



# MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

## DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE HUNTİT

### HAZIRLAYANLAR

M.Bayram YÜCEL  
Özgen GÜL

Maden Yük. Müh.  
Jeoloji Müh.

Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı  
Kasım 2017



1.Giriş .....	1
1.1.Tanımı .....	1
1.2.Tarihsel Dönemlerde Kullanımı .....	2
1.3.Endüstriyel Kullanımı .....	2
1.3.1.Katkı Bazlı Alev Geciktiriciler .....	3
2.Maden Yatakları ve Rezervleri.....	7
2.1.Türkiye Maden Yatakları.....	7
2.1.1.Çameli Yatakları .....	7
2.1.2.Salda Gölü Yatakları.....	7
2.1.3.Eğirdir Gölü Yatakları .....	8
2.2.Türkiye Rezervleri .....	9
3.Maden İşletme Yöntemi, Cevher Hazırlama/Zenginleştirme.....	10
3.1.Maden İşletme Yöntemi.....	10
3.2.Cevher Hazırlama .....	10
3.3.Cevher Zenginleştirme.....	11
3.3.1.Flotalasyon Özelliklerinin Araştırılması.....	11
3.3.2.Göller Bölgesi Huntit Cevherlerinin Alev Geciktirici Olarak Kullanılması.....	11
4.Teknolojik Çalışmalar .....	12
5.Endüstriyel Ürünler .....	13
5.1.UltraCarb .....	13
5.2.Portafill H5 (Fonksiyonel Doldurucu ve Genişletici).....	16
5.3.Securoc C (Fonksiyonel Doldurucu ve Genişletici) .....	16
6.Huntit/Hidromanyezit Cevher Üretimi ve Satışı .....	16
7. Türkiye Dış Ticareti.....	17
7.1.İthalat .....	17
7.2.İhracat .....	17
7.3.Fiyat Gelişimi .....	18
8. Dünyada Durum .....	19
8.1.Yunanistan'da Durum.....	19
8.2.İran'da Durum.....	20
8.3.Faaliyet Gösteren Kuruluşlar .....	20
9.Sektörün Güçlü ve Zayıf Yanları.....	23
10.Sektörde Beklenen Gelişmeler .....	24
10.1.Arz-Talep Beklentileri .....	24
10.2.Piyasa Durumu.....	24
10.3.Teknolojik Gelişmeler .....	25
10.4.Çevresel Etkilere Yönelik Beklentiler .....	27
11.Strateji.....	27
12.Sonuç ve Değerlendirme .....	29
Kaynaklar .....	33



## **Tablo Listesi:**

Tablo 1. Huntit Mineralinin Özellikleri.....	1
Tablo 2. Dönemsel Olarak Alev Geciktiricilerde Gelişmeler .....	3
Tablo 3. Katkı Bazlı Alev Geciktiriciler .....	4
Tablo 4. Mineral Bazlı Alev Geciktiriciler.....	4
Tablo 5. Alev Geciktirici Çeşitli Mineraller ve Bozuşma Sıcaklıkları.....	6
Tablo 6. Alev Geciktirici/Duman Kesici Ürünlerden Bazıları .....	6
Tablo 7. Huntit Rezervleri .....	10
Tablo 8. “Ultracarb” Ürününün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	14
Tablo 9. UltraCarb’ın Kullanım Alanları .....	14
Tablo 10. Huntit-hidromanyezitin Tipik Özellikleri .....	19
Tablo 11. Yunanistan’ın Huntit Üretimi(ton).....	20
Tablo 12. Dünyada Huntit Tedarikçi Şirketleri.....	23

## **Şekil Listesi:**

Şekil 1. UltraCarb'ın Termal ve Kütlesel Davranış Grafiği.....	15
Şekil 2. Huntit Ham Cevher Üretimi.....	17
Şekil 3. Huntit-Hidromanyezit'in "TL" Bazlı Fiyat Gelişimi.....	18
Şekil 4. Huntit-Hidromanyezit'in "£" Bazlı Fiyat Gelişimi.....	18
Şekil 5. Küresel Pazarda Alev Geciktiricilerin Payları.....	24
Şekil 6. Dünyada Alev Geciktiricilerin Tüketim Oranları.....	25
Şekil 7. Alev Geciktiricilerin Yangından Kaçış Zamanını Artırması.....	26

## 1. Giriş

### 1.1. Tanımı

Huntit; bir kalsiyum magnezyum karbonat minerali olup, karbonatlar sınıfı altında dolomit grubu içerisinde yer almaktadır. Kimyasal formülü;  $\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_4$ ; molekül ağırlığı 353,03 gr'dır (%15,88 CaO, %34,25 MgO ve %49,87  $\text{CO}_2$ ). Mikroskopik tane boyunda polikristalin yığılımlar halindedir. Rombohedral ve hegzagonal sistemde kristallenir. Dolomit ve/veya manyezitle birlikte; karstik, evaporitik, gelgit altı ve yer altı ısınmış ortamlarında Mg/Ca oranının 7'den yüksek ve sıcaklığın 50 °C'den daha fazla olduğu koşullarda (pH:7,5-8) katman ya da yumrular halinde oluşur. Yarı duraylı olduğundan, ancak iyi korunduğu yataklarda varlığını sürdürür. Huntit; çoğunlukla hidromanyezit ve/veya manyezitle birlikte bulunup; dağılgan, saf beyaz görünümlüdür. Islak olduğu zaman çok plastiktir. Çamuru, mantar yüzeyleri gibi kırılıp çatlamalar gösterir. Elektron mikroskobu altında 1-2  $\mu$  boyunda, dikdörtgen-kare levhacık kristalleri yığılımı halinde görülür. Bazen daha büyük (5-10  $\mu$ ) huntit kristalleri ve kuvars taneleriyle birlikte bulunur. Beyaz renkte, toprağımsı, kırılğan yapıda bir mineraldir.

**Tablo 1- Huntit Mineralinin Özellikleri.**

<b>Keşfeden</b>	1943-Faust.
<b>Fiziksel Görünüş</b>	Manyezite benzer.
<b>Fiziksel Özellik</b>	Beyaz ve limon beyazı renk.
	Mohs sertliği 1-2, dağılgan.
	Yoğunluğu 2.696 g/cm <sup>3</sup> ( 4 °C'de).
	Suda gözenekli hal alır.
	Soğuk asitlerde kolayca çözünebilir.
<b>Optik Özellik</b>	İnce kesitte renk vermemektedir.
<b>Kimyasal Özellik</b>	$\text{Ca Mg}_3(\text{CO}_3)_4$ , dolomitte manyezit arasında, yapısında "Si, Fe, Sr, Ba, Ti, B, Al ve Mn" bulunabilir.
<b>Jeolojik Özellik</b>	Manyezit ve Dolomit bileşikleri kadar duraylı değildir. Paleoseller, spaleotemler şeklinde yataklanır. Huntit, hidromanyezit ve manyezit içeren yataklar ise Mg/Ca oranı 500'e varan göllerde, çökelmeler şeklindedir.

(Kangal, 2004)

Huntit ilk kez Faust (1953) tarafından Amerika Nevada Currant Creek'teki karbonatlı volkanik tüflerde bulunmuştur. O dönemde manyezit ve dolomitin meteorik sularla tepkimesinden son ürün olarak ortaya çıktığı kabul edilmiştir. Huntit minerali; Amerikalı mineralog, Walter Frederick Hunt (1882-1975)'in anısına sonradan isimlendirilmiştir. Bu mineral, çoğunlukla hidromanyezit-manyezitle birlikte bulunmaktadır. Huntit-hidromanyezit yaygın olarak alev geciktirici (flame retardant) olarak plastik, polimer, kauçuk, boya vb. sektörlerine hammadde kaynaklığı yapmaktadır.

Hidromanyezit; sulu bir magnezyum karbonat bileşiği olup, kimyasal formülü:  $Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 4(H_2O)$  şeklindedir (%43,09 MgO, %19,26 H<sub>2</sub>O, %37,64 CO<sub>2</sub>). Mineral; renksiz veya beyaz, floresans özellikli, iğnemsiz, saydam, ipeksidir. Özgül ağırlığı; 2,16-2,2; sertliği; 3,5 olup huntit ile ilişkilendirilmiştir.

## 1.2. Tarihsel Dönemlerde Kullanımı

Tarihsel süreçte baskın beyaz renk özelliğinden dolayı kullanım tecrübesi oluşmuş olan bir mineral olarak Huntit'i ifade edebiliriz. Tarihsel dönemlere ait örneklerden bazıları aşağıda verilmiştir:

Eski Mısır anıt mezarlarındaki boyanmış resimler/figürlerde yapılan analizler sonucu beyaz pigment içeriklerinin huntit olduğu (Uda vd., 2000); yine kadim Mısır'ın yeni krallık döneminde antik seramiklerin ve duvar resimlerinin yanı sıra papirüs ve ahşap tabutlarda ve objelerde de baskın huntit kullanımının bulunduğu tespit edilmiştir ( Abdel-Ghani, 2010).

Roma İmparatorluğu dönemine ait bir kargo gemi batığında da bulunan ahşap kutuda huntit olduğu analizlerle tespit edilmiştir (Barbieri, Calderoni, Cortesi ve Fornaseri, 1974).

Yakın dönem 12. yy İran tarihi sanat eserlerinden birinde, beyaz pigmentlerin analizi sonucu huntit tespiti yapılmıştır. Özellikle eserin bulunduğu Abarkuh bölgesindeki huntit yataklarının bu kullanımda etkisi olduğu düşünülmektedir (Karimy ve Holakoei, 2015).

## 1.3. Endüstriyel Kullanımı

Huntit; boya, alev geciktirici, plastik, polimer, özel lastik ve ilaç vb. endüstriyel sektörlerde kullanılmaktadır. Alev geciktirici katkı hammaddesi konusunda çalışmalar öne çıkmakta olup; diğer sektörlerde kullanım standartları henüz netleşmemiştir.

Huntit-hidromanyezitin en önemli özelliği alev geciktirici olmasıdır. Saf huntit 600 °C'de dekompoze olmaktadır (Kangal, 2004). Endotermik reaksiyon sonucu; ısıyı emer, alevi ve yüzey sıcaklıklarını azaltır. Ayrıca her türlü duman ve yanabilir gazları seyreltir.



Huntit-hidromanyezit; mineral bazlı alev geciktiriciler için magnezyum içeren bir kaynaktır. Yaklaşık 250 °C’de su buharı ve karbondioksiti serbest bırakarak endotermik bozuşma başlar; kalsiyum ve magnezyum oksitli katı son ürün olarak sonuçlanır.

Huntit-hidromanyezit vb. mineral esaslı ve çevreci endüstriyel ürünlerin (alev geciktirici ürünler) kullanım gereksinimlerinin önemini ortaya koyan bir örnek olarak; “2015 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde gerçekleşen 1.345.500 kayıtlı yangında; 3.280 sivil ölümü, 15.700 sivil yaralanması ve 14,3 milyar dolar maddi kayıp oluştuğunu vurgulamak yerinde olacaktır (NFPA.org, 2017).

Endüstriyel kullanım sürecindeki alev geciktiricilerin gelişiminde neden olan olaylar ve çözümlerini de tablo 2’de özetleyebiliriz:

**Tablo 2- Dönemsel Olarak Alev Geciktiricilerde Gelişmeler.**

<b>Alev Geciktiricilerin Geliştirilmesi Süreci</b>		
<b>10 Yıllık Dönemler</b>	<b>Olaylar</b>	<b>Çözümler</b>
1960	Ciddi yangınlara sebep olan ucuz polimer ürünler	Tutuşma sıcaklığının indirilmesi
1970	Kaçış için yangın dumanının ana faktör olması	Dumanın azaltılması
1980-1990	Isı dağılımını ölçmek için konik kalorimetrenin gelişmesi	Zirve ısılarını indirme
2000	Çevreye zararlı halojen gazların bulunması	Halojensiz ürün kullanımı
2010	İklim değişikliği ve diğer çevresel duyarlılıkların ana akım olması	Sürdürülebilir ekosistem

(Hewitt ve Hull, 2017)

### **1.3.1. Katkı Bazlı Alev Geciktiriciler**

Genellikle mineral esaslı veya yapay kimyasallardan oluşan bileşikler katkı bazlı alev geciktiricileri oluşturmaktadırlar. Katkı bazlı alev geciktiriciler reaktif bazlı alev geciktiricilere-genellikle doymamış poliesterler veya epoksilerle kullanılan esas olarak çeşitli organik bileşiklerinden elde edilen reçineler şeklinde kullanılırlar- göre daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Katkı bazlı alev geciktiriciler tablo 3’te sınıflandırılmıştır.

**Tablo 3- Katkı Bazlı Alev Geciktiriciler.**

<b>KATKI BAZLI ALEV GECİKTİRİCİLER</b>			
<b>İnorganikler</b>	<b>Mineral Esaslı Bileşikler</b>	<b>Halojenli Bileşikler</b>	<b>Diğerleri (Esas Olarak Azot Bazlı)</b>
Alüminyum trioksit	Alüminyum trihidrat	Klorlu bileşikler	Melamin siyanurat
Antimuan trioksit	Doğal (brusit) ve sentetik magnezyum hidroksit	Bromlu Bileşikler	
Fosforlu bileşikler	Huntit/Hidromanyezit		

(Kangal, 2004)

Mineral esaslı alev geciktiricilerin kimyasının basit görünüyor olmasına rağmen, farklı fiziksel ve uygulama özellikleri ile ayrıldığı alt gruplar tablo 4'te gösterilmiştir. Huntit-hidromanyezit 250-260°C ve magnezyum hidroksit 340°C'de geniş çaplı potansiyel uygulamalarda kullanılmaktadır. ATH'nin ise 200°C'de bozuşmaya başlaması kullanımını sınırlamakta, tel/kablo endüstrisinde ve düşük kaliteli ürünlerde kullanımı öne çıkmaktadır. Ürünün tane inceliği, renk ve saflığı, diğer önemli özellikleridir. ATH, 1970'lerden bu yana kullanılmakta olan bir üründür. Magnezyum hidroksit (MgH) ve huntit-hidromanyezit ise 1980'lerin sonunda, plastik ve lastik pazarında kullanılmaya başlamıştır (Kangal, 2004).

