



# ETİMADEN

İŞLETMELERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

## POLİMERLERDE BOR ÜRÜNLERİNİN KULLANIMI

Nisan 2021

# BİZ KİMİZ?

**Kuruluş Tarihi: 1935**

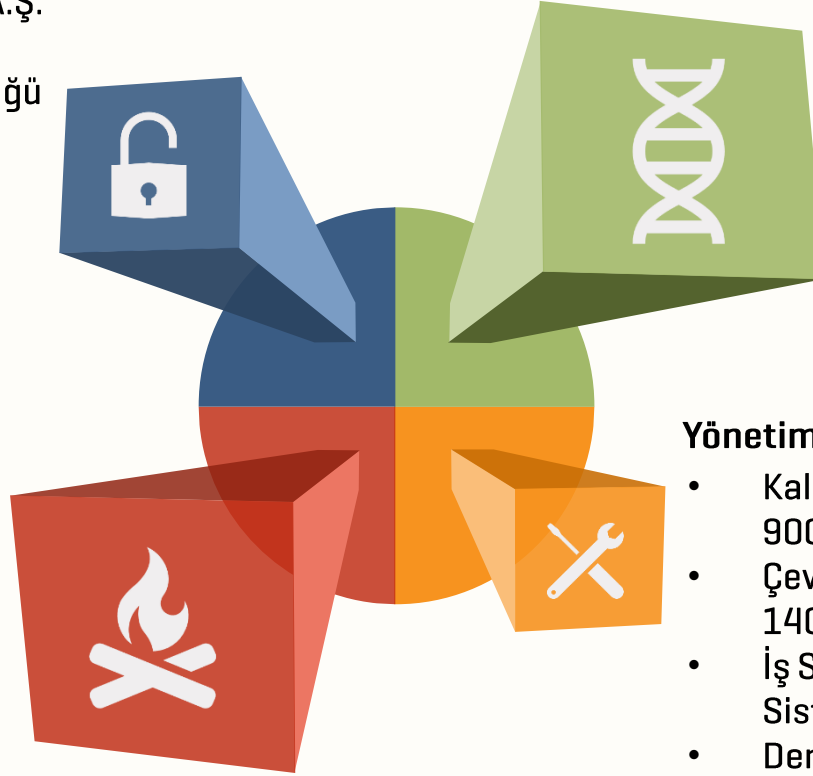
- 1935 -1998 ETİBANK
- 1998 -2004 ETİ Holding A.Ş.
- 2004 -..... Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü

## Faaliyet Alanı

Taş kömürü, kömür ve hidrokarbon kaynaklar hariç olmak üzere ülkenin her türlü maden ve endüstriyel hammadde kaynaklarını en iyi şekilde değerlendirerek ve yurt dışında da benzer faaliyetlerde bulunarak ülke ekonomisine azami katkıyı sağlamak, çalışmalarını verimlilik ve kârlılık ilkelerine göre yürütmektir.

## Başlıca Faaliyet Alanı

Bor ürünleri üretimi ve satışı



## Yasal Statü

Kamu kuruluşu

## Yönetim Sistemleri

- Kalite Yönetim Sistemi TS-EN-ISO 9001
- Çevre Yönetim Sistemi TS-EN-ISO-14000
- İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi TS-İSG-45001
- Deney ve kalibrasyon laboratuvarlarının yeterliliği için genel şartlar TS-EN ISO/IEC 17025

# ÜLKEMİZDE ÜRETİLEN BOR CEVHERLERİ

## Ülkemizde Üretilen Bor Cevherleri:

Kolemanit, Tinkal ve Üleksit'tir.

Dünyada ticari olarak tüketilen borun %90'ı dört mineralden oluşmaktadır:

**Kolemanit**  $[Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O]$

**Tinkal**  $[Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O]$

**Üleksit**  $[NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O]$

**Kernit**  $[Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O]$

**Kolemanit ve tinkal en çok kullanılan bor mineralleridir.**

**Türkiye dünyanın en büyük kolemanit ve tinkal rezervlerine sahiptir.**

**Bor mineralleri, yapılarında farklı oranlarda bor oksit  $[B_2O_3]$  içeren doğal bileşiklerdir. Bor-oksijen bileşimlerinin genel adı 'BORAT' tır.**

## Gübre, Böcek öldürücü

Hücredeki şeker geçişini, hücre bölünmesi ve gelişimi, fotosentez metabolizmasını düzenler.

