

ALEV GECİKTİRİCİ VE DUMAN BASTIRICI KATKI MADDELERİ

Muammer KAYA¹

ÖZET: Yangınlarda can ve mal kaybını azaltmak için plastik, kağıt, tekstil, ağaç ürünleri, inşaat malzemeleri vs. içine yanmayı önleyici/geciktirici ve dumanı bastırıcı mineral katkı maddeleri ilavesi günümüzde sürekli artmaktadır. Bu makale alev geciktirici ve duman bastırıcı katkı maddelerini tanıtır endüstriyel kullanım alanlarını, pazar, tüketim durumlarını ve gelecekteki eğilimleri özetlemek amacıyla hazırlanmıştır. Daha çok alev geciktirici pazarında payı büyük olan halojeniz alüminyum hidroksit (ATH) ve Türkiye'deki magnezit sektörü için yeni pazar olabilecek magnezyum hidroksit ($Mg(OH)_2$) detaylı incelenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Alüminyum hidroksit, magnezyum hidroksit, alev geciktirme, duman bastırma

FLAME RETARDANT AND SMOKE SUPPRESSANT ADDITIVES

ABSTRACT: Addition of mineral flame retardants and smoke suppressants in plastics, paper, textile products, wood products and construction materials is growing continuously. This paper describes the use of flame retardants and smoke suppressants and reviews markets, consumption, major industrial applications and future trends in general for leading flame retardant materials. This article focuses on non-halogen alumina trihydrate (ATH), which has the biggest market share in flame retardants and magnesium hydroxide ($Mg(OH)_2$), which may be a new market for Turkish magnesite industry.

KEY WORDS: Alumina trihydrate, magnesium hydroxide, flame retardants, smoke suppressants

¹ Muammer KAYA, Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Bademlik Kampüsü, 26030 ESKİŞEHİR

I. GİRİŞ

Ülkemizde hızlı nüfus artışı, çarpık kentleşme ve hızlı sanayileşme sonucunda her yıl olan yangın sayısı ve yangından dolayı meydana gelen zarar miktarı artmaktadır. Yangınlardan dolayı ortaya çıkan can ve mal kaybını en aza indirmek için alınacak tedbirlerden biri de yanmayan veya yanmayı geciktirici malzemeler kullanımınıdır [1]. Alev geciktirici ve duman bastırıcı malzemeler, katkı maddeleri ve reaktifler olarak iki ana gruba ayrılırlar. Katkı maddeleri genellikle dolgu maddeleri olarak kullanılıp, reaktif bileşenlerin aksine, diğer bileşenlerle reaksiyona girmez. Plastiklerin bileşiminde polimer dışındaki alev geciktirici katkı mineral miktarı sürekli artmaktadır. Bu yardımcı malzemeler plastik yapma (karıştırma, çekme veya döküm esnasında viskozite değiştirici, plastikleştiriciler, döküm kalıbından gevşeticiler vs) ve aynı zamanda nihai ürüne mukavemet, rijitlik, esneklik ve kullanım şartlarına direnç de verir. **Alev geciktirme ve duman bastırmada inorganik mineraller/bileşikler önemli rol oynamaktadır [2].**

Genelde alev geciktiricilerden iki görev istenir. Öncelikle alev geciktirme etkisine sahip olmak ve daha sonra içine katıldığı ana malzemenin işlenme özelliklerine zarar vermemek/uygun olmak. Belli oranlarda ilave edilen alev geciktirici katkı maddeleri hem kolay yanıcı ana malzemeyi seyreltmekte hem de ana maddenin oksijen indeksini azaltmaktadır. Oksijen indeksi ana maddenin yanmasına devam edebilmesi için gerekli olan minimum oksijen miktarıdır.

Etkin bir alev geciktiriciden şu özellikler istenir:

- a) Kuvvetli endotermik (ısı alan) bozunma ile içinde bulunduğu malzemenin bozunma ısısına yakın sıcaklıkta (150-400°C) oldukça fazla su ve/veya CO₂ vermek.
- b) Bozunma esnasında yüzey alanı fazla oksitler oluşturmak.
- c) İnce parça boyutunda (-10 µm) olmak.
- d) Renksiz veya beyaz renkli olmak.
- e) Zehirsiz olmak.
- f) Çözünmeyen veya çok az çözünen safsızlıklar içermelidir (örneğin Na-tuzları).
- g) Mohs sertliği 4'den az olmalıdır.