**Tablo 4- Mineral Bazlı Alev Geciktiriciler.**

<b>Tip</b>	<b>Tane Boyutu (µ)</b>	<b>Kimyasal Saflık</b>	<b>Parlaklık (%)</b>
İri ATH	40-80	Orta-Yüksek	85-92
Öğütülmüş ATH	20-2.5	Orta-Yüksek	88-95
İnce Çökeltilmiş ATH	2.5-0.8	Yüksek	94-97
Öğütülmüş MgH (Brusit)	20-2.5	Orta	90-96
İnce Çökeltilmiş MgH	2.5-0.8	Yüksek	94-97
Huntit/Hidromanyezit	4-2	Orta	93-96

(Kangal 2004)

Düşük üretim viskozitesi anlamına gelen iri tane boyutu, ikinci derecede (alt) fiziksel bileşim özelliğidir. Doğal ham malzemelere dayalı ürünler, rengi etkileyen ve parlak renkli bileşiklerin istenmeyen renk atmalarına yol açan kirlilikleri (empüriteleri) içerebilirler. Genellikle yüksek miktardaki reaktif kirlilikler, diğer bileşikler ile etkileşim riskini arttırarak yan etkilere neden olabilirler.

Mineral esaslı bileşiklerden huntit-hidromanyezit ürünü olan UltraCarb; alev geciktirici özellikleri sayesinde, plastik ve kauçuk sanayinde yaygın olarak kullanılan çoğu alev geciktiriciye değerli bir alternatif oluşturur. UltraCarb'ın yanma reaksiyonundaki ayrışması endotermik bir süreç olup, ısının emilimi sayesinde alev ve yüzey sıcaklığı azaltılır. Orijinal ağırlığın % 53'ünün yanıcı olmayan karbondioksit ve su buharına dönüşmesi nedeniyle, çıkan duman ve yanıcı gazları seyreltir. 220 °C'de başlayan ayrışma (şekil 1)(tablo 5), yüksek erime noktasına sahip polimerlerin içine katılmasını sağlar ve ara sıcaklık erime noktasına sahip polimerlerin bileşim oranlarının iyileştirilmesini kolaylaştırır (LKAB Minerals, 2017).

Magnezyum ve magnezyum hidroksit sınıfı için ise ana kaynaklar; deniz suyu ve magnezyumca zengin tuzlu sularlardır ( ve daha az miktarda serpantin, dolomit ve kieserit). Bununla birlikte; daha sığdaki sondajlar ile; diğerlerine göre daha az olan, ikincil magnezyum mineralleri; brusit, huntit ve hidromanyezit manyezit kaynakları tespit edilmiştir. Bu minerallerin ticari olarak üretimi sınırlıdır. Magnezyum hidroksitin doğal minerali Brusit, küçük miktarlarda ve çoğunlukla ABD'de Teksas, Arizona ve Nevada'da aralıklarla üretilir. Daha büyük hacimlerde üretim ise Çin'in kuzey-doğusundaki Liaoning bölgesinde yapılmaktadır. Sık sık birlikte oluşan huntit-hidromanyezit mineralleri için pazar daha küçüktür; Türkiye ve Yunanistan'da ticari üretimi yapılmaktadır.

Öte yandan iyi bilinen ATH ve magnezyum hidroksit'in yanısıra polimerler için faydalı katkı olabilecek mineraller ve yaklaşık bozuşma sıcaklıkları tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5- Alev Geciktirici Çeşitli Mineraller ve Bozuşma Sıcaklıkları.**

Mineral	Kimyasal Formülü	Bozuşma Sıcaklığı(°C)
Nesquehonite	MgCO <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O	70 – 100
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	60 – 130
Magnezyum fosfat oktahidrat	Mg <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .8H <sub>2</sub> O	140 – 150
Alüminyum Hidroksit	Al(OH) <sub>3</sub>	180 – 200
Hidromanyezit	Mg <sub>5</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	220 – 240
Davsonit	NaAl(OH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	240 – 260
Magnezyum hidroksit	Mg(OH) <sub>2</sub>	300 – 320
Magnezyum karbonat subhidrat	MgO.CO <sub>2</sub> (0.96)H <sub>2</sub> O(0.3)	340 – 350
Böhmit	AlO(OH)	340 – 350
Kalsiyum hidroksit	Ca(OH) <sub>2</sub>	430 – 450

(L.A. ve Richard, 2010)

Bazı inorganik, mineral esaslı, halojenli, azot bazlı alev geciktirici endüstriyel ürünlere dair örnekler tablo 6’da verilmiştir. Spesifik amaçlara yönelik geniş ürün yelpazesi ilgili firmaların kataloglarından görülebilir.

**Tablo 6- Alev Geciktirici/Duman Kesici Endüstriyel Ürünlerden Bazıları.**

Üretici/Tedarikçi	Ürün Adı	Bileşimi
Lanxess	AZ-11	Sb-Mg-Zn Kompleksi
Marshall	CTEC	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (antimuan oksit)
Lanxess	Disflamall	Krezoldifenolfosfat(CDP)
Italmatch	Phoslite B85CX	Fosfor esaslı
Albemarle	GreenCrest	Brom esaslı
Docerchem	Paroil	Klor esaslı
BASF	MC25(Melapur)	Melaminsiyaurat
Williamblythe	Flamtard H(ZnSn(OH) <sub>6</sub> )/ (ZnSnO <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O)	Çinko hidroksistanat
Hubermaterials	Kemgard 1100	Çinko molibdat/ Magnezyum Silikat Kompleksi
Polymer Additives Group	2000	Molibden-Çinko Kompleksi
US Borax	Firebrake ZB	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ZnO
Martin Marietta Magnesia Specialties	Versamag	Mg(OH) <sub>2</sub>
Hubermaterials	HN-336	Alüminyumtrihidrat
Likabminerals	UltraCarb LH15X	Hidromanyezit+Huntit

(Williamblythe, 2017;Huber Engineered Materials, 2014; Polymer Additives Group, 2017; Borax, 2017; Magnesia Specialties, 2017; LKAB Minerals, 2017; Lanxess Engineering Chemistry, 2017; Doverchem, 2016; Italmatch Chemicals, 2009; BASF Aerospace Materials, 2011; Albemarle, 2016; RJMarshall, 2014)

## **2. Maden Yatakları ve Rezervleri**

Literatürdeki dikkate değer en önemli huntit yatakları; Yunanistan'da Kozani Basin ve ABD'de Currant Creek'de bulunmaktadır. Ticari olarak işletilen yataklar ise Türkiye ve Yunanistan'da yer almaktadır (Kangal ve Güney, 2005).

### **2.1. Türkiye Maden Yatakları**

Türkiye'de bilinen huntit-hidromanyezit yatakları; çoğunlukla Denizli bölgesinde olmak üzere, Burdur ve Isparta yöresinde yer almaktadır.

#### **2.1.1. Çameli Yatakları**

Çardak-Çameli Neojen havzasında; Suçatı, Sarnıç, Yaylacık yörelerinde yatak oluşumu mevcuttur. Bu yatakların en önemlisi, Denizli'nin Çameli ilçesi güneyinde yer alan ve özel bir şirketçe işletilen Suçatı yatağı olup; katmanlı tip bir çökel yataktır. Yatağın uzunluğu ~50-60 m, ortalama kalınlığı 5 m olup; huntit+dolomit, huntit+hidromanyezitten oluşmaktadır. Huntitli dolomitin, merceksel ve cepsel safsızlıkları bazen 3-5 m kalınlığa ulaşır. Yatağın genişliği bilinmemektedir.

Sarnıç ve Yaylacık huntit yatakları ise; uzunlukları 20-75 m arasında değişen, az çok kil ve dolomit içerikli yataklardır. Yayılım uzunluğunun 10-40 m olduğu tahmin edilmiştir. Bu yatakların dışındaki huntit oluşumları; Çameli çevresinde yer yer çok ince merceksel ara katmanlar halinde olup; dolomit-dolomitik marnlar içinde görülmektedir (Akbulut, 2003).

#### **2.1.2. Salda Gölü Yatakları**

Huntit-hidromanyezit oluşumlarının görüldüğü Salda Gölü; Burdur İli sınırları içerisinde Yeşilova İlçesi'nin batısında yer almaktadır. Salda Gölü oluşumları, göl suyunun çekilmesi ile birlikte açığa çıkan dip çamurlarının atmosferdeki CO<sub>2</sub>'i bünyelerine absorbe etmeleri ve kuruma çatlaklarının etkisi ile de CO<sub>2</sub>'in absorblanmasının daha derinlere nüfuz etmesiyle oluşmuştur. CO<sub>2</sub>'in absorpsiyonu ile birlikte kriptokristalin manyezit oluşumu gerçekleşmektedir. Oluşan beyaz renkli MgCO<sub>3</sub>.Mg(OH)<sub>2</sub>.XH<sub>2</sub>O bileşimli kısım bünyesine tekrar su aldığı stromatolitik tabakalanma gösteren bir çamur oluşturur. Beyaz renkli manyezit ve hidromanyezitli stromatolitik kabuk, gölün dalga hareketleriyle kopartılır. Kopartılan ve sahile taşınan stromatolitik parçaları daha sonraki dalga hareketleri ile tekrar kopartılarak daha küçük parçalara bölünür. Bu kez kopma daha önce oluşmuş olan kuruma çatlaklarında gerçekleşir. Böylece daha yaşlı olan manyezit nodülleri daha küçük, yuvarlak

ve küresel boyut kazanırken daha genç olanlar ise iri taneli ve düzensiz şekilli olarak bulunurlar.

Bölgede üst üste gelmiş tektonik birimler bulunur. Bunlar alttan üste doğru olarak ofiyolitik seri, Kızılcadağ melanjı ve Jura yaşlı Doğanbaba kireçtaşlarıdır. Ofiyolitik seri içinde çok sayıda küçük damar ve stokvork şeklinde manyezit oluşumları bulunmaktadır. Manyezit oluşumları, fay zonlarında bir kaç cm'den 25-30 cm'lik kalınlıklara kadar bulunurlar.

Ofiyolitik serinin başlıca ayrışım ürünleri olan serpantin ve manyezit, Salda Gölü ile ilişkili dereler vasıtasıyla göl ortamına taşınarak gri renkli manyezit çamurları oluşturmaktadır. Manyezit çamurları gölün su seviyesinin düştüğü aylarda sahilde yüzeylenirler. Manyezit çamurları genellikle magnezyum karbonat, magnezyum hidroksit, magnezyum silikat, huntit, kalsit, dolomit, kromit, sodyum, magnezyum, kalsiyum, demir ve iz elementleri içeren farklı özelliklerdeki çamur matriksli çökellerdir (Kangal, 2004).

### ***2.1.3. Eğirdir Gölü Yatakları***

Havza, Isparta bükümlü olarak adlandırılan ve egemen olarak Neojen öncesi tektonizması tarafından biçimlendirilen bir yapının iç kısmında yer almaktadır. Havza kuzeyden ve doğudan Sultan Dağları ile, güneyden Anamas Dağları ile çevrilidir. Sultan Dağları büyük bölümüyle düşük dereceli metamorfik kayalar (Ordovisiyen-Permiyen) ile karbonatlardan (Triyas-Kretase) oluşmaktadır. Bölgedeki düşük dereceli metamorfikler Sultandede formasyonu şeklinde, karbonatlar ise Hacıalabaz kireçtaşı olarak adlandırılmaktadır. Yöredeki meta-sedimentitler egemen olarak sleyt, fillit, meta-kumtaşı ve meta-çakıltası ile yersel kuvarsit bileşenlerinden oluşmaktadır. Triyas-Jura yaşlı Hacıalabaz kireçtaşları genellikle orta-koyu grimsi, kalın ile çok kalın katmanlı, yersel masif kireçtaşlarından ve dolomitli kireçtaşlarından yapıldır.

Hacıalabaz kireçtaşları altlayan Seydişehir formasyonuna ait meta-sedimentitleri Çakırcal doğusunda uyumsuz olarak üstler. Ancak Yarikkaya'nın kuzeyinde ve batısındaki alanlarda, Seydişehir formasyonuna ait bileşenler, Hacıalabaz kireçtaşını tektonik bir dokanakla üzerler.

Havzayı güneyden çevreleyen Anamas Dağları büyük bölümüyle Beydağ otokton karbonatlarına ait kireçtaşlarından yapıldır. Bu karbonatlar, Triyas ile Kretase arasında olup, kalınlıkları Beydağları bölgesinde 5.000 metreye kadar ulaşmaktadır. Anamas Dağları'nı oluşturan karbonatlar, yersel resifal özellikteki masif kireçtaşları ile dolomitik kireçtaşı ve ince katmanlı pelajik kireçtaşı bileşenlerinden oluşmaktadır.