## Temizlik maddeleri

Sabun ve deterjanlara mikrop öldürücü ve su yumuşatıcı etkisi

CAM %47

%16 TARIM

SERAMİK %15

%2 DETERJAN

DiĞER %21

Cam yünü [%14], Borosilikat cam [%19], Fiberglass [%10], TFT-LCD [%4]

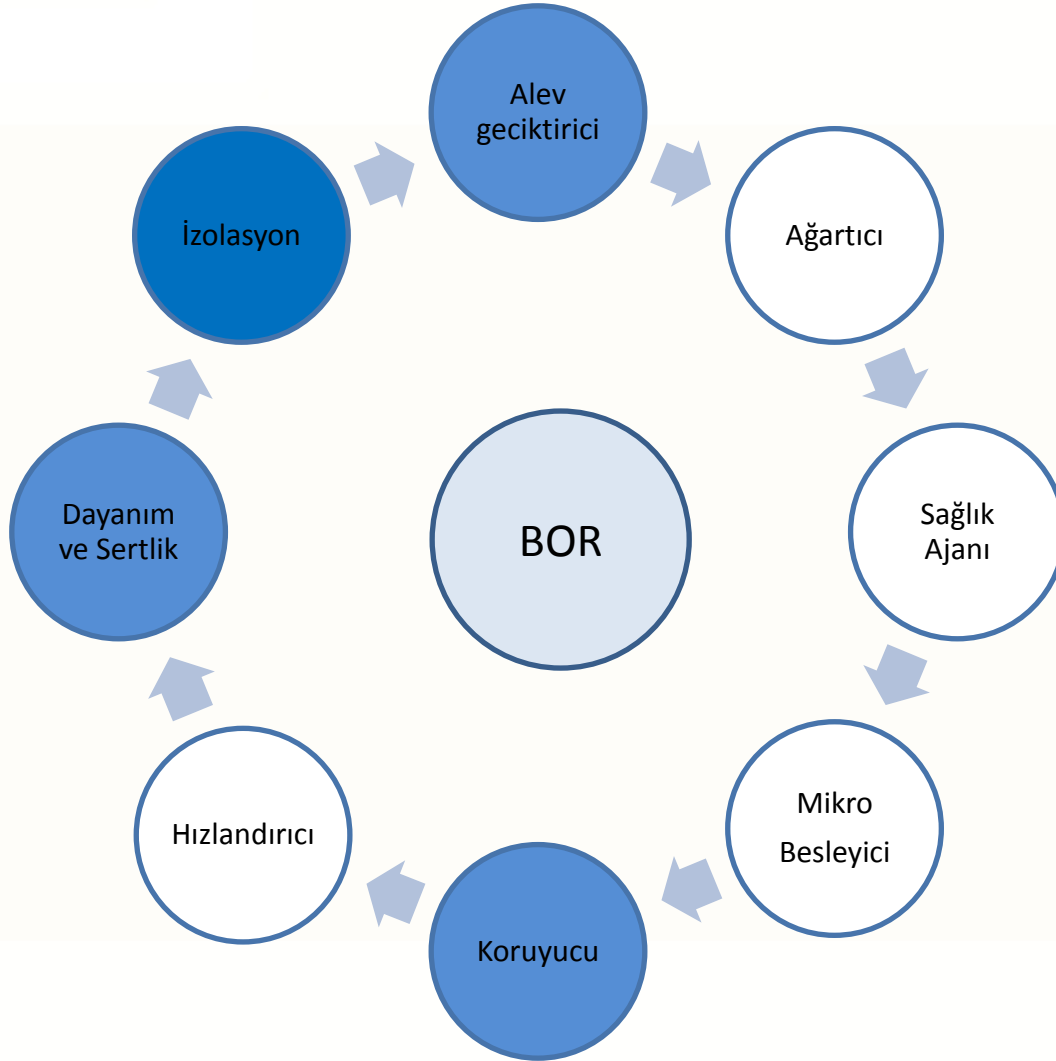
Ergimiş camın akışkanlığını artırmakta, ürünün yüzey sertliğini ve dayanıklılığını yükseltmektedir.

Seramik Karo, Emaye, Sofra ve süs eşyası, Sağlık gereçleri

Seramik sanayinde çoğunlukla sır ve firitlerde kullanılmaktadır. Bor eklenmesi mekanik gücü ve çizilme direncini artırır.

Nükleer sanayii, İlaç sanayii, Çimento, Kağıt Endüstrisi

Nötron absorblayıcı, Kanser tedavisi, göz damlaları, Basınç dayanımını artırma, Kağıdın beyazlaştırılması ve parlaklaştırılması



# POLİMERLERDE BOR ÜRÜNLERİ

Halojen içeren alev geciktiricilerin birçoğunun; yangın esnasında ve üretim, kullanım, geri dönüşüm gibi süreçlerde oluşan yüksek sıcaklıkta önemli derecede **toksik ve aşındırıcı etkiye sahip gazlar çıkarması ve yüksek miktarda duman üretmesi** nedeniyle polimerlerde kullanılması Avrupa Birliği yönetmelikleri olan REACH ve RoHS kapsamında engellenmiştir. Ayrıca EPA (ABD Dünya Çevre Koruma Kurumu) tarafından da halojenli alev geciktiricilerin ve antimon oksitin kullanımı yasaklanmıştır.

