

Huntit mineralinin yangına dayanıklı boya üzerine katkısı

Günnur ULUSOY¹, Arzu YAVUZ², Berna GÜLERYÜZ², Mehmet ULUSOY² ve Ufuk KİBAR²

ÖZ

Çalışmalar MTA Genel Müdürlüğü tarafından keşfi yapılan huntit sahasından alınan örnekler üzerinde yürütülmüştür. Bu çalışmada huntit mineralinin zenginleştirme çalışmaları yapılmış, zenginleştirilen huntit numunelerinin karakteristik özellikleri (DTA/TG, SEM, XRD, XRF, pişme/ergime, tane boyutu analizi) belirlenmiştir. Huntitin alev geciktiricilik özellikleri incelenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmalarda; halojen içermeyen, çevre dostu ve alev geciktiriciliği bulunan huntit mineralinin yanmaya karşı gösterdiği olumlu özellikleri baz alınmıştır. Yangın tehlikesi bulunan alanlarda kullanılması mümkün olabilecek huntit katkılı boya üretim çalışmaları, Kurumumuz bünyesinde yapılmaya çalışılmıştır. Araştırmalarımızda kullanılan karton ve ahşap deney plakaları %10, 20, 30, 40 ve 50 huntit katkılı baz boyayla boyanmış, bu plakalarla yangına tepki deneyleri termal kamerayla simüle edilmiştir. Deneylerde baz boyanın yandığı, huntit katkılı numunelerde alevlenme olmadığı gözlenmiştir. Huntit katkısı, boya numunelerinde olumlu sonuçlar vermiş, boyanın niteliğini daha da artırabilmek adına intumesan kimyasal katkıları da sisteme alınmıştır. %20 huntit ve intumesan kimyasal katkısının boyanın özelliklerini iyileştirdiği yangın simülasyon deneylerinde gözlenmiştir. “MTA/HUNTİT BOYA” olarak isimlendirilen boyanın yangına tepki deneyleri TSE Yapı Malzemeleri, Yangın ve Akustik Laboratuvarında yapılmıştır. “MTA/HUNTİTBOYA” yangın sınıfı, “TS EN 13501-1 Yapı Mamulleri ve Yapı Elemanları, Yangın Sınıflandırması Bölüm1: Yangın Karşısındaki Davranış Deneylerinden Elde Edilen Veriler Kullanılarak Sınıflandırma” standardına göre Yangın Sınıfı; A2 s1 d0 olarak raporlanmıştır.

1. Giriş

1.1. Huntit Minerali ve Alev Geciktiriciler

Huntit, kimyasal kompozisyonu dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] ve manyezitin (MgCO_3) arasında yeralan doğal olarak oluşmuş trigonal karbonat mineralidir. Kimyasal formülü $\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_4$, molekül ağırlığı 353,03 g/mol'dür. Oluşum ortamına bağlı

olarak huntitin yapısında az miktarda Si, Fe, Sr, Ba, Ti, B, Al ve Mn elementlerine rastlanmaktadır.

Huntit minerali ilk olarak 1943 yılında Currant Creek tarafından, Nevada'dan alınan dolomit ve manyezit örneklerine uygulanan alev testleri sırasında fark edilmiştir. Mineraloji ve petrografi çalışmalarında bu materyalin manyezit ve dolomitin katı çözeltisi olabileceği düşünülmüş; ancak daha sonra yapılan çalışmalar bu materyalin ayrı bir mineral olduğunu göstermiştir (Faust, 1953).

Huntit düşük sıcaklıkta, yüzey veya yüzeye yakın seviyelerde meydana gelir. Huntit ya magnezyumca zengin çözeltiden direkt çökerek ya da bu çözeltinin önceden var olan karbonatlarla etkileşmesiyle oluşmuştur. Manyezit içeren kayaların boşluklarında, travertenlerde, soğuk yeraltı suyundan çökelmiş olarak mağaralarda ve fay zonlarında bulunabilmektedir (Faust, 1953).