Havzanın güneyinden başlayıp, batı kıyısı boyunca kuzeye doğru devamlılık gösteren ofiyolit karmaşığı, "İç Toros Ofiyolitli Napı" olarak adlandırılmış olup, lütesiyen başında bölgeye yerleşmiş olabileceği öngörülmüştür. Genellikle havzayı batıdan sınırlayan bu ofiyolitler, egemen olarak ileri derecede makaslanmış serpantinit, diyabaz, katmanlı çört ve değişik boyutlardaki bloklar ile olistrostromal seviyelerden meydana gelmektedir. Manyezit ve kromitlerden oluşan ekonomik cevher ara katkıları Madenli güneyindeki serpantinleşmiş ultrabazikler içinde yersel olarak bulunmaktadır. Şarkikaraağaç ve Madenli çevresinde geniş bir alanda yüzeyleyen ve aynı zamanda Beyşehir-Hoyran naplarını oluşturan ofiyolit temel yükseltisi, Yalvaç havzasını Beyşehir Neojen havzasından ayıran Neojen öncesine ait paleomorfolojik bir engel meydana getirmektedir. Triyas-Kretase yaşlı allokton kireçtaşları Madenli çevresinde ofiyolit karmaşığı üzerinde değişik boyutlardaki naplar şeklinde bulunmaktadır (Kangal, 2004).

## **2.2. Türkiye Rezervleri**

Ülkemiz'de huntit-hidromanyezit üretiminin tamamına yakınına Likya Minerals Madencilik San. ve Tic. Ltd. Şti gerçekleştirmektedir. Şirketin ruhsat sahalarına ilişkin tespitlerine göre; 2.000.000 ton sondajlarla belirlenmiş görünür rezerv, yaklaşık 10.000.000 ton muhtemel+mümkün rezerv potansiyeli bulunmaktadır. Huntit-hidromanyezit yataklarında esas bileşimi oluşturan mineral oranları değişken olmak üzere, çoğunlukla huntit ve hidromanyezit'tir. Bunların yanında; oranı %20 civarında, dolomit, manyezit, aragonit gibi yan mineraller de bu bileşim içinde yer almaktadır (ÖİK Raporu, 2006). Diğer yandan MİGEM-2016 verilerine göre; huntit, huntit-hidromanyezit, huntit-hidromanyezit-manyezit cevherleşmelerine ait rezerv tablo 7'de verilmiştir.

Farklı kaynaklardan alınan rezerv rakamları ve 2010-2015 yılları arası ortalama 25.000 ton/yıl ham cevher üretimi dikkate alındığında; 2.000.000 ton görünür rezervin ~80 yıl yeteceği öngörüsü yapılabilir. Muhtemel ve mümkün rezerv potansiyeli de değerlendirildiğinde, mevcut koşullar itibarıyla kısa ve orta vadede rezervlerin yeterli olduğu ifade edilebilir.

**Tablo 7- Huntit Rezervleri.**

Sahalar	Maden Cinsi	Rezerv(ton)
Burdur	Huntit	750.000
Denizli	Huntit	104.500
Denizli	Huntit	2.718.000
Denizli	Huntit-Hidromanyezit	2.746.000
Denizli	Huntit-Hidromanyezit-Manyazit (K.C.)	1.700.000
<b>Toplam</b>		<b>8.018.500</b>

(MİGEM, 2016)

### **3. Maden İşletme Yöntemi, Cevher Hazırlama/Zenginleştirme**

#### **3.1. Maden İşletme Yöntemi**

Huntit-hidromanyezit hammadde üretimi; açık ocak (kırıcı/kazıcı+yükleyici+kamyon nakliyesi) işletmeciliği şeklinde yapılmaktadır. Kırma aşamasında, kireçtaşı gibi bir takım impüriteler -renklerinin farklı olması sebebiyle- elle triaj yapılarak ayıklanmaktadır.

#### **3.2. Cevher Hazırlama**

Ocaktan alınan yaklaşık 10-15 cm boyutundaki ham cevher; kamyon nakliyesi ile stok sahasına taşınarak, çekiçli kırıcıda 4 cm'ye indirilmekte ve ardından sınıflandırıcı değirmen sisteminde öğütülerek; boyut 20  $\mu$ 'un altına düşürülmekte; mevcut filtre, fan ve üfleyici vasıtasıyla ürün silolarına nakledilmektedir.

Ürün; fabrikada bulunan ara bir sistemle istenildiği zaman stearik asit ile kaplama işlemine tabi tutulmaktadır. Bunun için sınıflandırıcı değirmenden 20  $\mu$ 'un altına düşürülerek çıkan malzeme; doğrudan ürün silosuna değil, kaplama değirmenine gönderilerek ağırlıkça %2 stearik asit beslemesinin de aynı değirmen hücrelerinde yapılmasıyla kaplama işlemi tamamlanmaktadır. Kaplanmış malzeme; yine filtre, fan ve üfleyici vasıtasıyla ürün silosuna sevk edilmektedir.

Nihai olarak hammaddenin üretimi, analizi, fraksiyonlarının seçimi, kırma, kurutma, öğütme ve sınıflandırması sonucunda, %95'ten büyük saflıkta ve 2-4  $\mu$  boyutunda ürün oluşmaktadır (ÖİK Raporu, 2006).



### 3.3. Cevher Zenginleştirme

#### 3.3.1. Flotasyon Özelliklerinin Araştırılması

Huntit stabil olmayan karbonatlı bir mineral olduğu için, doğada manyezit ve dolomit gibi fazla bulunmamaktadır. Çünkü huntit; manyezit ve dolomit arasında kalan bir geçiş minerali olup; genellikle dolomit, manyezit veya hidromanyezitle beraber bulunmaktadır. Huntitin, içinde saçılım halde bulunduğu diğer stabil olan karbonat esaslı minerallerden ayrılması önemli bir sorundur. İnce taneli minerallerin birbirlerinden ayrılması için en önemli tekniklerden biri olan flotasyon yöntemi, huntitin diğer karbonat esaslı minerallerden ayrılması için de en etkin yöntem olarak bilinmektedir. Huntitin flotasyon özelliklerinin tespit edilerek, diğer karbonat esaslı minerallerden (manyezit) en etkin ayrılma koşullarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada [Anyonik toplayıcılar varlığında huntitin ( $Mg_3Ca(CO_3)_4$ ), flotasyon davranışı]; huntitin birlikte bulunduğu manyezit mineralinden ayrılmasında; huntitin yüzdürülmesinden çok bastırılmasına yönelik olmasına dair yöntem uygulanmıştır (Kangal ve Güney, 2005).

#### 3.3.2. Göller Bölgesi Huntit Cevherlerinin Alev Geciktirici Olarak Kullanılması

Eğirdir Gölü kıyısından alınan numunenin, yaklaşık % 75-80'i huntit, %15'i manyezit ve geri kalan %5'lik bölümü ise dolomit, kalsit, serpantin, talk ve sepiyolitten oluşmaktadır.

Huntit ve manyezit minerallerinin seçimli olarak ayrılma koşullarının tesbiti için gerçekleştirilen mikroflotasyon deneyleri sonuçlarına göre; huntitin 1000 mg/l karboksimetil selülozla (200 mg/l potasyum oleat) oldukça yüksek oranda bastırılabilirdiği tespit edilmiştir. Buna karşılık; manyezit, karboksimetil selüloz (50 mg/l potasyum oleat) varlığında daha düşük bir bastırıcı özellik sergilemektedir. Bu verilere göre, tüvenan numuneye gerçekleştirilecek bir flotasyon deneyinde manyezit yüzen ürün, huntit ise batan ürün olarak alınabilmektedir.

Elde edilen bütün bu sonuçlar neticesinde, sistematik olarak gerçekleştirilen klasik flotasyon deneylerinde, potasyum oleat miktarı (800 g/t) ve karboksimetil selüloz miktarı (1000 g/t) optimize edilmiştir. Optimize edilen bu değerlere göre tüvenan numune üzerinde kademeli flotasyon deneyi gerçekleştirilmiş ve %45,26 MgO ve %2,90 CaO içerikli bir manyezit konsantresi 15,61 MgO/CaO oranıyla elde edilirken; %34,07 MgO ve %15,58 CaO içerikli bir huntit konsantresi 2,19 MgO/CaO oranıyla elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre elde edilen huntit konsantresi %98,08 manyezit konsantresi ise %81,59 saflıktadır.

Elde edilen konsantre numuneler üzerinde gerçekleştirilen kimyasal analiz ve XRD sonuçlarına göre, huntit konsantresi boyut küçültme işlemine tabi tutulduktan sonra, alev geciktirici katkı malzemesi olarak kullanılabilir (Kangal, 2004).

#### 4. Teknolojik Çalışmalar

Huntitin alev geciktirici özelliğinin baskın olması nedeniyle öne çıkan teknolojik çalışmaların bazıları aşağıda verilmiştir:

Bilinen en eski bir iletken polimer olan polianilin (PANI)'nin, termal stabilitesinin geliştirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada; huntit katkılı kompozit ürün örneklerinin saf PANI'den daha çok termal stabil olduğu görülmüştür. Sonuç olarak PANI'nin (bu iletken polimer; sensörlerde, süper kapasitörlerde ve biomedikal uygulamalar vb. birçok uygulama alanı bulmaktadır) termal stabilitesi huntit katkısıyla geliştirilmiştir [(Şen, Madakbaşı ve Karaman, 2014) (Özkan, 2013)].

Yine benzer bir çalışmada [Polianilin/Huntit Kompozitinin İn Situ Polimerizasyonu ve Özelliklerinin İncelenmesi, (Kantar, 2014)] huntit katkılı kompozit malzemenin termal kararlılığının arttığı sonucuna varılmıştır.

Günlük yaşamda yaygın olarak kullanılan TV/bilgisayar ekranlarına yönelik dikkat çekici ilginç bir güncel çalışma yapılmıştır. Nano yapıları dokunmatik ekran OLED TV için alev geciktirici kompozit malzemelerin üretimine dair bu çalışmada; ekran üretiminde kullanılan boyada ve akrilonitril butadien stiren (ABS)'de huntit-hidromanyezit, antimuan oksit ve borik asit minerallerinin alev geciktirici özellikleri incelenerek UL94 standartlarına göre yanmazlık özelliklerini yerine getirdiği tespit edilmiştir (Nasirpour, 2016).

Yangınlar sonucu maddi ve can kayıplarının azaltılması ve minimuma indirilmesi günümüz uygulamalarında öncelikler arasındadır. Bu kapsamda; huntit kullanılan ürünlerde yangından potansiyel kaçış zamanının arttığına gözlemlendiğine dair yapılan deneysel çalışma dikkate değerdir (Atay ve Çelik, 2012).

Elektrik-elektronik sektöründe yoğun olmak üzere polimer malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür malzemeler; hafiflik, kimyasal kararlılık, ucuzluk gibi avantajlarının yanı sıra mekanik ve alev dayanım özellikleriyle dezavantajlara sahiptirler. Bu dezavantajlı özelliklerinin (alev geciktirici ve mekanik) geliştirilmesine yönelik deneysel bir çalışmada; boya malzemelerine çevre dostu (halojen içermeyen), nano boyutlu alev geciktirici malzemeler (Huntit-Hidromanyezit) farklı miktarlarda ilave edilerek kompozit malzemeler elde edilmiştir. Daha sonra bu kompozit malzemelerin

XRD, FTIR, XPS ve SEM karakterizasyonları yapılmıştır. Ayrıca bu kompozit malzemelere alev geciktiricilik özelliklerinin incelenmesi için UL94 testleri yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda huntit-hidromanyezit takviyeli polimerik kompozit kaplamaların/boyaların alev geciktirici özelliklerinin artmasının yanında mekanik özelliklerinin de geliştiği gözlemlenmiştir (Yıldırım ve Çelik, 2014).

## **5. Endüstriyel Ürünler**

### **5.1. UltraCarb**

Huntit mineralinden endüstriyel ürün üretimi henüz Türkiye’de yapılmamaktadır. Ancak; “UltraCarb” (huntit-hidromanyezit levhası) olarak adlandırılan ürün, işletmecisi firma tarafından İngiltere’de üretilmektedir.

Huntit-hidromanyezit hammadde içerikli üretilen UltraCarb; Polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinil klorit (PVC) gibi polimerler ve kauçuklarda alev geciktirici dolgu malzemesi olarak kullanılan endüstriyel bir üründür. Özellikle küresel kablo endüstrisinde sürdürülebilir maliyetler açısından çözümler sağladığı ifade edilmektedir. Zemin ve bant konveyör uygulamalarında kullanılan polimerlerde, dolgu malzemesi olarak huntit içerikli UltraCarb ürünlerinin kullanılması; yüksek ısı emilimi, polimerleri hızlı bir termal bozunmadan koruma ve yanmayı engelleme şeklinde yararlar sağlamaktadır (LKAB Minerals, 2017).

Kontrollü kaplama seviyesinde, huntit-hidromanyezit harmanının farklı oranlarında çeşitli derecelerde üretilmesinden özel uygulamalar için UltraCarb ürünleri elde edilmektedir. Yüksek hidromanyezit seviyeli harmanlar alev geciktirici uygulamaları için çok daha uygundur. Buna karşılık yüksek huntit seviyeli harmanlar, reoloji kontrol vasıtası olarak kullanıma çok daha uygundur.

Alev geciktirici uygulamalar için hidromanyezit oranı %35-40’dan daha düşük olmamalıdır. Hidromanyezit oranı; %40’ın üzerinde olduğunda, bütün bileşimler aynı alev performansı gösterirler (ÖİK Raporu, 2006).