Birçok ülkede kullanımına kısıtlama getirilen bu halojenli alev geciktirici ürünlerin ve antimon oksitin yerini **daha güvenli, daha az duman yayan, çevre dostu, yeşil alev geciktirici borlu ürünler** almıştır.

Polimerlerde kullanılan bor içeren alev geciktiriciler **çinko borat, kalsiyum borat ve diğer rafine boratlardır**.

En fazla talep gören bor ürünü ise **çinko borattır**.

# ÇİNKO BORAT



Eti-ZnBor [Çinko Borat] [ $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3,5H_2O$ ]; endüstride yaygın olarak kullanılan beyaz katı, kokusuz, nem çekmez, viskoz ve granül/toz yapıda bulunan bir borattır.

Yüksek dehidrasyon sıcaklığına [ $290-300^\circ C$ ] sahiptir.

Suda çözünürlüğü **çok düşüktür.**

Çinko Borat, **yanma esnasında zehirli duman açığa çıkarmaması** sebebiyle insan sağlığı ve çevre açısından olumsuz etkilere sahip değildir.

# POLİMERLERDE ÇİNKO BORAT-1

Sağlığa zararlı olmadığı için diğer reçinelere ilave edilmesi sırasında özel yöntemlere gerek yoktur. Bu özellik çinko boratı diğer alev geciktiricilerin önüne geçirmektedir.

Kullanılan yüzeyde daha ileri yanmayı engelleyen yüzey tabakası oluşturarak oksijen ile teması kesmekte, önemli miktarlarda kül maddesi oluşturabilmekte, böylece yanmanın devam etmesini önleyebilmektedir.

Alev geciktirici, duman ve parlama bastırıcı, korozyon geciktirici ve anti-ark ajan olarak başta polimer olmak üzere belli başlı kablolar, boyalar, kumaşlar, elektrik/elektronik parçalar, halı kaplamalar, taşıt araçları iç aksamı ve kağıt endüstrisinde vb. kullanım alanı bulmuştur.



# POLİMERLERDE ÇİNKO BORAT-2

Çinko Borat; polietilen, polipropilen, polivinil klorür, naylon, epoksi, poliesterler, termoplastik elastomerler ve kauçuklar gibi polimer sistemlerinde kullanılmaktadır.

Yüksek dehidrasyon sıcaklığı (290-300°C) nedeniyle polimer endüstrisinde önemli bir ham madde olarak tercih edilir.

Çinko borat, günlük hayatın birçok alanında aktif olarak kullanılan plastik malzemelerin daha güçlü, dayanıklı ve kaliteli ürünlere dönüşmesini sağlar.

Çoğu polimer sistemininkine benzer bir kırılma indisine sahiptir. Hem boyama [renk verme] kuvveti zayıftır hem de antimon oksitin aksine reçine tabakalarında şeffaflık ve yarı şeffaflık özelliği muhafaza eder.

Elektriksel özellikleri geliştirir. Çinko Borat kullanımıyla elektrik kabloları yandıktan sonra bile elektrik yalıtımını sağlamakta, kısa devre ve kıvılcımlar önlenmektedir.

# POLİMERLERDE ÇİNKO BORAT-3

Metaller ve plastikler arasındaki yapışma özelliğini artırır.

İzolasyon malzemesi olarak da kullanılan Çinko Borat; PVC kaplamaları, MDF, EVA ürünlerini daha dayanıklı hale getirmektedir.

Çinko borat ya tek başına ya da daha yaygın olarak diğer inorganik yangın geciktiriciler ile birlikte sinerjik reaksiyonda polimerler için kullanılmaktadır.

Çinko borat, halojen içeren sistemlerde bir sinerjist olarak antimon oksitini [ $Sb_2O_3$ ] bir kısmının veya tamamının yerine kullanılabilir. En iyi sonuçlar, alüminyum trihidroksit [ATH] ve çinko boratın sinerjik etkisinden alınmaktadır.

Halojen içermeyen sistemlerde ise çinko borat, ya tek başına ya da alüminyum trihidroksit [ATH], magnezyum hidroksit [MDH], kırmızı fosfor ya da amonyum polifosfat ile birlikte kullanılmaktadır.