Endotermik bozunma ısı alıcı rolü oynarken, çıkan gaz yakıtın piroliz ürünlerini seyreltir. Çözünabilir safsızlıkların düşük seviyede istenmesinin nedeni nemli ortamda katkı maddesinin şişme ve kabarmasını önlemek ve kablo imalatında elektriksel yalıtkanlığı sağlamak içindir. Düşük sertlik ise işleme esnasında makinaların aşınmasını azaltmak içindir.

II. PAZAR VE TÜKETİM DURUMU

1995 yılında, alev geciktirici ve duman bastırıcı tüketiminin 1 milyon ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu da yıllık 2 milyar dolarlık bir pazara tekabül etmektedir. Çizelge 1 alev geciktiricilerin tipine göre Dünya'daki ve Avrupa'daki tüketim ve toplam ekonomik değerini göstermektedir. Çizelge 2'de ise farklı polimer sistemlerinde alev geciktiricilerin ana kullanım alanları özetlenmektedir.

Çizelge 1. Dünya'da ve Avrupa'da alev geciktirici tüketiminin türlere göre dağılımı [2]

Alev Geciktirici Mineral/Bileşik	Avrupa Tüketimi (1000 t)	Dünya Tüketimi (1000 t)	Toplam Değer (milyon \$)
ATH (Al(OH) ₃)	120	402	221
Bromlu (Br)	44	191	712
Organofosforlu (P)	59	133	426
Sb ₂ O ₃	20	72	342
Klorlu (Cl)	29	52	103
Diğer (Mg(OH) ₂ vs)	16	50	110
TOPLAM	288	899	1914

Çizelge 2. Farklı polimer sistemlerinde alev geciktiricilerin ana kullanım alanları [2]

Polimer/A.G Reaktif	Br	P	Cl	Sb ₂ O ₃	ATH	Mg(OH) ₂
PVC		*		*		*
Poliüretan	*	*				
Doymamış polyester	*		*	*	*	
Poliiolefin	*		*	*	*	*
Stirenik	*		*	*		
Naylon (Poliamid)	*		*			*

*: kullanılır

Dünya'da en fazla alüminyum hidroksitli (ATH) alev geciktiriciler kullanılmaktadır. Bunu bromlu ve organofosforlu alev geciktiriciler takip etmektedir. Çizelge 2'den

görülebileceği üzere, bir polimere farklı alev geciktiriciler katılabilir. Polimerler organik madde olduklarından ateşten/alevden kolay etkilenirler. Alev geciktirici ilaveleri, ateşe karşı oluşturulan direncin bir ölçüsüdür. Sonuçta, tüm polimerler yanar. Ancak alev geciktiricilerin önemi, katastrofik yanmayı geciktirmek veya yangın hasarını en aza indirmektir.

III. ALEV GECİKTİRİCİLERİN ÇALIŞMA MEKANİZMALARI

Yangın beş ana aşamada yayılır: Isıtma Aşaması: Dış kaynak çevrede sıcaklığın artmasıyla ısınma. Bozunma Aşaması: Yanıcı gazlar çıkar. Ateşleme Aşaması: Yükselen sıcaklık malzemeyi ateşler. Yanma Aşaması: Isı ve duman çıkar ve Yayılma Aşaması: Çıkan zehirli gazlar itilerek ısı çıkışıyla alevli yanma olur ve yayılır. Alev geciktirmede birçok mekanizma vardır. Bunların üçü çok önemlidir:

III.1. Buhar Fazında Serbest Radikal Bırakmamak

Polimer yanarken yanma prosesini geliştiren buhar fazı tarafından serbest radikaller (HC) yaratılır. Katkı maddeleri, tek başına veya bileşiklerdeki diğer malzemelerle birlikte, alt tabakalardan zincirleme reaksiyonlarla serbest bırakılan radikallerin yaratılmasını engelleyerek alev geciktirmeyi sağlar. Bromlu ve klorlu alev geciktiriciler bu şekilde çalışır. Eğer, ortamda Sb_2O_3 varsa etkileri birleşir. Halojenli malzemeler ve Sb_2O_3 arasındaki reaksiyon uçucu $SbCl_3$ oluşturur, bundan dolayı ısıl bozunma sonucunda serbest radikaller oluşur. Bu yüzden, bromlu ve klorlu alev geciktiriciler Sb_2O_3 ile bileşik yapılarak kullanılır. Sb_2O_3 tek başına çok az alev geciktirir. Sb_2O_3 , PVC'de kullanılır, bu durumda polimerin kendisi halojen kaynağı görevi yapar.