Tablo 8’de huntit-hidromanyezit’in tipik fiziksel/kimyasal özellikleri verilmektedir. Bu mineralin dolgu derecesi; sıklıkla ortalama 0,5 mikron tane büyüklüğünde çok ince beyaz tozlar şeklindedir.

**Tablo 8- “UltraCarb” Ürününün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.**

Fiziksel Özellikleri		Kimyasal Özellikleri	
Özgül ağırlık(g/cm <sup>3</sup> )	2,4	MgO (%)	36 - 39
Yağ emme(g)	20-40 /100	CaO (%)	6 - 9
Kırılma indeksi(n)	1,56	SiO <sub>2</sub> (%)	0,2 - 1
Yüzey alanı (m <sup>2</sup> /g)	11-17	1000 °C’de kütle kaybı	51 - 54
Gevşek hacim yoğunluğu (kg/lt)	0,4		
Sertlik(Mohs)	2,5		

(Kangal, 2004)

### **Kullanım Alanları**

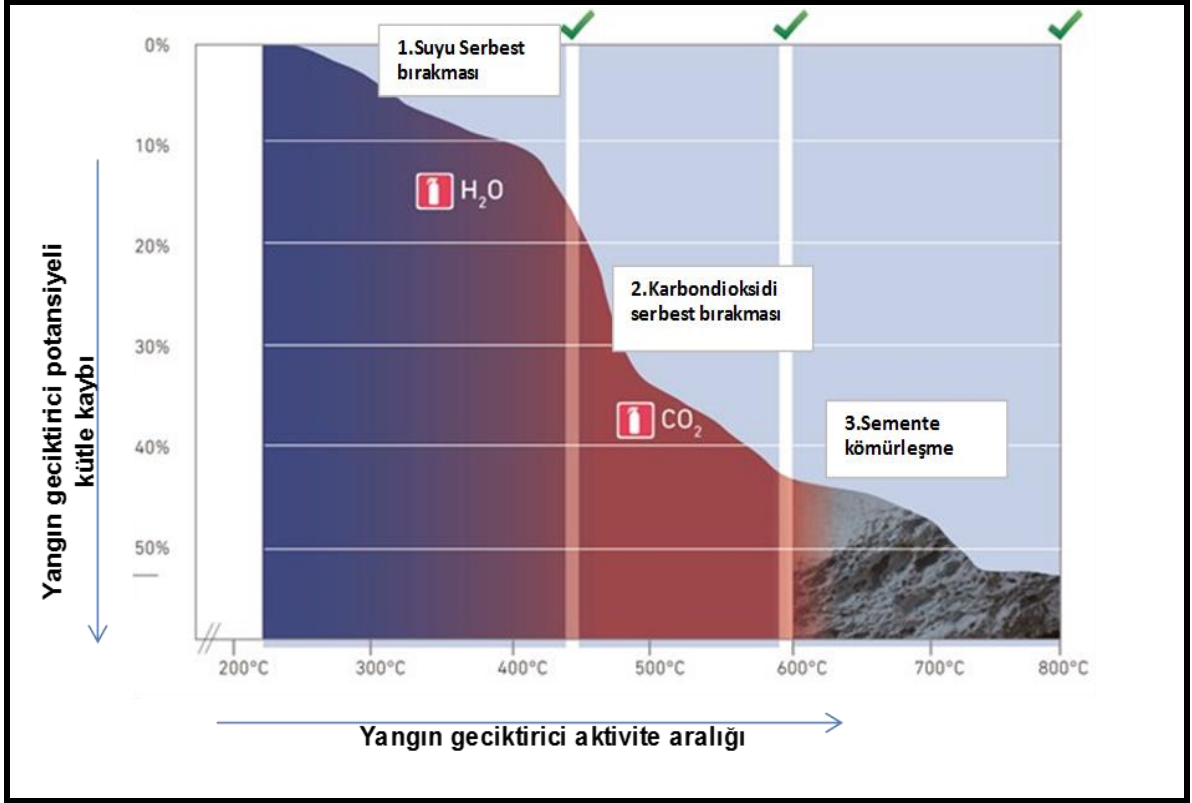
UltraCarb’ın kauçuk, plastik, yüzey kaplama ve macunlar dahil vb. sektörlerde tek başına veya birlikte kullanılabilen farklı materyallerin sağladığı iyileştirici özellikleri bünyesinde birleştiren bir ürün olduğu ifade edilmektedir. Tablo 9’da UltraCarb ürünleri ve kullanım alanları verilmiştir.

**Tablo 9- UltraCarb’ın Kullanım Alanları.**

	UltraCarb LH15	UltraCarb LH15C	UltraCarb LH15X	UltraCarb LH	UltraCarb LH3X
<b>Tel ve Kablo</b>					
<b>PVC</b>	✓	✓	✓		
<b>Halojensiz</b>	✓		✓	✓	✓
<b>Elastomerler</b>	✓	✓		✓	✓
<b>Termoset</b>		✓		✓	

(LKAB Minerals, 2017)

UltraCarb’ın, alev geciktirici özellikleri sayesinde, plastik ve kauçuk sanayinde yaygın olarak kullanılan çoğu alev geciktiriciye değerli bir alternatif oluşturduğu belirtilmektedir. Diğer yandan ürünün çeşitli macunların üretimi ve pratik uygulamalarda yararlı reolojik özellikler sunduğu ve bu sistemlerde eskiden beri kullanılan kalsiyum karbonatlara bir alternatif oluşturduğu ifade edilmektedir. UltraCarb’ın alev geciktirici ve reolojik özelliklerine ek olarak, sahip olduğu yüksek parlaklık ve nötr beyazlık özelliği nedeniyle de, özellikle yüzey kaplama uygulamalarında titanyum oksit için ideal bir genişletici görevi gördüğü belirtilmektedir (LKAB Minerals, 2017).



(LKAB Minerals, 2017)

### Şekil 1- UltraCarb'ın Termal ve Kütleli Davranış Grafiği.

UltraCarb'ın sıcaklık artışına bağlı olarak göstermiş olduğu davranış mekanizması şekil 1'de gösterilmiştir.

UltraCarb'ın üç aşamalı alev geciktirici mekanizması (şekil 1)

1. ~220 °C'de termal bozuşmayla suyu serbest bırakması,
2. ~330 °C'de CO<sub>2</sub>'i serbest bırakması,
3. ~560 °C'de UltraCarb partiküllerinin, yanan polimer yüzeyinde birikerek stabil semente kömürleşme ile yanma prosesini durdurması, böylece yangın kıvılcıklarının yayılmasını engellemesi şeklinde gerçekleşmektedir.

UltraCarb, levhaya benzer bir yapıdadır. Öğütme ve klasifiye işlemlerinden sonra hidromanyezitte 4 µ ve huntitte 0,5 µ boyutunda tanecikler elde edilir. Tane boyu/tane kalınlık oranı hidromanyezitte 7, huntitte ise 14 civarındadır.

Huntitte levha kalınlığının, 0,035 µ (0,5/14) olduğu görülmektedir. UltraCarb'ın ince tane boyutu, polimer bileşimlerine iyi bir yüzey ve gelişmiş mekanik özellikler sağlar (LKAB Minerals, 2017).

## **5.2. Portafill H5 (Fonksiyonel Doldurucu ve Genişletici)**

Portafill H5, sulu ve solvent bazlı formülasyonlarda etkili bir reoloji modifikatördür. Değişik tiplerdeki yapıştırıcı ve dolgu macunlarında etkilidir. Eşsiz ince tanecik boyutu ve tabaka morfolojisi, oldukça parlak kombinasyon seviyelerinde mükemmel reoloji kontrolü sağlar. Yeterli yüzey işlemleri, reçine sistemi ile optimum uyumluluk sağlayacaktır (Sibelco Hellas SA, 2017).

## **5.3. Securoc C (Fonksiyonel Doldurucu ve Genişletici)**

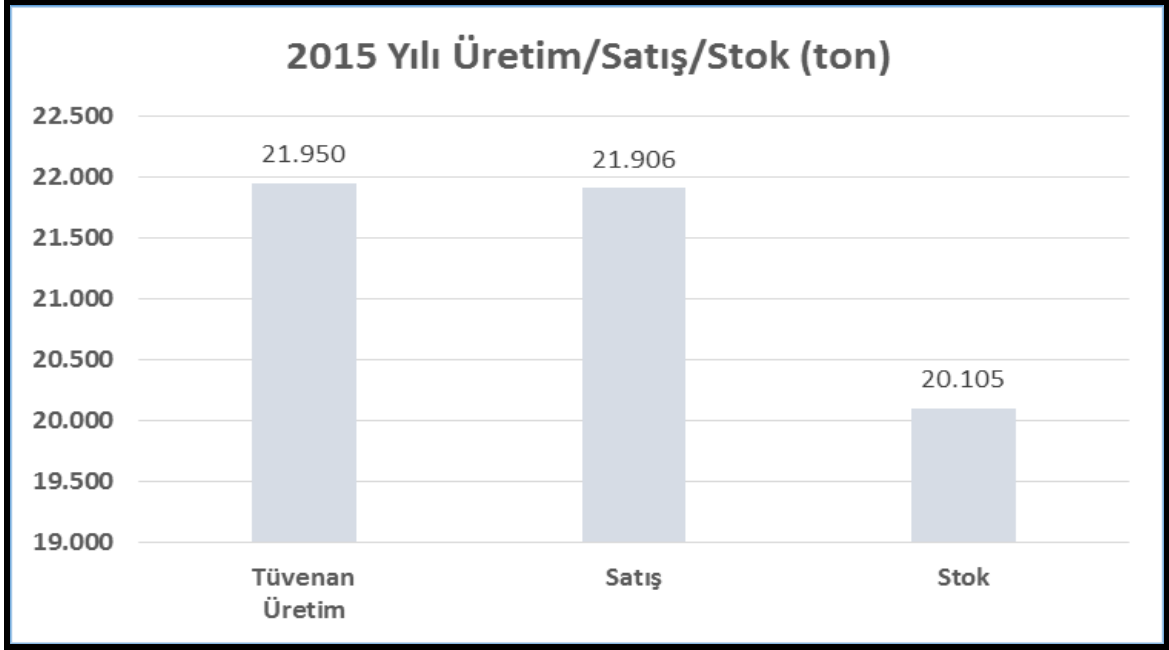
Alev ve duman geciktirici özelliklere sahip, hidromanyezitten elde edilen çok ince taneli ürün, tabakalı yapılar için bir dolgu malzemesidir. Aynı zamanda, halojen içeren polimerlerde, etkili bir asit süpürücü olarak çalışır. ATH'nin uygun olmadığı 200 °C'yi aşan işlem sıcaklığı gerektiren uygulamalarda kullanılır. PVC, kloropren tel ve kablo bileşiklerinde ve PVC/NBR köpüklerinde uygulama alanı bulmaktadır (Sibelco Hellas SA, 2017).

## **6. Huntit/Hidromanyezit Cevher Üretimi ve Satışı**

Ülkemiz'de huntit-hidromanyezit ham cevherinin tamamına yakını Likya Minerals Madencilik Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi tarafından üretilmektedir. Üretimi yapılan hammadde %65-70 hidromanyezit, %15-30 huntit ve %10-20 oranında dolomit ve manyezitten oluşmaktadır.

Literatürden edinilen verilere göre; 1997 yılında 2.000 ton/yıl ile başlayan üretim, 2002 yılında 4.000 ton, 2005 yılında ise ~6.000 ton'a ulaşmıştır. Likya Madencilik; 2011 yılında üretilen 25.000 ton ham cevherin, 15.000 ton'unun İngiltere'ye proses edilmek üzere gönderildiğini, 10.000 ton'unun ise İzmir'de bulunan mikronize tesislerde işlendikten sonra dış ülkelere satıldığını açıklamıştır (Likya Minerals Madencilik, 2017).

MİGEM verilerine göre 2010-2015 yılları arasında ortalama 25.000 ton/yıl gerçekleşen huntit-hidromanyezit ham cevher satışı, 2016 yılında ~33.000 ton'a ulaşmıştır (MİGEM, 2017).



(MİGEM, 2016)

## Şekil 2- Huntit Ham Cevher Üretimi.

Şekil 2’de görüldüğü üzere, Likya Minerals Madencilik Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi tarafından 2015 yılında ~22.000 ton ham cevher üretilerek satılmış olup; aynı yıl için yaklaşık ~20.000 ham cevher stokta bulunmaktadır.

## 7. Türkiye Dış Ticareti

### 7.1. İthalat

Türkiye'nin huntit–hidromanyezit ithalatı yoktur.