# Polietilen ve Polipropilen (Poliolefinler) Çinko Borat-1

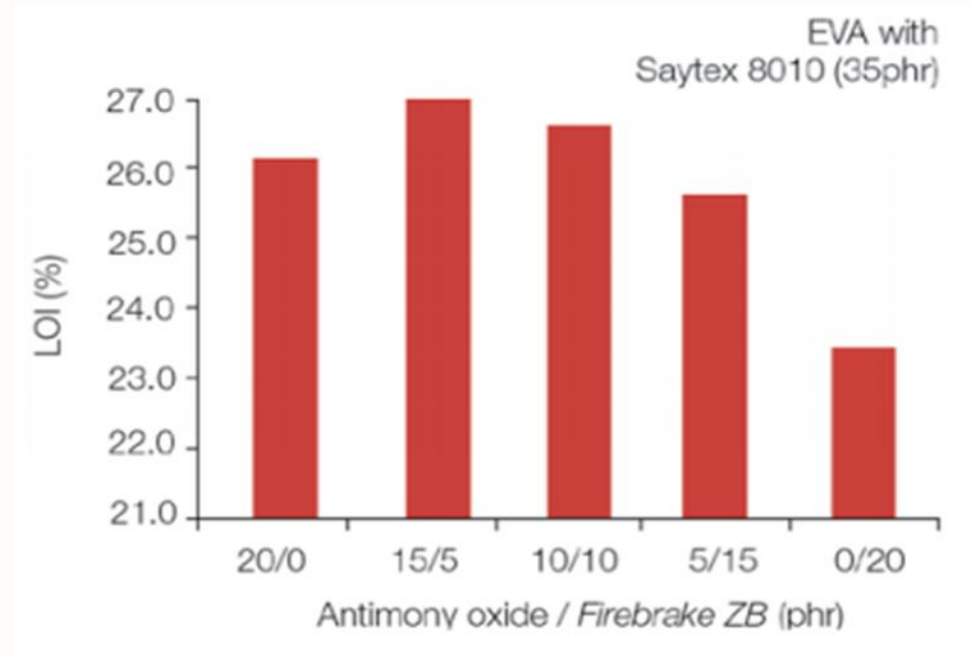
- Çinko borat; halojen içeren ve halojen içermeyen poliolefinlerde **alev geciktirici, duman bastırıcı ve parlama önleyici** olarak kullanılmaktadır.
- Uygulamaları; tel ve kablo ürünleri, elektrikli parçalar, cihaz bileşenleri, duvar kaplamaları, köpük izolasyonu, çatı kaplama zarı, vb.



**Halojen içeren  
poliolefin  
sistemlerinde  
kullanımı:**

- Sınırlayıcı oksijen endeksi [LOI - bkz. Şekil 1], UL 94 veya tel ve kablo dikey yanma testleri gibi yangın testi performansında **antimon oksit ile sinerji**
- Maliyet tasarrufu sağlamak için **antimon oksitin %25-50'sinin kısmen değiştirilmesi**
- Duman bastırıcı
- Kömür oluşumunun teşviki
- Borat kısmı sayesinde parlama önleyici
- Yanma çıkış gazlarında **HCl ve HBr'nin azaltılması**
- Yaşlanmış uzama özelliklerinin iyileştirilmesi.