III.2. Isıyla Büyüme/Şişme (Intumescent) Hareketi

Ön yanma aşamasında, yanıcı polimerin devam eden yanmadan izole olmasını sağlayan plastik yüzeyde dengeli hacimsel kor (char) oluşturmasına denir. Isıyla kabarma oluşumunun bileşenleri şunlardır: Isıtma ile malzemenin kuvvetli fosforik asit gibi oksiasit vermesi, korun polialkol tipi bileşik oluşturması ve oluşan korun köpürmesi için bir gaz kaynağı yaratmasıdır. Tipik sistemlerde organofosfatlar veya inorganik fosfatlar (amonyum fosfat) oksiasit kaynağı; pentaeritritol çok fonksiyonlu alkol molekülü ve melamin azot gaz oluşturucu olarak bulunur.

III.3. Endotermik/Isı Veren Etki

Isı ile bozunan malzemeler aşağıdaki etkilerin kombinasyonu ile alev geciktirici olarak görev yaparlar.

- a) Bozunma reaksiyonu kuvvetli endotermiktir. Böylece ısı yanma yüzeyinden uzaklaşır, yanan alt tabaka soğur ve sonuçta alevlerin daha fazla yayılması ve duman oluşumu sınırlanır.
- b) Eğer gaz yanürünler bozunma reaksiyonu sonucunda serbest bırakılırsa, ateşin hemen civarında ısı yükünün daha fazla yayılmasına yol açar.
- c) Gaz yanürünler yanma alanında oksijen derişimini de azaltır, böylece alevin yayılması azalır.

ATH ve $Mg(OH)_2$ 'ın ısı bozunması ile oksit ve su oluşur. Böylece alev geciktirici olarak işlev görürler. Gerçek sistemlerde alev geciktirmenin yukarıdaki mekanizmaların biri veya diğeri tarafından olduğunu saptamak zordur; çünkü birçok plastik katkı maddeleri farklı fonksiyonlar gerçekleştirir.

IV. HALOJEN İÇEREN ALEV GECİKTİRİCİ SİSTEMLER VE ÇEVRE

Halojenli alev geciktiriciler etkilerini yanma sürecini keserek sağlarlar ve böylece çıkan duman miktarı artar. Bu alev geciktiriciler plastiklerin yanmasını önleyemezler fakat katastrofik yanmayı engellerler, kontrol edilebilir yangınlarda hasarı sınırlar veya kurtarma operasyonlarında zaman kazandırır. Bromlu ve klorlu alev geciktirici sistemler atmosfere yanıcı yanürünler olan hidrobromik veya hidroklorik asit çıkarırlar ve aynı zamanda organobromürler ve klorürler, PVC'nin yanmasıyla HCl çıkar. PVC ve/veya halojen içeren alev geciktiricilerin, yangınlarda alevlere dayanmış sistemlerde asit yanürünlerin korozif etkileri görülmektedir. Yangınlarda can kaybının çoğu alev geciktirici olmayan malzemeden çok, zehirli yan ürünlerin etkisinden olmaktadır.

Halojenik yanma yan ürünlerinin korozif yapısından dolayı 1980 ve 1990'ların başında kanuni tedbirler getirilmiştir. İtalya ve Japonya'da kablo üretiminde PVC'nin yerini halojen içermeyen alev geciktirici poliolefinik sistemler almıştır. Japonya'da, kablolarda halojen istenmezken, ABD'de pahalı halojensiz poliolefinik solüsyonlar hakimdir. İsveç ve Almanya'da bromsuz alev geciktiriciler tercih edilmektedir.

V. HALOJENSİZ MİNERALLİ ALEV GECİKTİRİCİLER

Alev geciktirici olarak kullanılan halojensiz mineraller Çizelge 3'de verilmiştir [3].