### 7.2. İhracat

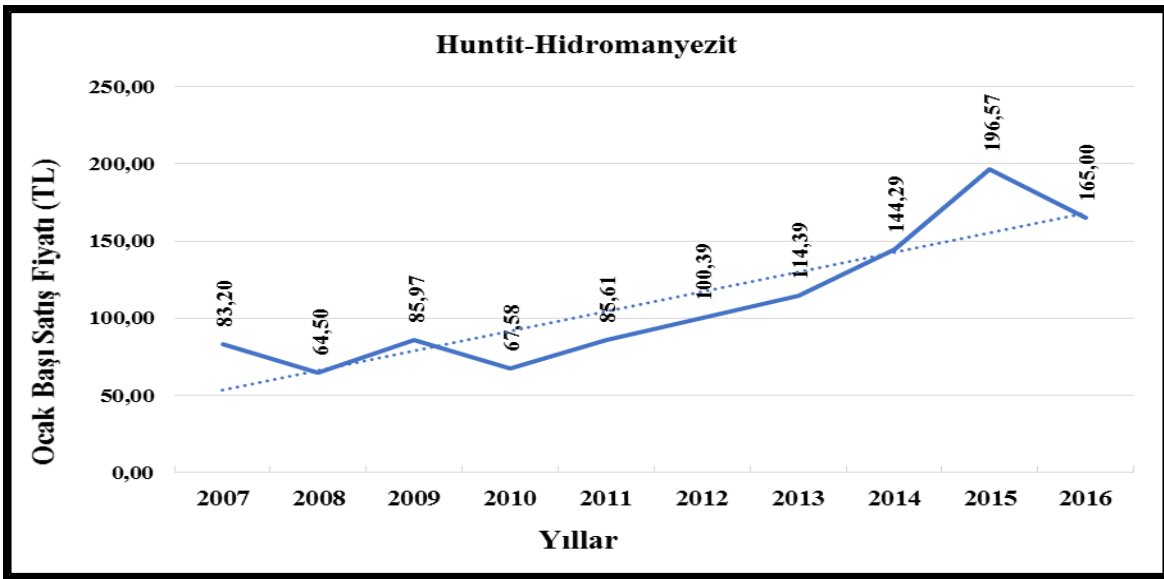
Türkiye huntit-hidromanyezit hammadde üretiminin tamamı ihraç edilmekte ve endüstride alev geciktirici katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Birçok ülkeye satışı yapılan ürünün ana ithalatçısı İngiltere’dir.

Birleşmiş Milletler sektörel tasnifi olan ISIC Rev.3 (International Standard Industrial Classification, Third Revision) sınıflandırmasında, huntit minerali; C kategorisinin 14. bölümünde yer almaktadır. Bu sektör için GTİP (Gümrük Tarife İstatistik ve Pozisyon) numarası henüz verilmediği için bu mineralin ihracında manyezit ve dolomite ait GTİP numarası (6815.91) kullanılmaktadır.

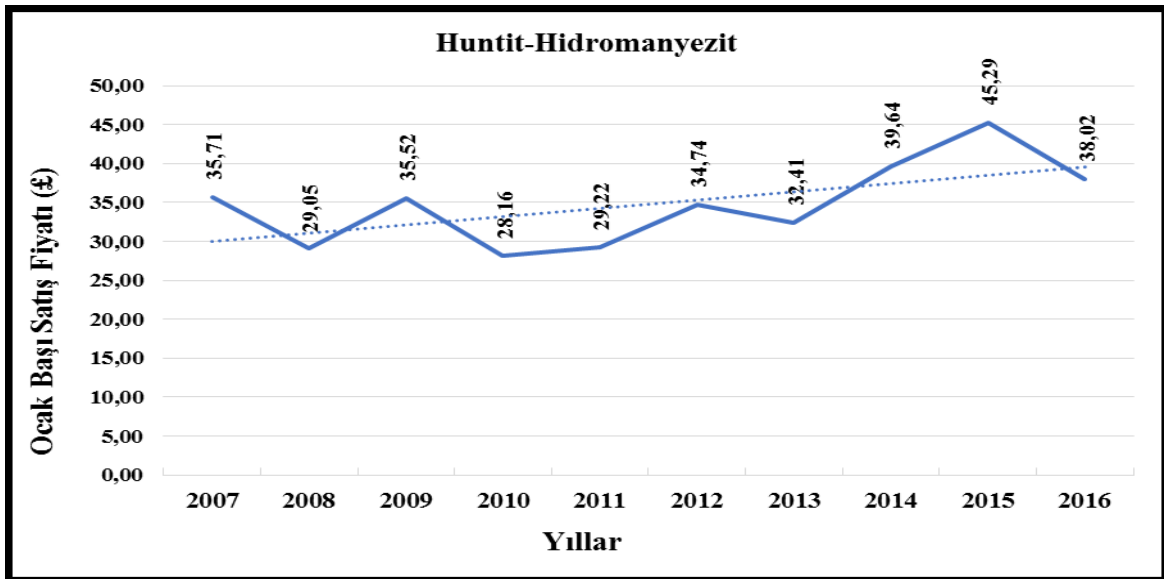
### 7.3. Fiyat Gelişimi

Huntit-hidromanyezit cevherinin fiyatı(FOB); 1997 yılında 40£/ton, 2005 yılında da 46£/ton olarak gerçekleşmiştir. 30 Aralık 2016 tarihi merkez bankası kuru(1 £=4,34 TL) baz alınıp; çapraz kur dönüşümü yapıldığında cevher satış fiyatının 36 £/ton olarak gerçekleştiği gözükmektedir.

Maden Kanuna göre IV.a grubu madenler sınıfında yer alan huntit-hidromanyezit cevherinin “TL” bazlı olarak ocak başı satış fiyatlarının yıllara göre değişimi ise şekil 3’te, çapraz kur dönüşümlü hali (yıl sonu kurları) ise şekil 4’teki grafikte verilmiştir [ (MİGEM, 2016) (TCMB, 2017) ].



Şekil 3- Huntit-Hidromanyezit'in “TL” Bazlı Fiyat Gelişimi.



Şekil 4- Huntit-Hidromanyezit'in “£” Bazlı Fiyat Gelişimi.



## 8. Dünyada Durum

Dünyadaki önemli huntit-hidromanyezit üreticileri; LKAB Minerals ve Sibelco Europa'dır. LKAB Minerals şirketi; Yunanistan'daki LKAB Minerals Greece ve Türkiye'deki Likya Minerals Madencilik Tic. Ltd. Şirketinden ithal ettiği huntit-hidromanyezit hammaddesini; Sibelco Europa ise, Yunanistan Sibelco Hellas'tan ithal ettiği huntit-hidromanyezit hammaddesini alev geciktirici (flame retardant) ürün olarak pazara sunmaktadır.

### 8.1. Yunanistan'da Durum

Yunanistan'daki magnezyum karbonatlar; Batı Makedonya'da Kozani-Aiani-Servia bölgesinin neojen havzasında kalın horizonlar şeklinde oluşmaktadır. Cevherin ana mineralleri; huntit  $[CaMg_3(CO_3)_4]$ , hidromanyezit  $[Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 4H_2O]$  ve az miktarda dolomit, aragonit, kalsit, kil mineralleri, silika ve feldspattır.

Yunanistan'da üretimi gerçekleştirilen huntit-hidromanyezitin tipik özellikleri tablo 10'da verilmektedir.

**Tablo 10. Huntit-Hidromanyezitin Tipik Özellikleri.**

%	1	2
MgO	38.0	36.0-39.0
SiO <sub>2</sub>	-	0.2-0.1
CaO	9.5	6.0-9.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0.05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0.1
CO <sub>2</sub>	43.4	-
H <sub>2</sub> O	9.1	-
LOI	52.5	51.0-54.0
MgO	38.0	36.0-39.0

<sup>1</sup> Sibelco Hellas  
<sup>2</sup> Lkab (UltraCarb)

Yunanistan'ın huntit rezervleri 4 milyon ton olarak belirtilmiştir (Tsirambides ve Flippidis, 2012).

Sibelco Europa ve Sibelco Hellas şirketleri; Lefkara bölgesi, Kozani havzasındaki iki adet huntit ocağını işletmektedirler. Sibelco Europa şirketi; 60/40 oranındaki huntit-hidromanyezit karışımı üretmektedir. Şirket kaynaklarına göre; tahmini rezervler yaklaşık

300.000 ton seviyesindedir. Kozani-Basin’da 100.000 ton kapasiteli işletme Microfine SA olarak verilmiştir (USGS, 2013).

Yunanistan’da huntit cevheri üretimi 1988 yılında ~7000 ton olarak başlamış olup; 1996 yılına kadar düzenli artış göstererek 13.000 ton olmuş, bu yıldan 2003 yılına kadar da yıllık ~18.000 ton olarak gerçekleşmiştir.

1990’lı yılların başında yaklaşık 2000 ton/yıl olarak gerçekleştirilen ihracat, doksanlı yılların ortalarında ~6000 ton/yıl civarlarında olmuş, 2000 yılında 15.000 ton olarak değer bulmuştur (ÖİK Raporu, 2006).

Daha sonraki yıllara ait üretim miktarları değişik kaynaklardan derlenerek tablo 11’de verilmiştir.

**Tablo 11- Yunanistan’ın Huntit Üretimi.**

Yıllar	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Huntit Üretimi (ham cevher) (ton)	<b>16.370</b>	<b>19.600</b>	<b>10.650</b>	<b>16.350</b>	<b>23.800</b>	<b>24.200</b>	<b>15.200</b>

(USGS, 2013) (European Commission, 2017)

## 8.2. İran’da Durum

Geçmiş yıllarda diğer bir huntit-hidromanyezit üreticisi ise İran olmuştur. İran’ın en önemli huntit rezervi; Güney Horasan’ın ofiyolit zonunda bulunmuştur. Bu bölge, Afganistan sınırına kadar uzanmaktadır. 1993 yılında 40.000 ton tahmini olmak üzere 1994 yılında da 65.000 ton ham huntit cevheri üretim değeri bilinmektedir (ÖİK Raporu, 2006). İran’ın ham huntit üretim miktarıyla ilgili güncel veri elde edilememiştir. National Geoscience Database Of Iran’ın web (<http://www.ngdir.ir>) adresinde huntit içeren maden işletmelerinin yalnızca eyaletler (Horasan, Yezid) bazında listesi verilmiştir (National Geoscience Database of IRAN, 2017).

## 8.3. Faaliyet Gösteren Kuruluşlar

Dünyada huntit-hidromanyezit sektöründe faaliyet gösteren kuruluşlar hakkında bilgiler aşağıda verilmektedir:

**a. Sibelco Europa:** 1872’de kurulmuş olup, başlangıçta Belçika’nın ana cam üreticilerine silika kumu sağlamıştır. Daha önceki dönemlerde Ankerpoort olarak bilinmektedir. Günümüzde, endüstride kullanılan minerallerin tedarikini sağlayan global bir şirkettir. Yunanistan/Lefkara’da Sibelco Hellas olarak faaliyet göstermektedir.

Yunanistan'da üretilen huntit cevherleri proses edilerek boya uygulamalarında yaygın olarak kullanılmakta; hidromanyezit cevherleri ise proses edilerek polimer kompozit malzemelerde (kablo izolasyonlarında) yangın geciktirici olarak kullanılmaktadır (Sibelco Europe, 2017).

Huntit-hidromanyezit cevheri (%65 huntit, %35 hidromanyezit); ortalama 3 m'lik bir yataktan patlatma yapılmadan kolaylıkla kazılarak üretilmektedir. Mayıs-Eylül ayları arasında maden üretimi yapılmakta ve kamyon nakliyatı kullanılmaktadır. Kurutma+öğütme+ayırma+taşıma ile gerçekleştirilen cevher hazırlama/zenginleştirme prosesinden; %94-95 saflıkta öğütülmüş ürün( levha olarak) boya endüstrisinde, pahalı sentetik materyallerin yerini, kalite veya renk ve karakteristik özelliklerinden ödün vermeksizin almaktadır. Nihai ürün iki çeşittir: huntit- Portafill H5; hidromanyezit-Securoc C10 (Sibelco Hellas SA, 2017).

2015 yılında Sibelco Hellas ile birleşen, Selanik merkezli, Yunanistan şirketi olan White Minerals SA, 1994'de kurulmuştur. Yüzyıllardan beri Kuzey Yunanistan'ın Kozani Lefkara'daki (Yunanca "beyaz köy") oldukça beyaz olan mineralin varlığı bilinmesine rağmen, 1970'lere kadar bu beyaz magnezyum karbonatlar üzerinde ciddi bir araştırma gerçekleştirilmemiştir. Dr. George Georgiades, huntit-hidromanyezit harmanı için pazar uygulamaları araştırmasına başlamış ve 1978'de ticari işletmesi, 1986'da da satış başlamıştır.

Kozani'nin Serbia havzasında; aragonit, kalsit ve dolomitin yanında büyük ölçüde magnezyum karbonat oluşumları: hidromanyezit, huntit ve manyezit bulunmaktadır. Bununla birlikte; bu oluşukların sadece bir kaçı ticari üretim yapılan maden yataklarıdır. Bu yataklar; düşük demir içerikli (<%0.03), yüksek beyazlıklı (%95) ve toplam empürite (kirlilik, safsızlık) miktarı % 8'den küçük huntit-hidromanyezit karışımlarıdır. İşletilebilir yatakların ortalama mineralojik analizi: %46 huntit, %46 hidromanyezit, %4 manyezit, %3 aragonit ve % 1 kalsit'ten oluşmaktadır.

Sibelco Hellas şirketinin, üretimini gerçekleştirdiği malzemenin nem içeriği, yaklaşık %30'dur. Beyazlığı korumak için; 10 mm'den daha küçük boyuta indirgenen ilk öğütmeyi takiben %1'den daha az kurutma yapılır. Sibelco Hellas; 60:40 oranında huntit-hidromanyezit karışımı üretmektedir ve rezervleri yaklaşık 500.000 ton düzeyindedir. Ürün; polimerlerde iyi alev geciktirici özelliklere sahip olup, yüksek beyazlıkta (%96) aktif ultra incelikli dolgu maddesi (%90-2 µ)olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, boya üretiminde TiO<sub>2</sub> yerine katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Hidromanyezit içeriğinin yaklaşık

%42'den yüksek olduğu oranlarda alev geciktirme veriminde önemli bir fark görülmemektedir.