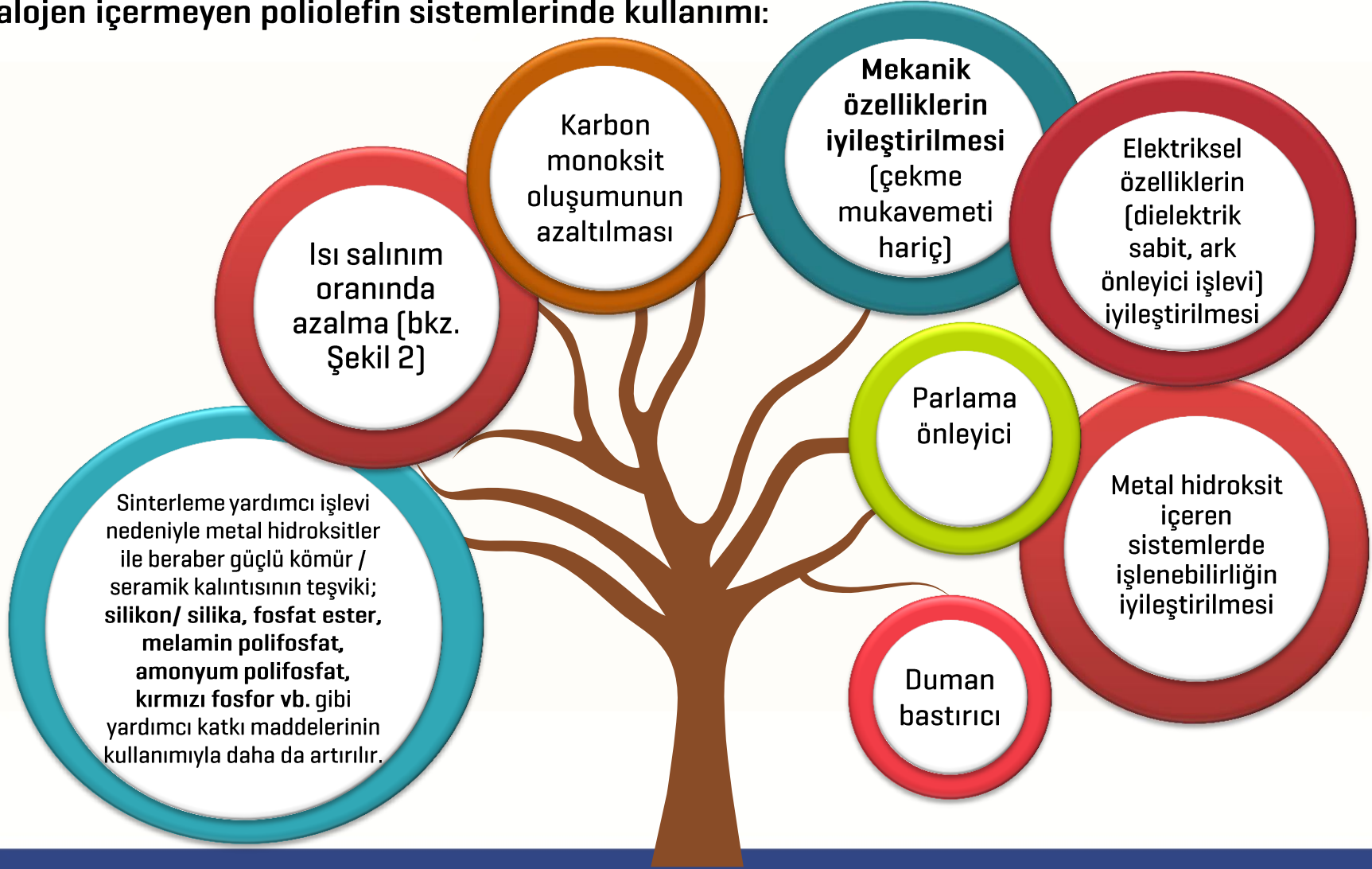
## Polietilen ve Polipropilen [Poliolenfinler] Çinko Borat-2



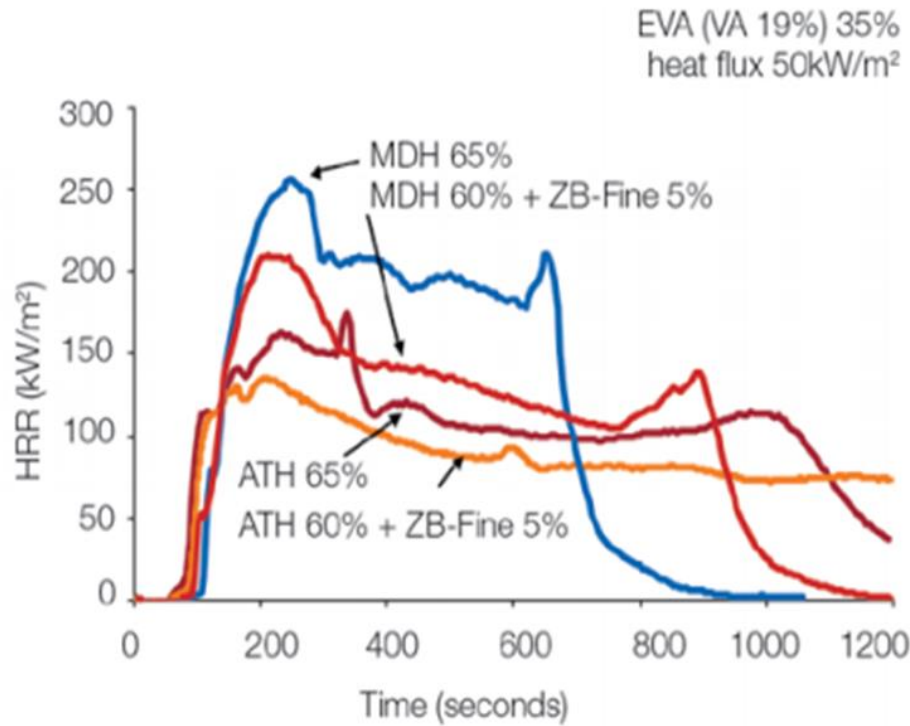
**Şekil 1.** Çinko borat ve antimon oksit sinerjisi ile çapraz bağlı EVA'nın LOI değerindeki iyileşme [Firebrake ZB: Çinko borat]