Çizelge 3. Halojensiz alev geciktiriciler

Mineral Tipi	Bozunma Sıcaklığı (°C)	Açıklama
Nesquehonit($MgCO_3 \cdot 3H_2O$)	70-100	Etkin; fakat, bozunma sıcaklığı düşük
Gipsit ($Al(OH)_3$)	180-200	Yaygın kullanılır
Hidromagnezit ($3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$)	220-240	Kullanım yeri bulabiliyor
Na-Dawsonit ($NaAl(OH)_2CO_3$)	240-260	Etkin; fakat yaygın değil
Brusit ($Mg(OH)_2$)	300-320	Etkin ve kullanımı artıyor
Huntit ($3MgCO_3 \cdot CaCO_3$)	> 450	Hidromagnezit ile karıştırılarak kullanım yeri bulabiliyor.

V.1. Alüminyum Hidroksit/Gipsit (ATH: Alumina Trihidrate)

Alüminyum hidroksit, hidrate alümina veya İngilizce kısaltması ATH, Bayer süreciyle boksitten alüminyum eldesi esnasında üretilen ve metalurji dışı uygulamaya sahip bir araüründür. Çöktürme esnasında oluşan ATH ya sistemden uzaklaştırılıp saflaştırıldıktan sonra satılır veya alüminyum metali eldesi için süreçte kullanılır.

V.1.1. Pazar Durumu

ATH, alev geciktirici pazarında %90 civarında bir pazar payına sahiptir. Ticari kullanımı 1960'ların ortalarında başlamış ve 1970'lerin ortalarında artmıştır. ATH'ın yüzlerce kullanım alanı olmasına rağmen ana kullanım alanları iki gruba ayrılabilir: kimyasal ve özel kullanım. Daha yaygın olan kimyasal kullanımda ATH esaslı kimyasallar üretilirken, özel tenör daha çok alev geciktirmede (%70), kağıt, tekstil, kozmetik, sentetik mermer, boya ve dişmacunu yapımında dolgu olarak kullanılır. Dünya'da 3 milyon ton/yıl üretilen ATH'ın 2.6 milyon tonundan ATH kimyasalları ve 0.4 milyon tonundan alev geciktiriciler üretilir. ATH yüksek saflık ve zehirsizliğinden dolayı, hayvan yemlerinde kullanılmak için idealdir.ATH kimyasalları kağıt

endüstrisinde kağıdın suya karşı direncini artırır, atık su arıtımında, deri tabaklamada bazikleştirici reaktif ve tekstil endüstrisinde yün işlemede, ağaç ürünleri sanayinde yanmaz sunta ve MDF yapımında kullanılır. Alüminyum sülfat, klorür, florür ve asetat ve sodyum alüminat önemli ATH kimyasallarıdır [4].

ATH 1920'lerde patentlenmiş ve dolgu maddesi olarak kullanımı zamanla artmıştır. ATH için Avrupa pazarı 120 000 t/yıl (100 milyon dolar) ve Dünya pazarı 402 000 t/yıldır (221 milyon dolar). Alev geciktiriciler pazarında miktar olarak en büyük paya sahiptir. ATH alev geciktiriciler türler içinde Avrupa pazarında %42 ve Dünya pazarında %45 paya sahiptir. Dünya'da en fazla tüketim 232 000 t/yıl ile ABD'dedir. Asya'da en fazla tüketim Japonya'dadır. Diğer ülkelerde tüketim kanunen plastik ve diğer ürünlere alev geciktirici konulması zorunluluğu olmadığından azdır.

V.1.2. Talebi Artıran/Doğuran Kanuni Zorunluluklardır

ATH'ın alev geciktirici olarak ilk yaygın kullanımı ABD'de halıların arkasına astar taban yapımında olmuştur. Çünkü yangınlardaki yayılma halıların kolay tutuşmasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden ateş/alev yayılmasını sınırlayıcı standart ve tedbirler getirilmiştir. ATH'ın halı tabanında kullanımı alev geciktirici kullanımını artırmıştır. Gelişmiş ülkeler daha sonra plastik esaslı ürünlerde alev geciktirici kullanımı için yönetmelikler/mevzuatlar çıkarmıştır.