**b. LKAB Minerals AB:** Minelco AB, 2014 yılında ünvanını LKAB Minerals AB olarak değiştirmiştir. LKAB Minerals AB, İsveç devletinin sahibi olduğu ve zenginleştirilmiş demir cevheri üreten LKAB şirketinin bir grubudur. Yunanistan ve Türkiye'den ithal ettiği huntit-hidromanyezit hammaddesini kullanarak “UltraCarb” (sulandırılmış magnezyum kalsiyum karbonat) olarak adlandırılan alev geciktirici katkı malzemesini üretmektedir.

Yunanistan'ın Kozani havzasında üretilen hammadde, Yunanistan veya İngiltere'de bulunan karbonat tesislerinde işlem görmektedir.

**c. Likya Minerals:** Likya Minerals, UltraCarb'ın iki minerali olan huntit ve hidromanyeziti çeşitli oranlarda içeren geniş yataklara sahiptir. Denizli ilindeki ocaklardan çıkartılan hammaddeler, şirketin İzmir yakınlarındaki mikronize tesisine nakledilir, hammaddeler burada kurutulup öğütölür ve sınıflandırılarak UltraCarb üretilmek üzere ihraç edilir. Likya Minerals, değişik oranlardaki huntit ve hidromanyezit minerallerinden oluşan UltraCarb ürününün LH15, LH15C, LH15X, LH3, LH3X, RD50 çeşitlerine sahiptir.

Türkiye'de işletilen madendeki hammadde, Yunanistan'ın Kozani havzasından çıkarılandan farklı olarak huntit, hidromanyezit ve dolomit karışımından oluşmaktadır. Beyazlık; Kozani malzemesinden biraz daha düşük seviyededir, fakat hidromanyezit oranı; görünüşte daha yüksektir (ÖİK Raporu, 2006).

#### **Dünyadaki Huntit Tedarikçileri:**

Dünyadaki huntit tedarikçi şirketlerinin isimleri tablo 12'de verilmiştir.

**Tablo 12- Dünyada Huntit Tedarikçi Şirketleri.**

1. Minelco Inc; ABD	12. Phosohates de Boucraa, Phosboucraa Laayoune, Fas
2. Eico Novachem,Srl; İtalya	13. Ste Anonyme D'entreprises Minières, SAMINE; Fas
3. Elettrochimica Valles Staffora, Srl; İtalya	14. Yingkou New Day Special Minerals Co. Ltd; Çin
4. Liaoning Xinrong Mining Industry Group Co. Ltd.; Çin	15. Dandong Yongxing Mining Industry Co. Ltd.;Çin
5. Lkap Minerals Bv; Hollanda	16. Morocco Minerals Company; Fas
6. Sibelco Nordic AB; İsveç	17. OCP S.A;Fas
7. Broychim; Fas	18. Gençler Madencilik Ltd.; Türkiye
8. Italma; İtalya	19. Agazoumi; Fas
9. Akka Gold Mining, AGM; Fas	20. Ideal Selma Import Export, Iselma; Fas
10. Ste Marocaine de Valorisation Et Minerals, Somaval; Fas	21. Elettrochimica Valle Staffora, SPA; İtalya
11. Glomine; Fas	

(Kompass, 2017)

## 9. Sektörün Güçlü ve Zayıf Yanları

Huntit-hidromanyezit mineral karışımlarının alev geciktirici olarak yeterince tanınmamış ve teknolojiye uygulanmamış olması yurt içi tüketiminin yetersizliğinin başlıca nedenidir. Sektörün güçlü ve zayıf yanları aşağıda verilmiştir.

<b>Sektörün güçlü yanları:</b>	<b>Sektörün zayıf yanları:</b>
* Türkiye'de az sayıda yatağın olması	* Şimdilik oluşmamış yurt içi tüketimi
* Huntit-hidromanyezit mineralinin alev geciktirici katkı maddesi olarak çevresel zararlı etkilerinin olmayışı	* Alevlenmeye dayanıklı endüstriyel ürün sektörünün uzun dönem ihtiyacındaki payın belirsizliği
* Dünyada çok az sayıda işletilebilir huntit-hidromanyezit yatağının bulunması	* Düşük yoğunluğu nedeniyle yüksek deniz nakliye giderlerinin olması
* Daha az zararlı ikame maddelerinin bulunmayışı	* Öğütme ve katı çamur süspansiyonu haline gelme güçlüğünün bulunması
* Bilinen en yüksek alev geciktirme kapasitesine (> 450°C) sahip olunması	

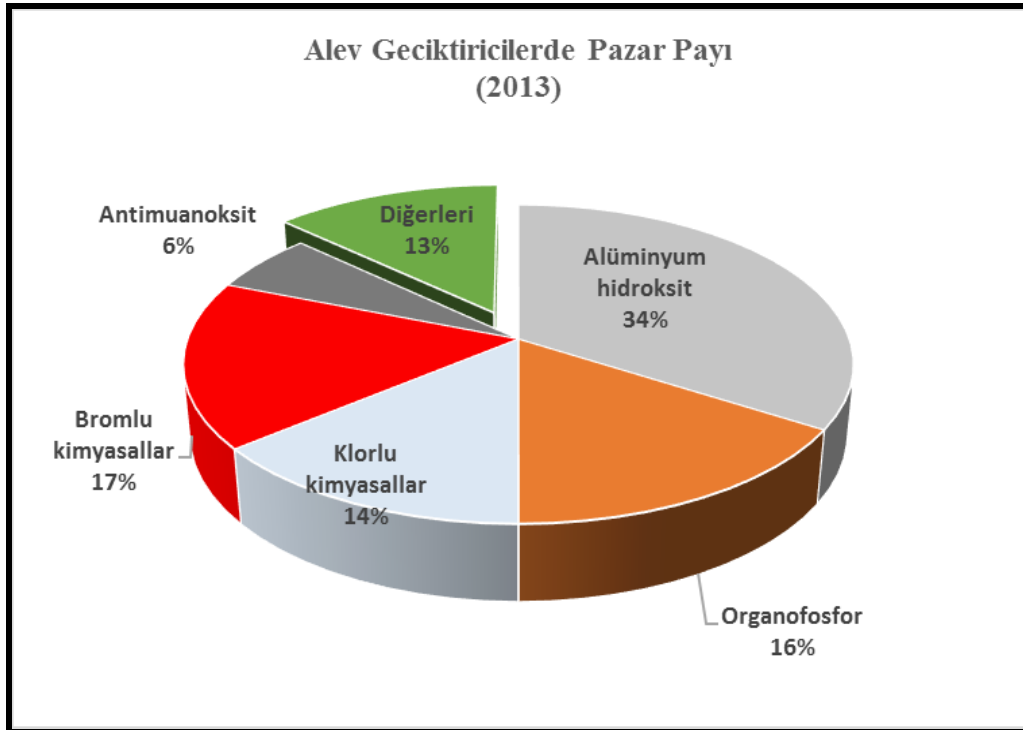
## 10. Sektörde Beklenen Gelişmeler

### 10.1. Arz-Talep Beklentileri

Alev geciktirici dolgu malzemesi olarak bilinen hidroksitler, endotermik ayrışma ile etkisiz gaz açığa çıkarırlar. Genel olarak bu tür ilaveler çevre dostu olarak kabul edilmektedirler. Bunun dışındaki halojen bazlı alev geciktiriciler aşındırıcı buhar ve duman ürettiklerinden dolayı, genellikle plastik endüstrisinde mineral bazlı alev geciktiricilerin pazar payı giderek artmaktadır. Alev geciktirici dolgu maddesi pazarında en önemli ürünler, alüminyum hidroksit ve magnezyum hidroksittir. Alüminyum hidroksit {alümina tri hidrat (ATH)} pazarın önemli kısmını oluşturmaktadır. Bu sektörde kullanımı az olan diğer mineraller; bohmit ( $AlO.OH$ ), hidromanyezit ( $4MgCO_3.Mg(OH)_2.4H_2O$ ) ve jips ( $CaSO_4.2H_2O$ )'tir.

Huntit/huntit-hidromanyezit minerallerinin yurt içinde herhangi bir tüketimi henüz bulunmamaktadır. Ancak; alev geciktirici sektöründeki gelişmeler, çevresel etki faktörleri ve sektörün güçlü yanları dikkate alındığında, önümüzdeki süreçte huntit-hidromanyezit mineralinin alev geciktirici katkı maddesi olarak kullanımının artacağı öngörülmektedir.

### 10.2. Piyasa Durumu

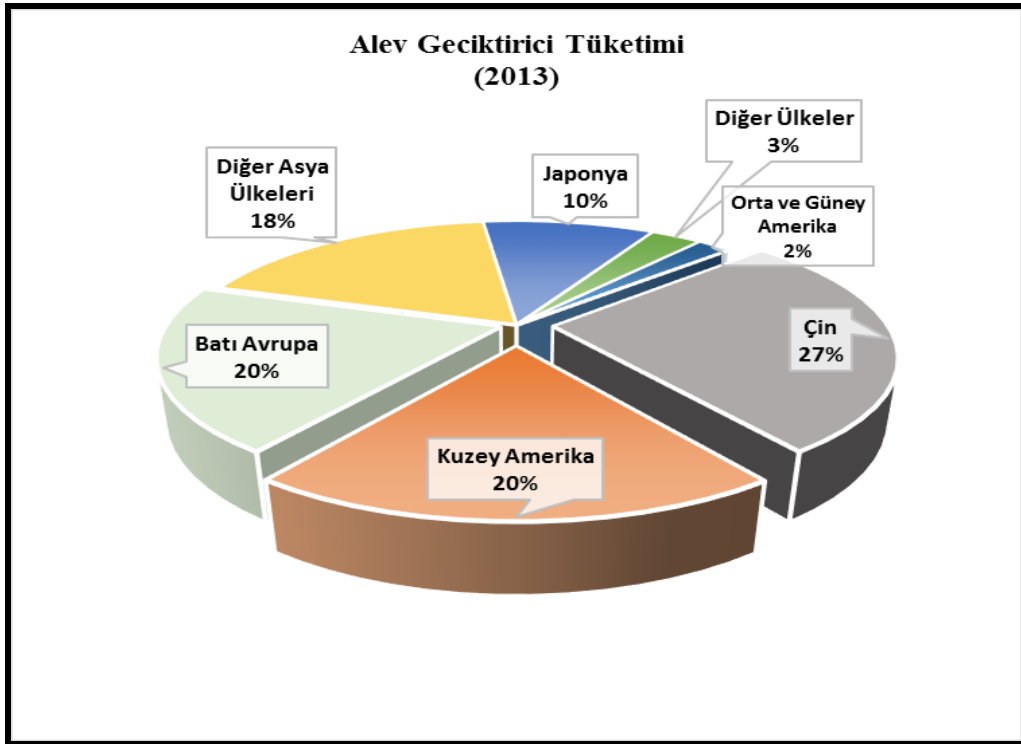


(Flameretardants-Online, 2017)

**Şekil 5- Küresel Pazarda Alev Geciktiricilerin Payları.**

2013 yılı için alev geciktiricilerde global tüketiminin 2 milyon ton/yıl'dan fazla olduğu bilinmekte, %35'lik pay ile alüminyum hidroksit en büyük payı almaktadır. Halojen içerikli bromlu, klorlu kimyasallar ve birlikte yaygın olarak kullanılan antimuanoksitin toplam payı da %37'dir. Organofosfor %16'lık payı alırken, diğer alev geciktiriciler %13'lük paya sahiptir.

Huntit-hidromanyezit ise %13'lük bu payın içerisinde yer almaktadır. Son yıllardır devamlılığı olan halojensiz alev geciktiricilere yönelimin olması, huntit-hidromanyezit esaslı ürünlerin pazardan alacağı payın artmasını da beraberinde getirecektir.



(Flameretardants-Online, 2017)

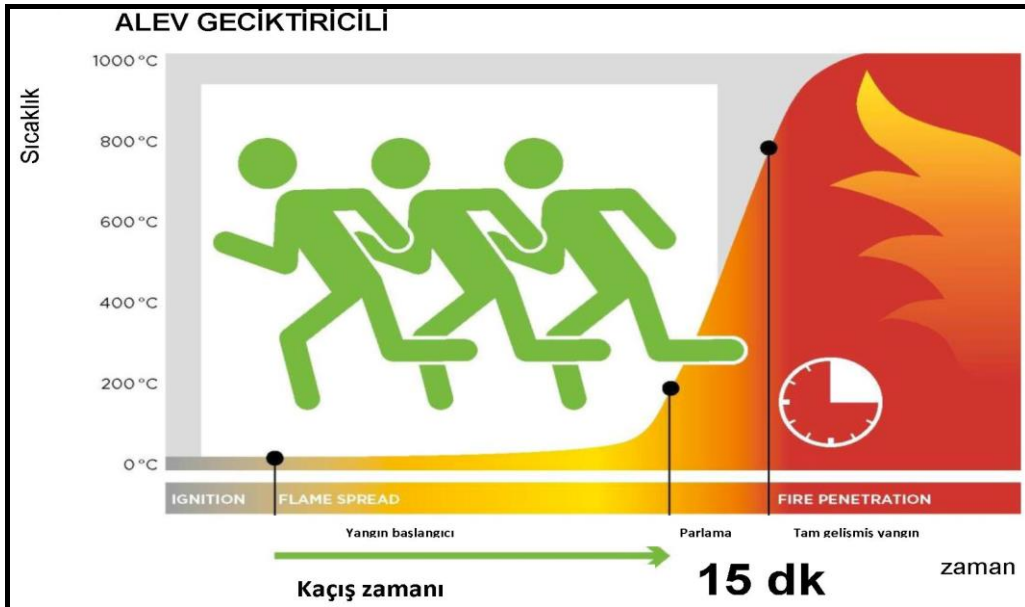
### Şekil 6- Dünyada Alev Geciktiricilerin Tüketim Oranları.