# Polietilen ve Polipropil (Poliolefinler) Çinko Borat-3

Halojen içermeyen poliolefin sistemlerinde kullanımı:



# Polietilen ve Polipropilende (Poliolefinler) Çinko Borat-4



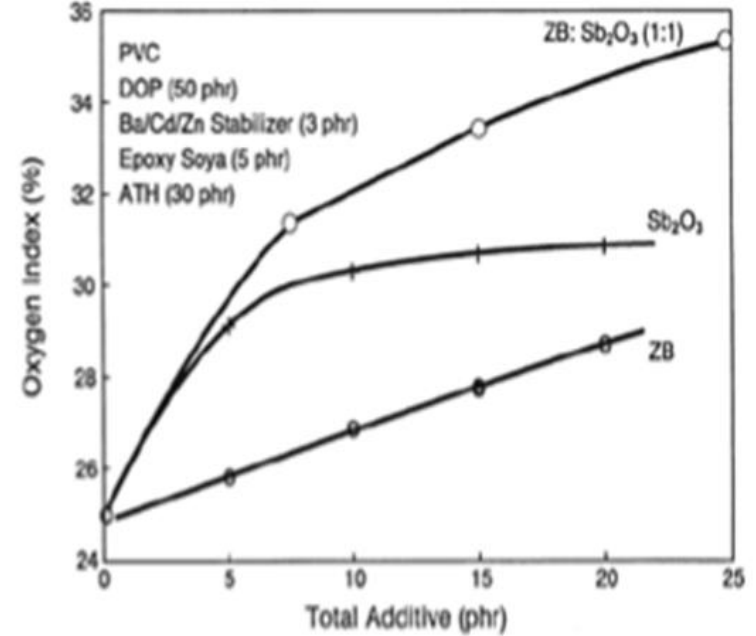
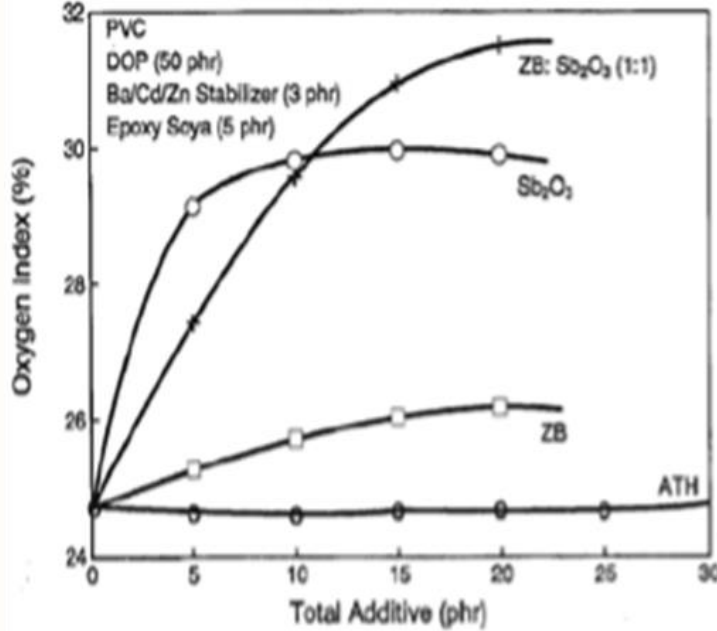
**Şekil 2.** Bir EVA formülasyonunda MDH veya ATH'a çinko borat ilavesi ile ısı salınım oranındaki iyileşme

# Polivinil Klorür (PVC) Çinko Borat-1

- Çinko borat, esnek PVC’de **antimon oksit veya diğer yüksek maliyetli alev geciktiricilerin kısmen veya tamamen yerine** kullanılmaktadır.
- Uygulamaları; duvar kaplamaları, tel ve kablo, çatı kaplama membranları, konveyör bantları, halı altlığı, oto döşeme, çadır malzemeleri vb.
- Esnek PVC’de çinko borat kullanmanın faydaları şunlardır:



## Polivinil Klorürde [PVC] Çinko Borat-2



**Şekil 3.** ATH mevcutken çinko borat ve antimon trioksit arasındaki sinerji [Bu sinerji 100 birim reçine başına 3 birim yüklemde gözlenmiştir.]