V.1.3. Kullanım Alanları

ATH alev geciktiriciler ateşin yayılmasını mükemmel engeller ve duman oluşumunu bastırır, rakiplerinden ucuzdur, halojen içermez, bozunma ile korozif ve toksik ürünler çıkarmaz, suda çözünmez, uçucu değildir, inerttir, yüksek beyazlık ve saflıkta üretilebilir ve pazarda önemli paya sahiptir. Düşük bozunma sıcaklıkları (180-200 °C) nedeni ile, naylon (poliamid) ve polipropilenler (PP) için dolgu olarak kullanılamazlar. ATH, Avrupa'da halojen esaslı alev geciktiricilerin yerini almaktadır. ATH alev geciktiriciler yangının ısıtma ve bozunma aşamalarında işlev görürler ve malzemenin ateşlenmesini engelleyip yanma ve yayılmayı önlerler. ATH ısıtıldığı zaman endotermik davranır. Yanma sürecinin bozunma aşamasını geciktirir ve sıcaklığın hız ve genişliğini azaltır. Bozuşma aşamasında ATH su çıkarır. Bu reaksiyon ısı absorbe eder, yanıcı gazları seyreltir ve ısıtılan ürün yüzeyinden serbest kalan oksijen engellenip, ateşleme bastırılır. Çizelge 4 Alcoa-Flamegard ATH alev geciktiricisinin özelliklerini göstermektedir.

Çizelge 4. Alcoa Flamegard ATH'ın fiziksel ve kimyasal özellikleri [4]

Kimyasal Analiz	(%)
Al ₂ O ₃	65
SiO ₂	0.02
Fe ₂ O ₃	0.015
Toplam Na ₂ O	0.2
Çözünebilir Na ₂ O	0.03
Ateş Zaiyatı	35
Nem	0.2
Gevşek Bulk Yoğunluğu	60-70
Spesifik Gravite (gr/cm ³)	2.42
Mohs Sertliği	2.5-3.5

1 µm'den iri boyutta ATH ilavesi gerilme mukavemetini azaltır ve yüksek dozlarda ilave elangasyonu oluşturur. Fazla miktar ATH katkısı üründe vizkozite, tokluk ve spesifik yoğunluğu artırır. Üretim sürecinde sorun yaratabilir. Özel plastiklerde Mg(OH)₂ ve Sb₂O₃ alternatifleri kullanılır. Düşük miktar ilaveler alev geciktirmeyi daha az sağlar. Bu sorun ATH'ın çinkoborat ile kombinasyonu ile yenilebilir. ATH alev geciktiricilerin uygulama alanları Çizelge 5'deki gibidir.

Çizelge 5. ATH alev geciktiricilerin kullanma alanları [4]

Polimer Sistemi	Plastik/Lastik	Uygulama
Termoset	Polyester reçine	araba tamponu metro/tren koltukları küvet/duş tekneleri sandal gövdesi
	Epeksi reçine	elektronik devreler izolatörler
	Fenolik asit	duvar lambirileri
	Poliüretan	Boya ve kaplama mobilya köpüğü
Termoplastik	PVC	band konveyör kablo ızalasyonu marley/muşamba
Elastomer	Lateks	halı tabanı/halı altlıkları koltuk kılıfları

V.1.4. Üreticiler ve Fiyatlar

Önemli ATH üreticileri; ABD'de, La Roche Chemicals, Alcoa, Reynold's Metals Inc., Alcan Inc. ve JM Huber Corp.; Almanya'da, Martinswerk GmbH (200 000 t/yıl), Nabaltec GmbH; Fransa'da, Pechiney; Japonya'da Nippon Light Metals Co. ve Sumitomo Chemicals Ltd ve Hindistan'da İndal'dır. 1998 yılı Mayıs ayında kimyasal tenör FOB 120-150 \$/t ve özel tenör 300-1500 \$/ton'dur. ABD ve Avrupa'daki fiyatlar birbirine yakın iken Asya pazarında fiyatlar biraz daha düşüktür. ATH kullanımı yıllık %4 artmaktadır. En fazla büyüme %7-10 arasında alev geciktirici sektöründedir. Pazar büyümesinin en önemli nedenlerinden biri ülkelerdeki yangın emniyetiyle ilgili kanunların sıkılaşmasıdır.

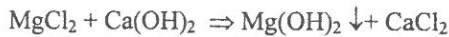
V.2. Magnezyum Hidroksit (Mg(OH)₂)

Huntit ve hidromagnezit tek başlarına alev geciktirici olarak pek kullanılmasa da karışımları son yıllarda bazı kullanım yerleri bulabilmektedir. Yunanistan'daki bazı yataklardan elde edilen çok beyaz, yüksek saflıktaki ince taneli cevherler ATH'a göre fiyat avantajına sahiptir. Fakat bu cevherler için daha yaygın kullanım için çok araştırma ve geliştirmeye ihtiyaç vardır [3].