Alev geciktirici olarak huntit/hidromanyezit esaslı katkı bazlı alev geciktirici maddelerin kullanımı gitgide artmaktadır. Huntit/hidromanyezit karışımı ürünler yaklaşık 250 °C'de başlayan endotermik faaliyet, su buharı ve karbondioksit ayrışmasını ortaya çıkarmakta ve son ürünler olarak katı halde MgO ve CaO çıkmaktadır. Bu su buharı ve karbondioksit yangın esnasında alevin büyümesini engellemekte ve zehirli gazları absorblamaktadır. Özellikle yüksek saflık, uygun tane boyu ve sentetik ürünlerle karşılaştırıldığında daha uygun maliyeti sayesinde bu tür ürünlerin kullanımlarının gün geçtikçe artmasının temel nedenidir (Kangal, 2004).

Huntit minerali alev geciktirici katkı maddesi olarak kullanılmasının yanında doğada birçok karbonatlı mineralle beraber bulunmaktadır. Bu sayede alev geciktirici hammadde sektöründe kullanılan huntit, yalnızca Yunanistan'daki Kozani yatağında hidromanyezitle birlikte saf olarak üretilmekte ve sadece kurutma ve boyut küçültme işlemlerinden sonra satışa sunulmaktadır. Oysa ki huntit mineralinin oldukça küçük boyutlarda dağılım göstermesi ve beraber bulunduğu diğer karbonatlı mineraller içinde saçılım halinde bulunmasından dolayı fizikokimyasal işlemlerle saflaştırılması gerekmektedir. Başta alev geciktirici hammadde olarak endüstriyel ölçekte kullanılan Huntit minerali aynı zamanda birçok mineralin yerine kullanılabilir olması nedeniyle de önem arz etmektedir (Kangal, 2004).

¹Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ege (İzmir) Bölge Müdürlüğü, 35040, İzmir

²Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, MAT Dairesi Başkanlığı, Ankara

1.2. Huntitin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kırık yüzeyi vermeyen, beyaz ve limon beyazı renklerinde, Mohs sertlik derecesine göre sertliği 1-2 arasında olan huntit, yapısına bağlı olarak oldukça dağılgan bir mineraldir. 4 °C'deki özgül ağırlığı 2.696 g/cm³ olan huntit tırnakla kolayca çizilebilirken, suya bırakıldığında gözenekli bir hal almaktadır. Parlaklığı fluoresans özellik gösterip; saydamlığı toprağımsı (mat) ve çizgi rengi beyazdır. Huntit mineralinin formülü 3MgO.CaO.4CO₂ veya 3MgCO₃.CaCO₃ veya Mg₃Ca(CO₃)₄ olarak ifade edilmektedir. Bu bileşime göre huntit, dolomitte manezit arasında yer almaktadır. Oluşum ortamlarına bağlı olarak huntitin yapısında az miktarda Si, Fe, Sr, Ba, Ti, B, Al ve Mn elementlerine rastlanmaktadır.

Huntit minerali oluşum koşulları bakımından iki farklı şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu sistemlerden ilki CaO-MgO-SiO₂-CO₂ sistemi, diğeri ise CaO-MgO-CO₂-H₂O sistemidir (Kangal, 2004).

1.3. Huntitin Kullanım Alanları

Huntit ve hidromanezitin kendine has reolojik özelliklerinden dolayı bu mineraller dolgu macunu gibi polimer ürünlerinde reolojik düzenleyici olarak kullanılırlar (<https://www.lkabminerals.com/en/contact/turkey/>). Huntit ve hidromanezitin en büyük özelliği, 220 °C ve 400 °C arasında endotermik olarak bozunduğu için, ortama su ve karbondioksit salınmasıdır. Bu özellik huntit ve hidromaneziti lastik ve plastikler için uygun bir alev geciktirici yapmaktadır. Huntitin çok ince ve yassı kristal yapısı sayesinde polimer ve lastik yandığında oluşan yanmış ürünün duraylılığı ve dayanma gücü artmaktadır. Bu sayede eriyen polimer ve lastik ürünün, damlayarak alevi yayma ihtimali azalır. Kâğıt kaplama ve emülsiyon boya sanayiinde yüksek parlaklık ve beyazlığı sebebiyle kullanılır (Kangal, 2004).