## Polivinil Klorürde (PVC) Çinko Borat-3

Çinko boratın önerilen işlem miktarı; yangın test performansı, plastikleştirici seviyesi veya dolgu içeriği gibi işlevselliğe veya formülasyon tercihlerine bağlıdır.

Mevcut formülasyonda antimon oksitin %30-60'ı çinko borat ile ikame edildiğinde aynı veya geliştirilmiş yangın test performansı elde ediliyorsa tamamen antimon oksit ikamesi mümkün olabilir.

Daha fazla duman azaltımı için çinko boratın antimon oksite yüksek oranı tercih edilir.

Daha iyi yanıcılık ve duman testi performansı için çinko borat, ATH [veya MDH] ve antimon oksit ile beraber kullanılmalıdır.

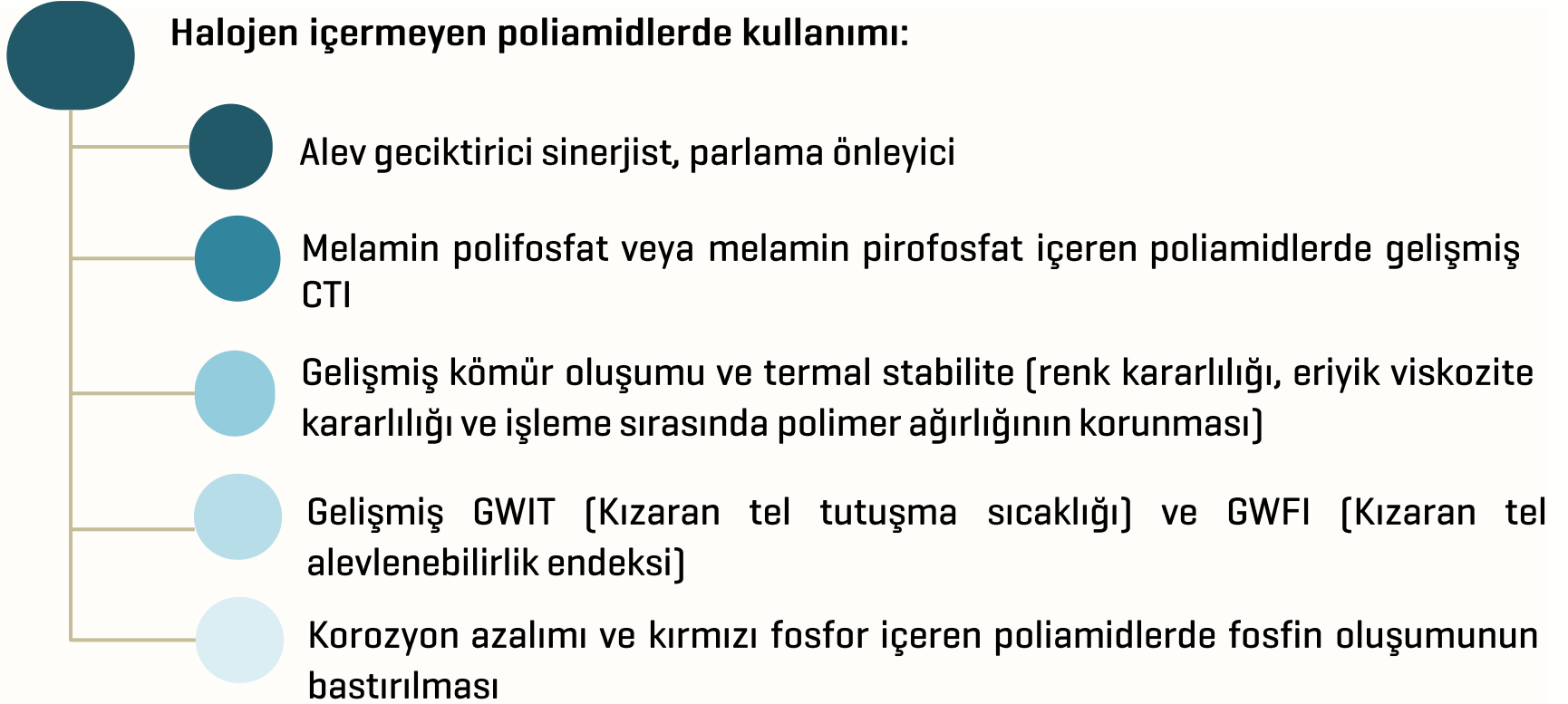
# Poliamidler (Naylonlar) Çinko Borat-1

Çinko borat; elektriksel konektörler, bobinler, devre kesiciler, transformatör bileşenleri ve kapsüllemeler gibi uygulamalarda poliamidler için çok işlevli yangın geciktiricidir.