ATH ve Mg(OH)₂'nin alev geciktirme özellikleri Çizelge 6'da karşılaştırılmıştır. ATH, polietilen (PE) ve EVA sistemlerinde düşük bozunma sıcaklıklarından dolayı kullanılırken polipropilen ve naylon için kullanılamaz. Bu polimerlerde Mg(OH)₂, alev geciktiricili plastik üretiminde halojensiz alternatiftir. Yılda binlerce ton Mg(OH)₂ üretimine karşın alev geciktirici pazarı 15000 tonu geçmemektedir. Polar inorganik Mg(OH)₂ bileşiği kovalent yapılu PE ve PP'ye çok iyi fiziksel ve mekanik özellikler sağlar. Sentetik Mg(OH)₂ 'in yüzey alanı oldukça fazla ve kristal boyutu küçüktür.

V.2.1. Üretim Yöntemleri

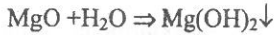
Her ne kadar Çin ve ABD'de oldukça saf brusit yatakları var ise de, endüstriyel Mg(OH)₂ deniz suyu veya tuzlu kuyu sularının (brine) çöktürülmesi ile elde edilmektedir:



Elde edilen Mg(OH)₂ yüksek yüzey alanına sahip olduğundan sık sık polimer matrisin fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumsuz etkileyebilir. Çöktürülen ürün sünger görünümlüdür. Dead Sea Periclase Ltd. Aman süreciyle alev geciktirici Mg(OH)₂ üretir [5].

Çizelge 6. ATH ve Mg(OH)₂ alev geciktiricilerinin karşılaştırılması [2]

Mekanizma: Endotermik Bozunma	
Mg(OH) ₂ ⇒ MgO + H ₂ O	Reaksiyon Isısı: 347 kcal/kg
2Al(OH) ₃ ⇒ Al ₂ O ₃ + 3H ₂ O	Reaksiyon Isısı: 284 kcal/kg
a. alt tabakadan ısı uzaklaştırma b. su buharıyla yanıcı gazların seyreltilmesi c. koruyucu oksit tabakası oluşturma ile ısı izolasyonu d. yüksek dolgu miktarıyla polimer katı fazı seyreltmek	
Çevresel Etkiler:	
a. zehirli değil b. aşındırıcı değil c. uçucu değil	
Bozunma Sıcaklığı: Mg(OH) ₂ yaklaşık 350 ⁰ C Al(OH) ₃ yaklaşık 200 ⁰ C	
Polimerde Uygulama: Mg(OH) ₂ PE, EVA, PP, naylon Al(OH) ₃ PE, EVA	
Alev Geciktirme:	Mg(OH) ₂ > Al(OH) ₃
Duman Bastırma:	Mg(OH) ₂ > Al(OH) ₃
Asit Süpürme:	Mg(OH) ₂ > Al(OH) ₃



İri yassı heksagonal kristalli paralel dizilmiş aglomera ürün rafinasyon ile saflaştırılır. Mg(OH)₂'in alev geciktirme uygulamalarında kullanım alanları Çizelge 7'deki gibidir. Şekil 1 ise kullanım yerlerine örnekler göstermektedir.

Türkiye'de doğal %99.5 saflıktaki Mg(OH)₂ Mas Madencilik, Üretim ve Pazarlama Ltd. tarafından 0-12 mm, kuru 1 tonluk büyük torbalarda granüler ve %99, -40 µ ve %96 - 20 µ, 25 kg'lık torbalarda öğütülmüş halde pazarlanmaktadır.