1.4. Dünya'da ve Türkiye'de Huntit Üretimi ve Ticareti

Huntit rezervleri dünyada Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya, Fransa, Macaristan, Yunanistan ve Türkiye'de bulunmaktadır. Ancak işletme ekonomikliğine sahip yataklar sadece Yunanistan Kozani ve Türkiye'de vardır. Diğer yataklar, gerek yataklanma şekli gerekse rezervlerinin düşük olması nedeniyle işletilememektedir. Yunanistan'daki zenginleştirme tesisi Selanik'in kuzey batısında olan Gianitsa Kasabası'nda bulunmakta ve bu tesiste ham huntit kurutulmak, öğütülmek ve tamamı 8 mikron altına indirilmek suretiyle sınıflandırılmaktadır. Ülkemizde huntit cevherleşmesinin en yoğun olduğu

bölge Denizli-Isparta illerini kapsayan Göller Bölgesi'ndedir (Kangal, 2004). Bunlardan sadece Denizli Çameli'nde bulunan yataklar işletilmektedir (Kangal, 2004).

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, MTA Genel Müdürlüğü tarafından keşfi yapılan huntit sahasından alınan örneklerin yerbilimlerine olan katkısı araştırılmıştır. Bu çalışma yapılırken genel olarak TSE tarafından belirlenen bir standardın bulunmamasına karşın kullanım amaçlarına yönelik bulgular, yapılan test sonuçları ile ortaya konmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada, huntit mineralinin öncelikle zenginleştirme çalışmaları yapılmış, zenginleştirilen huntit numunelerinin karakteristik özellikleri (DTA/TG, SEM, XRD, XRF, pişme/ergime, tane boyutu analizi) belirlenmiştir.

Huntitin alev geciktiricilik özelliğinin varlığı sebebiyle, özellikle inşaat sektöründeki kullanımı amaç edinilerek ön planda tutulmuştur. Yapılan çalışmalarda; halojen içermeyen, çevre dostu ve alev geciktiriciliği bulunan huntit mineralinin yanmaya karşı gösterdiği olumlu özellikleri baz alınmıştır. Yapılan çalışmalarda baz boyaya %10, %20, %30, %40, %50 huntit katkısı yapılarak öncelikle karton ve ahşap deney plakaları ile deneyler yapılmıştır. Hazırlanan plakalarda yangına tepki deneyleri termal kamerayla TS 13501-1 standardına uygun olarak simüle edilmiştir.

“TS EN 13501-1 Yapı Mamulleri ve Yapı Elemanları, Yangın Sınıflandırması Bölüm1: Yangın Karşısındaki Davranış Deneylerinden Elde Edilen Veriler Kullanılarak Sınıflandırma” standardına göre “MTA / HUNTİT BOYA” ile boyanarak (10'ar adet 1.500x1.000 mm ve 1.500x500 mm çelik plaka) teste tabi tutulmuştur. TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı (Tuzla/İSTANBUL)'nda ise “MTA / HUNTİT BOYA” yangın sınıfı tescil edilmiştir.

3. Teknolojik Çalışmalar

Bu çalışma, MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt Dairesi'nin Burdur'da yürüttüğü huntit aramaları projesi kapsamında alınan huntit cevheriyle yapılmıştır (Parlak vd., 2019). Çalışmada huntit mineralleri MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi Başkanlığı'nın Cevher Zenginleştirme Birimi'nde cevher zenginleştirme işlemine tabi tutulmuştur.

Numunelerin zenginleştirilme çalışmaları MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi Cevher Zenginleştirme Birimi'nde, teknolojik çalışmaları ise MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi Endüstriyel Hammadde Malzeme Araştırmaları Birimi'nde (Ulusoy, 2018) tamamlanmıştır.

3.1. Kimyasal ve Mineralojik Analizler

3.1.1. XRD ve XRF Analizleri

Hem giriş hem de konsantreden alınan örneklerle yapılan mineralojik analiz neticesinde içeriklerinin huntit, manyezit ve dolomitten oluştuğu belirlenmiştir. Giriş numunenin (Huntit cevherinin) XRF sonuçları Çizelge 1'de, konsantresinin XRF sonuçları ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Huntitin yan kayaçları olan dolomit (3,5-4) ve manyezitin (3,4-4,5) sertliği, huntite (1-2) göre oldukça yüksektir. Numuneler kontrollü olarak

kırılmış, sınıflandırılmış ve huntit yüzdesi artırılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda -10µm tane boyutunda %94,46 tenörle huntit konsantresi kazanılmıştır (Güleryüz, 2017).