Alev geciktiricilerin %85'i plastiklerde, kalanı ise tekstil ve kauçuklarda kullanılmaktadır. 2013 yılında Asya ülkelerinin tüketimdeki payı %55'tir. %27'lik pay ile Çin'in tüketimdeki baskınlığı dikkate değer olup; gelişmiş ülkeler ve Çin'in, tüketimde %80'lik bir payı temsil etmesi, pazar hedeflerinin de aynı ülkeler olması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

### 10.3. Teknolojik Gelişmeler

Huntit; alev geciktirici, boya, plastik, polimer, özel lastik ve ilaç sanayinde kullanılmaktadır.

Bunlardan alev geciktirici özelliği öne çıkmaktadır; alev geciktiriciler, malzemelerin alevlenebilirliğini azaltmaktadır. Klasik ürünlerin kullanımından çıkan yangınlarda 5 dk olan yangından kaçış zamanının, alev geciktirici ürünlerin kullanımı ile 15 dk olduğu literatürde belirtilmiştir (Clariant, 2017). Alev geciktiriciler; yangının başlama riskini azalttığı gibi yangının yayılım riskini de azaltmaktadır. Bu fonksiyonu ile kaçış zamanını artırarak can kayıplarını ve yaralanmaları azaltmakta, aynı zamanda ciddi maddi kayıpların ve olumsuz çevresel etkilerin önüne geçmektedirler.



(Clariant, 2015)

**Şekil 7- Alev Geciktiricilerin Yangından Kaçış Zamanını Artırması.**



Alev geciktirici mineral dolguların polimerlerle uyumsuz kutup yüzeyleri vardır. Bunu da engellemek için çeşitli yüzey işlemleri yapılır. Böyle işlemler, alev geciktiricilerin veriminde bozulmalara neden olabileceğinden ürün geliştirme araştırmaları büyük önem taşımaktadır. Alev geciktirici minerallerden gipsit ( $Al(OH)_3$ ); bir alümina tri-hidrat olup piyasalarda kısaca “ATH” olarak bilinir. Pazardaki payı her ne kadar yüksek olsa da, ATH düşük bozuşma sıcaklığı ( $180-200^{\circ}C$ ) nedeniyle polipropilen ve poliamidlerde kullanılamamaktadır. Antimuan-trioksit, fiyatının yüksek olması nedeniyle, bromlu ve klorlu alev geciktiriciler ise çevreye hem toksik hem de aşındırıcı gazlar yaydıklarından; fosfor bileşenli alev geciktiriciler fiyatlarının yüksek oluşuyla; bor bileşenliler ise bozuşma dereceleri düşük ve fiyatlarının yüksek oluşu gibi nedenlerle ekonomik ve çevresel açıdan dezavantajlıdır.

Benzer fiyat ve kalitede ince taneli huntit-hidromanyezit ve ATH ürünleri karşılaştırıldığında maliyet ve performans ilişkisi açısından huntit-hidromanyezit daha iyidir (ÖİK Raporu, 2006).

#### **10.4. Çevresel Etkilere Yönelik Beklentiler**

Mineral esaslı ve halojen içermeyen alev geciktiricilerin çevreci olmaları, iklim ve doğa duyarlılığının olduğu günümüzde tercih edilmelerini artıracaktır. Bu kapsama giren huntit-hidromanyezit karışımı da ayrıcalıklı bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır.

“Changchun-Çin 4. Uluslararası Alev Geciktirici Materyaller ve Teknolojileri Sempozyumunda” yapılan çalışmalar; Çin’in çevre ve insan sağlığına duyarlı ürün geliştireceğine, alev geciktirici ürünlerdeki payı artıracığına ve uluslararası kurallara uyacağına bir gösterge olmuştur (Flameretardants-Online, 2017).

Sonuçta, uluslararası iklim sözleşmelerinin kabulü ve bu kapsamdaki çevresel mevzuatlara uyum sürecinin aktifliği ölçüsünde, halojenli alev geciktiricilerin ikamesinde mineral esaslı alev geciktiricilerin (huntit-hidromanyezit ve magnezyum hidroksit vb.) kullanımının artacağı öngörülebilir.

### **11. Strateji**

Alev geciktirici olarak kullanılacak magnezyum hidroksitin; yüksek saflıktaki doğal kaynaklar, deniz suyu ve yapay üretim olmak üzere başlıca üç kaynağı vardır. Dünyadaki başlıca magnezyum hidroksit üreticilerinin yarısına yakını deniz suyu ve gölcüklerden; yarısından çoğu ise doğal serpantin, manyezit, brusit ve huntit yataklarından üretim yapmaktadır. Huntit ve hidromanyezit karışımı konusunda çalışmalar yapan Likya Minerals şirketi ise; “UltraCarb” olarak adlandırılan bir polimer katkı ürününü

pazarlamaktadır. Şirket; lastik ve plastiklerde alüminyum trihidrat (ATH) ve Mg-Hidroksitle rekabet edebilecek bir dizi katkı malzemesi üretmektedir.

Kimyasal içerik, beyazlık ve akış direnci; huntit-hidromanyezit ürünün karakteristik performansını belirlemektedir. Bu malzeme kaynakları; yüksek fonksiyonlu dolgu malzemesi olarak kullanılabilirdiği gibi ayrıca alev engelleyici, duman/zehir bastırıcı olarak da kullanılabilir.

Özellikle huntit-hidromanyezit ürünleri; plastik sektöründe, elektrikli kablo uygulamalarında da kullanılabilir. Öyle ki, plastik sektöründe halojen katkı malzemelerinden (sahip oldukları zehirli etkilerden dolayı) uzaklaşarak huntit-hidromanyezit kullanımına ağırlık verilmek istenmektedir (ÖİK Raporu, 2006).

Her yıl dünya çapındaki yangınlarda; 1000 kişiden 4'ü ölmektedir. Yangınlarda genel ölüm nedeni gaz veya dumandan etkilenmedir. Gaz veya dumanı engellemek için en iyi yöntem; yangın durumundaki malzemelerin tutuşmasını geciktirmektir. Alev geciktiricilerin kullanımı yanma işlemini engeller veya geciktirir. Sonuç olarak, alev geciktiriciler endüstrisi pek çok yaşamı ve maddi değerleri koruma altına almaktadır. Alev geciktiriciler; plastik, tekstil, kereste, kağıt ve kaplama sanayinde kullanılmaktadır. Alev geciktirici kimyasallar; duvarlarımızda ve zeminlerde, mobilyalarımızda, zemin kaplamalarında, fabrikalarda, elektronik cihazlarda ve günlük kullandığımız diğer ürünlerde karşımıza çıkmaktadır. Ancak bugün kullanılan pek çok alev geciktirici kimyasallar doğrudan sağlık problemleri ile ilişkilidir ve çevreye de oldukça zarar vermektedir.

Canlı sağlığı ve çevresel etkiler dikkate alındığında, çeşitli sektörlerde alev geciktirici olarak kullanılan ürünlerin yerine insan sağlığına ve çevreye daha az zarar veren yeni bir teknoloji ortaya konulması zorunludur. Bu ürünlerin (brusit, huntit-hidromanyezit vb.) her zaman en zararlı kimyasalların yerini almamasına rağmen, gelecek süreçte Pazar paylarının artacağı beklenmektedir.

Aynı zamanda; Amerika, Avrupa, Çin ve diğer ülkelerdeki yangın emniyeti standartlarının sürekliliği, toksik kimyasalları kontrol kuruluşların yaptırımları, halojensiz mineral bazlı alev geciktiricilerin satışlarının artmasına tesir edecektir.

Modern alev geciktiriciler; insanları, hayvanları ve bitkileri zehirlememelidir. Geciktiriciler; buharlaşma süresince tamamlanmış üründen serbest kalmamalıdır. Ayrıca; modern alev geciktiriciler, yangın esnasında ek toksik veya aşındırıcı duman gazları serbest bırakmamalı, çevre dostu (ya nötr ya da biyolojik çözümler) olmalıdırlar.

Uygulama alanlarında plastiklerin kullanımının artışı alev geciktiricilerin kullanımının artmasına neden olmaktadır. Küçük bir kıvılcım bir dakikada yangına neden olabilmektedir. Bir kanepede; sadece beş dakika içinde alev alabilmekte, ortamdaki zehirli gazlar ve sıcaklık sağlığı tehdit edebilmektedir. Bu bağlamda, pek çok alanda alev-korunmalı ürünlere rastlayabiliriz. Bu alanlar: binalar (izolasyon malzemesi, su boruları, dış cephe kaplamaları), mobilyalar/elektronikler (kablolar, monitör girişleri, fişler, sigorta kutuları, devre plakaları), otomobiller (koltuklar, tavan astarları, güneş siperleri) ve uçaklar/trenler (koltuklar, tekstil/halılar,vb.) olarak sıralanabilir.

Günümüzde, hızlı tutuşabilen ve iyi yanabilen plastik esaslı araç-gereçler yoğunlukla kullanılmaktadır. Bu tür plastik ve tekstil ürünlerinde, alev geciktirici/duman kesici katkıları ile tutuşma sıcaklıklarını yükseltmek, yanabilirliği engellemek, dumanlanmayı kesmek ve dolayısıyla maddi kayıpları azaltmak mümkün olabilmektedir.

Alev geciktirici/duman kesici özelliği sağlayabilen mineral esaslı ve halojensiz ürünlerden huntit-hidromanyezit karışımının kullanımının giderek artabileceği öngörülmektedir. Teknoloji (ARGE) çalışmaları da dikkate alındığında, ülkemizdeki muhtemel huntit oluşumlarındaki çalışmaların bu beklentiyi karşılayacak ölçüde olması gerekmektedir.

## **12. Sonuç ve Değerlendirme**

### **Kullanımsal nedenler**

Her gün dünyanın birçok yerinde çok sayıda yangın meydana gelmektedir. Bu yangınlar, birçok insanın ölmesine, maddi zarara ve sanat eserleri gibi nadir ürünlerin zarar görmesine neden olmaktadır. Yangınlar nedeniyle, küresel GDP'nin (Gayri Safi Milli Hasıla) %1'i oranında mali kayıplar olduğu tahmin edilmektedir. Batı Avrupa'da yangın kaynaklı ölüm oranlarının 0,5-1,5/100.000 olarak gerçekleştiği istatistiki olarak verilmiştir (The Geneva Association, 2016).

Yaşamın her alanında karşılaştığımız yangın risklerine karşın kullandığımız araç-gereçlerin yangına karşı iyi korunması gerekmektedir. Bu ürünlerin "yanabilirliği" en önemli dezavantajıdır. Bu ürünlere alev geciktiricilerin eklenmesi ile herhangi bir yangın durumunda zararlar engellenebilmektedir. Bu nedenle yaşamsal alanda kullandığımız ürünlere eklenen alev geciktiriciler giderek önem kazanmaktadır. (ÖİK Raporu, 2006)

## **Kullanıldığı segmentler**

Dünya ölçeğinde yıllık 2 milyon ton'dan fazla alev geciktirici katkı malzemesi; plastik ürünlerini, elektronik cihazları, inşaat materyallerini ve tekstil ürünlerini korumak için kullanılmaktadır. İnşaat ve elektrik-elektronik endüstri segmentleri, alev geciktirici katkılarda küresel ihtiyacın %53'ünü temsil etmektedirler. Alev geciktirici katkılar, Polistren (EPS) ve poliüreten gibi izolasyon köpüklerinde büyük miktarlarda kullanılmakta; kauçuk, yapıştırıcı, boya ve verniklerde de kullanım alanı bulmaktadırlar. Elektrik-elektronik sektöründe ise bordlarda, cihaz kasalarında ve telekomünikasyon aletlerinde kullanılmaktadırlar. Alev geciktirici katkılardan; ABS, epoksi, polikarbonat ve poliamid gibi mühendislik plastiklerinde de yararlanılmaktadır. Bağımsız önemli bir segment olan ulaşım endüstrisindeki kablo ve telleri de kullanım sektörleri olarak sıralayabiliriz. Alev geciktirici katkı pazarının %37'sine ATH hakim olup, onu bromlu bileşikler takip etmektedir. Bromlu bileşikler etkinliğinin yanı sıra klorlu bileşikler gibi tartışmalı pozisyonadadırlar. Önümüzdeki yıllarda tüketimlerinin düşmesi beklenmektedir. Öte yandan organofosforların ve elektrik-elektronik sektöründeki halojenli ürünlerin ikamelerinin kullanımının ortalamanın üstünde artacağı öngörülmektedir (Ceresana, 2017). Nitelikli ürün geliştirmede özel teşebbüsün bu durumları baz alması, global pazarlarda yer bulmasını ve sürekliliğini artıracaktır. Teknolojik gelişimde sürekliliğin ve pazar rekabetinin canlı bir süreç olduğu günümüzde, marka değeri olabilen nitelikli ürünlerin üretimi için ARGE ile birlikte disiplinli sürekliliğin gerekliliği açıktır.

