://oec.world/en/profile/hs/bentonite>
- OEC Kaolin, <https://oec.world/en/profile/hs/bentonite>
- OEC Ceramic products, <https://oec.world/en/profile/hs/ceramic-products>
- Volza Grow Global, <https://www.volza.com>
- Taner, F., Çağatay, A. 1983. Istanca masifindeki maden yataklarının jeolojisi ve mineralojisi: Türkiye. Jeoloji Kurumu Bülteni 26, 31-40, Ankara.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, C., Şengör, A.M.C. 1997. Geology and tectonic evolution of the Pontides. In: ROBINSON, A.G. (ed.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region. American Association of Petroleum Geologists Memoir 68, 183-226.