3.1.2. Ergime Analizleri

Numunelerin ergime sıcaklık analizleri ASTM D1857 standardına göre tespit edilmiştir (Çizelge 3). 1.649 °C, cihazın maksimum ölçüm sıcaklığı olup, bu sıcaklığa kadar numunelerde değişim gözlenmemiştir. Dolayısıyla ilk deformasyon, yumuşama, ergime ve akma dereceleri aynıdır. Sadece küçülme gözlenmiş ve bunun haricinde herhangi bir deformasyon gözlenmediği tespit edilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi deformasyon şekli ile ilgili olarak konlarda sadece küçülme gözlenmiştir.

Çizelge -1 Giriş numunenin kimyasal analizi.

A.Z.	Al ₂ O ₃	CO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	SiO ₂
48,30	0,08	47,60	14,80	0,17	31,50	2,55

Çizelge 2- Konsantrenin kimyasal analizi.

A.Z.	Al ₂ O ₃	CO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	SiO ₂
48,35	0,40	47,65	11,10	0,03	37,00	2,80

Çizelge 3- Huntit cevher ve konsantresinin ergime analizleri (Parlak vd., 2019).

Deformasyon şekli	°C	Açıklama
İlk Deformasyon Derecesi	1.649	Huntit cevher
Yumuşama Derecesi		
Ergime Derecesi		Huntit Konsantre (-10 mikron)
Akma Derecesi		