## Halojen içeren poliamidlerde kullanımı:

- Alev geciktirici sinerjist
- Gelişmiş CTI [Karşılaştırmalı izleme endeksi] değeri
- Gelişmiş Termal Stabilite
- Gelişmiş korozyon direnci
- Duman Bastırıcı

# Poliamidler (Naylonlar) Çinko Borat-2



Çinko boratın önerilen işlem miktarı; **yangın test performansına, yangın geciktirici sistemin tipine ve diğer bileşenlerine (halojen içeren ve içermeyen), gerekli CTI/ GWIT/ GWFI'ya** bağlıdır. Halojen içeren poliamidlerde, iyi bir başlangıç noktası **antimon oksitin %40'ünün** çinko borat ile değiştirilmesidir.

# Epoksiler Çinko Borat

- Çinko borat; halojen içeren ve içermeyen epoksilerde **alev geciktirici, duman bastırıcı ve parlama önleyici** olarak kullanılan çok işlevli bir yangın geciktiricidir.
- Uygulamaları; şişen kaplamalar, yapıştırıcılar, döşeme, cam takviyeli laminatlar, çömllekçilik ve elektrikli bileşenlerin kapsüllenmesi vb.
- Halojen içeren epoksilerde çinko borat, formülasyondaki halojen kaynakları ve antimon oksit için bir sinerjist görevi görür. Aynı performansla formülasyondaki **antimon oksitin %40 -100'ünün** yerini alabilir.
- Halojen içermeyen epoksilerde çinko borat; **amonyum polifosfat, alüminyum trihidrat ve silika** ile birlikte kullanıldığında yangın testi performansında sinerji gösterir.

# Elastomerler Çinko Borat

Çinko borat; halojen içeren ve içermeyen elastomerlerde **alev geciktirici, duman bastırıcı ve parlama önleyici** olarak kullanılan çok işlevli bir yangın geciktiricidir.

Uygulamaları; tel ve kablolar, madencilik bantları, döşeme, çatı kaplama membranı ve köpüklü yalıtım ürünleri vb.

Halojen içeren elastomerlerde iyi bir başlangıç **antimon oksitin ağırlıkça %30-50'sinin** çinko borat ile ikamesidir.

Aynı veya daha iyi yangın performansı elde edilirse tüm antimon oksit ikamesi hedeflenebilir. Yangın testi performansındaki faydalı etkileşim **fosfat esterleri, ATH, MDH veya talk** varlığında artırılabilir.

EPDM, SBR ve EP gibi halojensiz elastomerlerde, **ATH veya MDH ile çinko borat kombinasyonu 10:1- 20:1 oranlarında** başlangıç noktası olarak tavsiye edilir.

# Polimerlerde Diğer Bor Ürünleri

Kolemanit ve üleksit mineralleri de genellikle polimer kompozit uygulamalarda **termal dayanım sağlamak ve mekanik özellikleri iyileştirmek için** katkı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Ayrıca **borik asit** takviyesinin **kompozitlerinin ısı iletim katsayısını düşürdüğü**, dolayısıyla özellikle yalıtımın ve enerji tasarrufunun önemli olduğu noktalarda kullanılabileceği ile ilgili çalışmalar mevcuttur.

Literatürde ağırlıkça **%5-25 oranında kolemanit katkı maddesi ilavesi ile** daha az miktarda polipropilen ham maddesi kullanarak **aynı mekanik özelliklere sahip kompozit üretilmesi, akışkanlığın artırılması, maliyetin azaltılması** ile ilgili çalışmalar mevcuttur.

- Alev geciktirici, duman ve parlama bastırıcı, korozyon geciktirici ve anti-ark ajan
- Çevreye ve sağlığa zararlı değil, yeşil alev geciktirici
- Yanma sırasında zehirli ve aşındırıcı gaz oluşumu yok
- Kömür oluşumunun teşviki
- Isı salınım oranında azalma
- Karbon monoksit oluşumunda azalma
- Hem halojen içeren hem de halojen içermeyen sistemlerde kullanım
- Yüksek işlem sıcaklıkları gerektiren sistemlerde kullanım
- Mekanik özelliklerde genel olarak iyileşme
- Elektriksel özelliklerde gelişme
- ATH, MDH vb. ile sinerji
- Halojenli alev geciktiricilere ve antimon oksite göre zehirli gaz oluşumu yok, duman oluşumu az
- Antimon oksite göre daha ucuz
- Düşük maliyet için antimon oksit ile kısmen veya tamamen ikame

# TEŞEKKÜRLER



+90 312 294 20 00



/eti.maden



/etimaden



<http://www.etimaden.gov.tr/en>