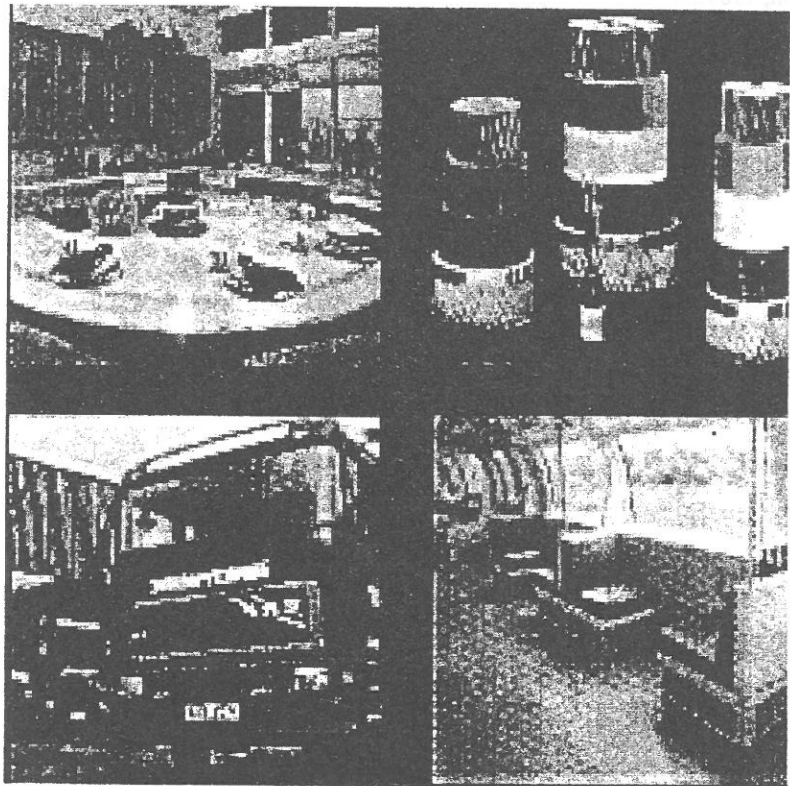
VI. SONUÇ VE GELECEKTEKİ EĞİLİMLER

Minerale dayalı alev geciktiricilerin geleceği iyi görülmektedir. Dünyada oldukça güncel olan alev geciktirici ve duman bastırıcı katkı maddelerinin endüstriyel kullanımı Türkiye'de de gün geçtikçe artacaktır. Alev geciktirici pazarı 1980'lerden beri sürekli büyümekte olup büyüme hızı %3'ler civarındadır. Gelecekte çevresel sınırlamalar ve yangın emniyetiyle ilgili kanunların sıkılaşacağı tahmin edilmektedir. Mg(OH)₂

kullanımının tüm endüstriden daha hızlı büyüyeceği tahmin edilmektedir. Bunun için halojen içermeyen çözümlerle ilgili araştırma ve geliştirmeye hız verilmesinde yarar vardır.

Çizelge 7. Mg(OH)₂ kullanım alanları

İnşaat Endüstrisi Uygulamaları	Kablo Uygulamaları
<ul style="list-style-type: none"> ■ HDPE'den ara bölme panelleri yapımı ■ PVC yerine EVA-polyesterli branda bezleri yapımı ■ EPDM esaslı çatı kaplamaları yapımı ■ PVC yerine PP esaslı profil yapımı 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Deniz araçları kablo devreleri ■ Modern binalardaki kablo yol muafazaları ■ Otomotiv endüstrisinde kaput altı kabloları ■ İletişim sistemlerinin kontrol kabloları



Şekil 1. Alev geciktiricilerin uygulama örnekleri

KAYNAKLAR

- [1]. "Yangınlarda Korunma Yönetmeliği", *Türkiye Yangından Korunma ve İtfaiye Eğitim Vakfı (Tüyak)*, İstanbul, Sayı 3. 1996.
- [2]. R.J. Mureinik, "Flame Retardants", *Industrial Minerals*, No: 364, pp: 45-49, Jan. 1998.
- [3]. R. Rother, "Mineral Requirements for Flame Retardants", *Industrial Minerals*, pp: 51-53, Dec. 1994.
- [4]. N. Keegan, "Alumina Trihydrate", *Industrial Minerals*, No: 368, pp: 35-43, May 1998.
- [5]. M. Kaya, "Magnezit ve Bazik Refrakterler Teknolojisi", Osmangazi Üniversitesi Tekam Yayını, Eskişehir, 1995.
- [6]. P.R. Hornsby and C.L. Watson, *Proceedings Flame Retardants*, 87, (PRI/BFI), London, 1987.
- [7]. K. Pearson, "Eco-minerals", *Industrial Minerals*, pp. 25-35, July 1998.