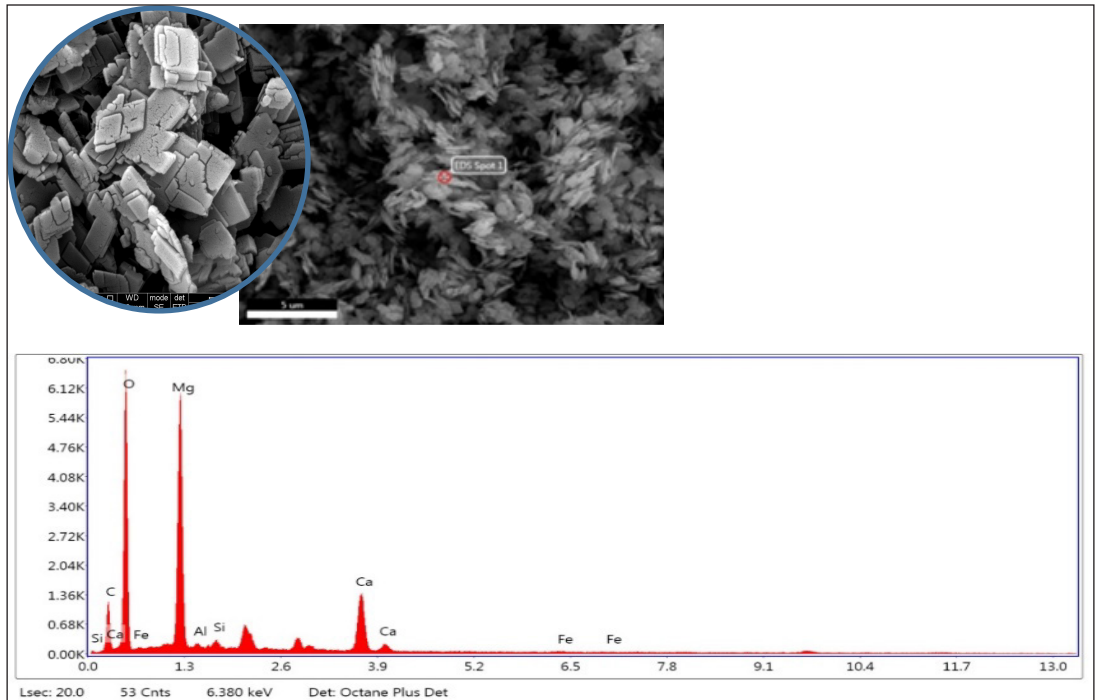
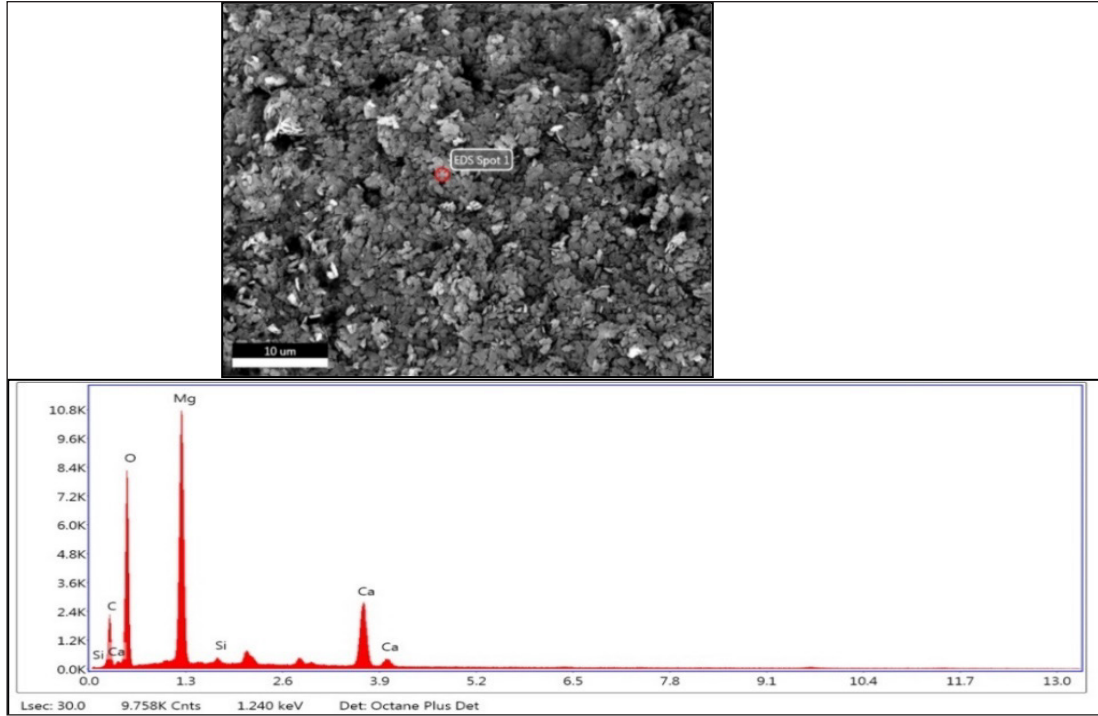
Şekil 1- MTA cevher huntit - MTA huntit konsantre ergime analizi.

3.1.3. SEM / EDS Analizleri

FEI INSPECT F50 model taramalı elektron mikroskopuyla SEM/EDS analizleri yapılmıştır. SEM/EDS analizleri Şekil 2 ve 3'te verilmiş olup, EDS analizinde Mg ve Ca değerlerinin XRF analizleri ile de örtüştüğü gözlenmiştir.

3.2. Fiziksel Deneyle

Huntit konsantre numunesinin tanımlanması için spektrofotometrik beyazlık ve renk parametreleri ölçümü, lazerli tane boyu dağılımı, DTA/TG analizleri yapılmıştır.



3.2.1 Spektrofotometrik Beyazlık ve Renk Parametreleri Ölçümü

Huntit konsantre numunesinin spektrofotometrik beyazlık ve renk parametreleri ölçülmüştür (Çizelge 4). Huntit mineraline ait literatürde standart bulunamadığından değerlendirme yapılamamış olup, bilgi amaçlı verilmiştir. (Ulusoy, 2018).

3.2.2. Lazerli Tane Boyu Dağılımı Deneyleri

Huntit cevherinden üretilen konsantrinin tane boyu dağılımı, “Malvern 2000 Cihazı” ile belirlenmiştir. Konsantre ürünün elde edilme aşaması olan zenginleştirme işleminde, malzeme eleme yöntemiyle 10µm açıklığındaki elekten geçirilmiştir.