## **Çevreci faktörler (halojensiz ürünler)**

Gelecekte, günlük yaşamımızın hemen hemen her alanında elektrikli aletlerin kullanım yoğunluğu ile birlikte, elektrikten kaynaklanan yangın riskleri de beraberinde olacaktır. Bu durum, hem çevre koruma yasalarına hem de alev geciktirici verimliliğine uygun mineral taleplerini çok artıracaktır. Çevre koruma yasalarının/sözleşmelerinin daha sıkı uygulanması durumunda; özellikle plastik, tekstil, polimer gibi alev geciktirici kullanımının gerekli olduğu sektörlerde, AB standartlarına uygun alev geciktirici katkı malzemelerinin dolayısıyla da mineral bazlı olanlarının kullanımının yaygınlaşması beklenmektedir. Aynı zamanda, bu sektörlerin konu ile ilgili dünyadaki gelişmeleri takip edip uygulamaya geçmeleri de gerekecektir.

İnsan sağlığı ve çevresel etkiler açısından yapılan düzenlemeler/mevzuatlar, halojenli alev geciktirici ihtiyacında etken olan önemli pozitif faktörlerdir. Halojen bazlı alev geciktiricilerin yasaklanması konusunda birçok ülkeye liderlik yapan Grand View

Research araştırmasına göre küresel pazarda halojensiz alev geciktiricilerin 2020 yılında 2,54 milyar dolar değerine ulaşacağı beklenmektedir (GVR, 2017).

ATH, magnezyum hidroksit ve huntit-hidromanyezit gibi mineral bazlı alev geciktiriciler; antimuan oksit, çinko borat, çinko sülfür, fosfatlar gibi diğer inorganik bileşikler içermezler. Fosforlu bileşikler ise, halojenli veya halojensiz alev geciktiriciler ile birlikte kombinasyon yapılarak kullanılmaktadır. Dünyadaki endüstriyel sektörler ve lobi grupları, hala halojen bazlı geleneksel alev geciktirici kimyasalların kullanımını desteklemektedirler. Ancak giderek artan yangın kazaları, alternatif ürünlerin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Halojenler ile kombinasyon yapılarak kullanılan antimuan oksit ve boratlar gibi alev geciktiricilerin çevreye verdikleri zararlardan dolayı ticari olarak kullanımı da giderek azalmaktadır (ÖİK Raporu, 2006).

### **İkame ürün alternatifleri**

Mineral esaslı alev geciktiricilerden teknik olarak iyi özellikler gösteren huntit-hidromanyezitin performansı, ATH ve magnezyum hidroksite göre biraz daha iyi olup; tek başına ya da diğer mineral bazlı alev geciktiriciler (ATH gibi) ile birlikte kombinasyon yapılarak PVC, halojensiz tel ve kablo uygulamalarında kullanılmaktadır. Plastiklerdeki mühendislik gelişmeleri de huntit-hidromanyezit mineralinin ticari uygulamalarda daha fazla kullanılabilirliğini artırabilecektir.

Mineral bazlı alev geciktiricilerin tüketimi, diğer ürünler ile karşılaştırıldığında daha büyük oranlarda artış göstermeye devam edecektir. Buna paralel olarak alev geciktiriciler içinde yer alan ATH, Mg bazlı ürünlerden daha az tüketilecektir. En yüksek tüketim hızı, düşük maliyetlerinden dolayı brusit ve huntit-hidromanyezit gibi daha yeni ürün gruplarından beklenmektedir (ÖİK Raporu, 2006).

### **Ticari potansiyeli**

2016 yılı için ~7 milyar dolar olarak gerçekleşen alev geciktirici kimyasallar pazarının 2017 yılı için 7,2 milyar dolar olarak gerçekleşmesi, 2017-2022 yılları arasında da %5,4 artış hızıyla büyümesi tahmin edilmektedir (BBC Research, 2017). Bu pazar büyüklüğünün beklenti trendine göre yatırım pozisyonu almak yerinde olacaktır.

2012 yılı için 4,3 milyar dolar olarak öngörülen halojensiz pazarın, yeniden değerlendirilmesi ile 2017 yılı için yaklaşık 5 milyar dolar olacağı tahmin edilmektedir. Bu pazarın yaklaşık %65'ini ATH oluşturmaktadır. Mineral kökenli diğer alev geciktiricilerin payı %21 olup; huntit-hidromanyezit ve brusit bu pay içerisinde değerlendirilmelidir. Dolayısıyla 1 milyar dolar mali ölçeğinde bir pazarda huntit-

hidromanyezitin payını değerlendirmekle birlikte, pazardaki artış trendi olumludur (Pinfa, 2017) (<https://www.flameretardants-online.com/>, 2017).

### **Sonuç olarak**

Kimyasal bileşim, beyazlık ve viskozite gibi farklı özellikler, ürünün karakteristik performansında etkilidir. Öğütmede ve sıvıdaki katı süspansiyon haline gelme zorlukları, bilinen dezavantajlı durumlardır. Oldukça hacimli ve düşük yoğunluklu huntit mineralinin deniz nakliyesindeki yüksek taşıma maliyetleri, olası ticari gelişmeyi engelleyici bir faktördür.

Kaliteli ürün arzı için, pazar talepleri ve teknolojik gelişim döngüsü dikkate alınmalı; endüstriyel ürün haline dönüştürülmesi sürecinin de cevher üretiminin bulunduğu yerde gerçekleştirilmesi, Ülkemiz açısından teknoloji gelişimini, katma değeri ve istihdamı artıracaktır.

Alev geciktirici huntit-hidromanyezit minerali, 2.000.000 ton sondajlarla belirlenmiş görünür rezervi ve yaklaşık 10.000.000 ton muhtemel + mümkün rezerv potansiyeli ile;

- Ticari işletilebilirliği,
- Artan pazar payı,
- Halojensiz çevreci özelliği ile avantajlara sahiptir.

Teknolojik ve katma değeri yüksek ürünlerde alev geciktirici katkı malzemesi olarak yoğun kullanımı, ham ve konsantre cevher girdisinin fevkinde ekonomik girdi sağlayacaktır.

## **Kaynaklar**

1. AKBULUT A. 2003. Çardak-Çameli Neojen Havzası Sepiyolit-Huntit Aramaları Projesi Prospeksiyon Raporu, 10731 Ankara: MTA(Açık Rapor).
2. Albemarle 2016; [http://albemarle.com/\\_filelib/FileCabinet/Products/Fire\\_Safety/BFR\\_0012\\_GreenCrest\\_TDS\\_04.2016.pdf](http://albemarle.com/_filelib/FileCabinet/Products/Fire_Safety/BFR_0012_GreenCrest_TDS_04.2016.pdf) adresinden alındı.
3. ATAY H. Y.ve ÇELİK E. 2012. Electrical Behaviors of Flame Retardant Huntite and Hydromagnesite Reinforced Polymer Composites. International Scholary Research Notices.
4. BASF Aerospace Materials 2011; [http://aerospace.basf.com/common/pdfs/BASF\\_Melapur\\_Halogen\\_free\\_Flame\\_Retardants\\_DS\\_USL\\_sfs.pdf](http://aerospace.basf.com/common/pdfs/BASF_Melapur_Halogen_free_Flame_Retardants_DS_USL_sfs.pdf) adresinden alındı.
5. BBC Research 2017; <https://www.bccresearch.com/marketresearch/chemicals/flame-retardant-chemicals-markets-report-chm014n.html> adresinden alındı.
6. Borax 2017. Borax: <https://www.borax.com/products> adresinden alındı.
7. Ceresana 2017. Ceresana Market Research Since 2002; <http://www.ceresana.com/en/market-studies/chemicals/flame-retardants/> adresinden alındı.
8. Clariant 2017; <https://www.clariant.com> adresinden alındı.
9. Doverchem 2016; <http://www.doverchem.com/Portals/0/FR-1.pdf> adresinden alındı.
10. European Commission 2017; <http://europa.eu/> adresinden alındı.
11. Flameretardants-Online 2017; <https://www.flameretardants-online.com/flameretardants/market> adresinden alındı.
12. Flameretardants-Online 2017; <https://www.flameretardants-online.com/news/?showid=17710> adresinden alındı.
13. GVR. 2017. Grand View Research: <http://www.grandviewresearch.com/press-release/global-non-halogenated-flame> adresinden alındı.
14. HEWITT F.; HULL T. 2017. Mineral Filler Fire Retardants. 329-354.
15. <https://www.flameretardants-online.com>; [https://www.flameretardantsonline.com/images/itempics/6/4/1/item\\_18146\\_pdf\\_1.pdf](https://www.flameretardantsonline.com/images/itempics/6/4/1/item_18146_pdf_1.pdf) adresinden alındı 2017.
16. Huber Engineered Materials 2014; <https://www.hubermaterials.com/userfiles/files/PFDocs/Kemgard%20Flame%20Retardant%20Smoke%20Suppressant.pdf> adresinden alındı.
17. Hull F. H. 2017. Mineral Filler Fire Retardants.

18. Italmatch Chemicals 2014; <http://www.italmatch.com/flame-retardants/> adresinden alıntı.
19. KANGAL Olgaç 2004. Göller Bölgesi Huntit Cevherlerinin Zenginleştirilmesi ve Alev Geciktirici Hammadde Üretimine Yönelik Kullanılması. Türkiye: İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
20. KANGAL M.; GÜNEY A. 2005. Anyonik toplayıcılar varlığında huntitin flotasyon davranışı. İTÜ mühendislik, 87-98.
21. KANGAL O.; GÜNEY A. 2005. A new industrial mineral:Huntite and its recovery.
22. KARIMY A.H.; HOLAKOOEI P. 2015. Analytical studies leading to the identification of the pigments used in the Pir Hamza Sabzpush Tomb in Abaqui, Iran: a reappraisal. *Periodico di Mineralogia*, 389-405.
24. Kompass 2017; <https://tr.kompass.com/> adresinden alıntı.
25. L.A. H.; RICHARD H.T. 2010. The fire retardant behaviour of huntite and hydromagnesite.
26. Lanxess Engineering Chemistry 2017; <http://add.lanxess.com> adresinden alıntı.
27. Likya Minerals Madencilik 2017; <http://www.lkabminerals.com> adresinden alıntı.
28. LKAB Minerals 2017; <http://www.lkabminerals.com/en> adresinden alıntı.
29. BARBIERI M.; CALDERONI G.; CORTESI C; FORNASERI M. 1974. Huntite, A Mineral Used in Antiquity. *Archaeometry*, 211-220.
30. UDA M., SASSA S., TANIGUCHI K., NOMURA S., YOSHIMURA S., KONDO J., ZAGHLOUL B. 2000. Touch-free in situ investigation of ancient Egyptian pigments. Springer-Verlag, 260-263.
31. Magnesia Specialties 2017; <http://magnesiaspecialties.com/product-data-sheets/> adresinden alıntı.
32. MH Abdel-Ghani 2010. An Introductory Background to Pigments Used in Ancient Egyptian Artefacts: <https://bradscholars.brad.ac.uk> adresinden alıntı.
33. MİGEM(Maden İşleri Genel Müdürlüğü) 2016. Ankara.
34. NASIRPOUR E. 2016. Production of nanostructured flame retardant composite materials for touch screenoled tv. İzmir: Dokuz Eylül University Graduate School of Natural and Applied Sciences.
35. National Geoscience Database of IRAN 2017; <http://www.ngdir.ir/MiningInfo/MineMinerals.asp> adresinden alıntı.
36. NFPA.org. 2017. National Fire Protection Association: <http://www.nfpa.org> adresinden alıntı.



37. ÖİK Raporu 2006. Madencilik Endüstriyel Hamaddeler Alt Grubu Özel İhtisas Komisyon Raporu.
38. ÖZKAN E. (2013, Eylül 25). Polianiline(PANI)-İletken Polimer.
39. Pinfa 2017. Phosphorus,Inorganic&Nitrogen Flame Retardants Association: [http://www.pinfa.org/documents/Media/Ressources/pinfa\\_presentations\\_egg2012.pdf](http://www.pinfa.org/documents/Media/Ressources/pinfa_presentations_egg2012.pdf) adresinden alıntı.
40. Polymer Additives Group 2017; [www.pagholdings.com/products](http://www.pagholdings.com/products) adresinden alıntı.
41. RJMarshall 2014; <http://www.rjmarshall.com/wp-content/uploads/2014/02/C-Tec-CT-AO-web.pdf> adresinden alıntı.
42. Sibelco Europe 2017; [www.ankerpoort.com](http://www.ankerpoort.com) adresinden alıntı.
43. Sibelco Hellas S.A. 2017; <http://www.sibelcohellas.gr> adresinden alıntı.
44. ŞEN F., MADAKBAŞ S.; KARAMAN M.V. (2014, Mart). Preparation and characterization of polyaniline/Turkish Huntite-hydromagnesite composites. *Polymer Composites*, s. 456-460.
45. TCMB 2017. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası: <http://www.tcmb.gov.tr/kurlar> adresinden alıntı.
46. The Geneva Association 2016; <https://www.genevaassociation.org/media/874729/ga2014-wfs29.pdf> adresinden alıntı.
47. TSIRAMBIDES A.; FLIPPIDIS A. (2012, Ocak). Energy Mineral Resources of Greece. <https://www.researchgate.net/publication/281554998>.
48. USGS 2013. <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/2013/myb3-2013-gr.pdf> adresinden alıntı.
49. Willliamblythe 2017. <http://www.willliamblythe.com/applications/flame-retardants> adresinden alıntı.
50. YILDIRIM S.; ÇELİK E. 2014. Alev Geciktirici Huntit ve Hidromanyezit Nanopartikül Takviyeli Polimerik Kompozit Kaplamalar. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, s. 387-393.