Eleğin altına geçen malzemenin (konsantre) tane boyu analiz sonuçları Çizelge 5’te verilmiştir.

3.2.3. DTA / TG Analizleri

Mineralojik özellikleri tanımlanan numunenin termal analizi yapılarak, ısıtma durumunda gösterdiği davranışlar tespit edilmiştir. Numuneye ait “Diferansiyel Termik Analiz (DTA)” ve “Termogravimetrik Analiz (TGA)” eğrileri Şekil 4’te verilmiştir (Ulusoy, 2018).

DTA/TG eğrileri incelendiğinde genel olarak 100 °C de, dehidrasyon gerçekleşirken numunede 569 °C -692 °C’de endotermik, 592°C ve 703°C’de egzotermik reaksiyon göstermektedir (Şekil 4).

Çizelge 4- Huntit konsantrisinin spektrofotometrik beyazlık ve renk parametreleri.

L*	a*	b*	R _y	R ₄₅₇	E ₃₁₃	E ₃₁₃ SARILIK
94,20	-0,17	2,40	85,74	82,80	74,75	4,49

L* : açıklık (lightness) koordinatı (L*=0 siyahı gösterir ve L*=100 beyazdır)

a* : kırmızı/yeşil koordinatıdır, +a* kırmızıyı, - a* ise yeşili belirtir

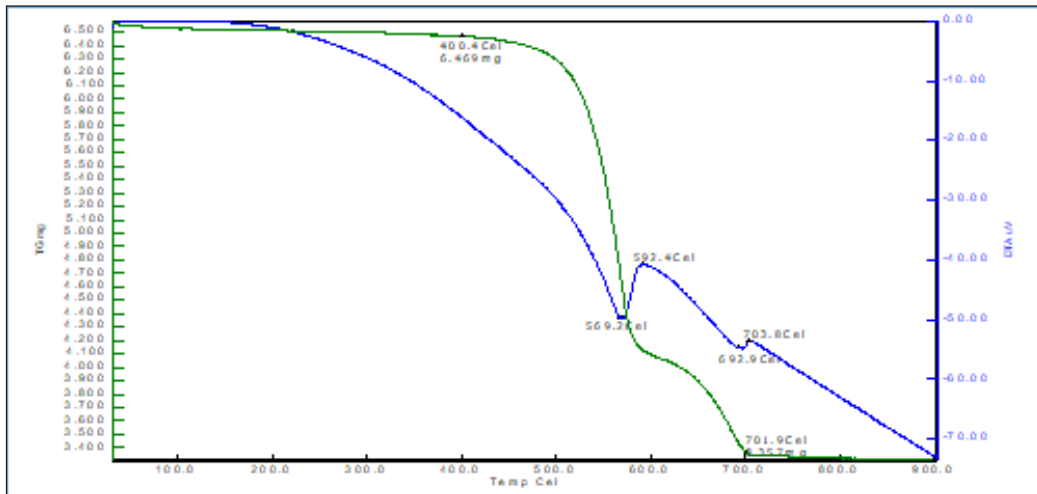
b* : sarı/mavi koordinatıdır ve +b* sarıyı, -b* ise maviyi belirtir.

R_y : yansıtma değeri

R₄₅₇ : 457 nm dalga boyundaki parlaklık

Çizelge 5- Huntit konsantrilerinin tane boyu analizleri (Parlak vd., 2019).

d ₁₀ µm	d ₅₀ µm	d ₉₀ µm
2,007	4,136	8,890



Şekil 4- Huntit konsantrisini DTA/ TG analizleri.

4. Yangına Tepki Deneyleri

4.1. Baz Boyaya Huntit Katkısı

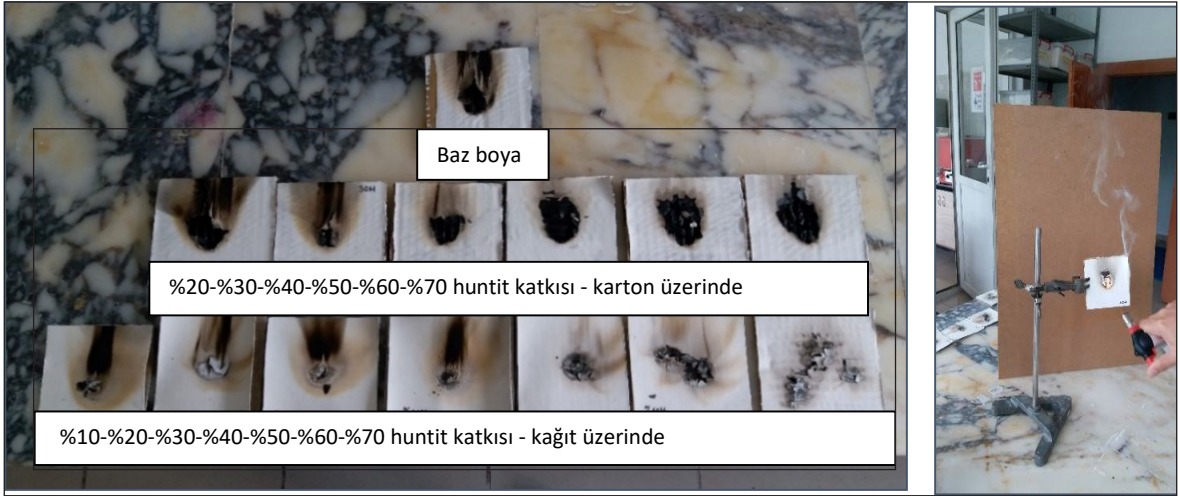
ISONEM firmasından temin edilen baz boyaya ağırlıkça %10, %20, %30, %40, %50, %60 oranlarında huntit konsantresi katılmış, yangına tepki deneyleri yapılmış ve hazırlanan numunelerin karton plakalar üzerindeki performansları gözlenmiştir (Şekil 5).

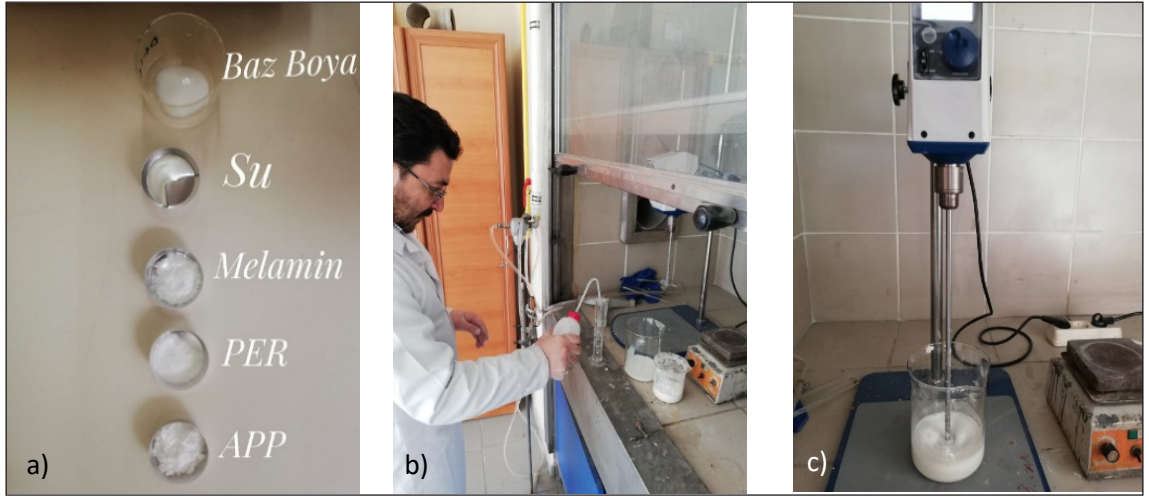
Yangına tepki performansı için yapılan yanma simülasyon deneylerinde baz boyanın yandığı, alev aldığı, sönmeyeceği gözlenmiştir. Huntit katkılı

numunelerin ise alev almadığı, yanmanın devam etmediği gözlenmiştir (Şekil 6).

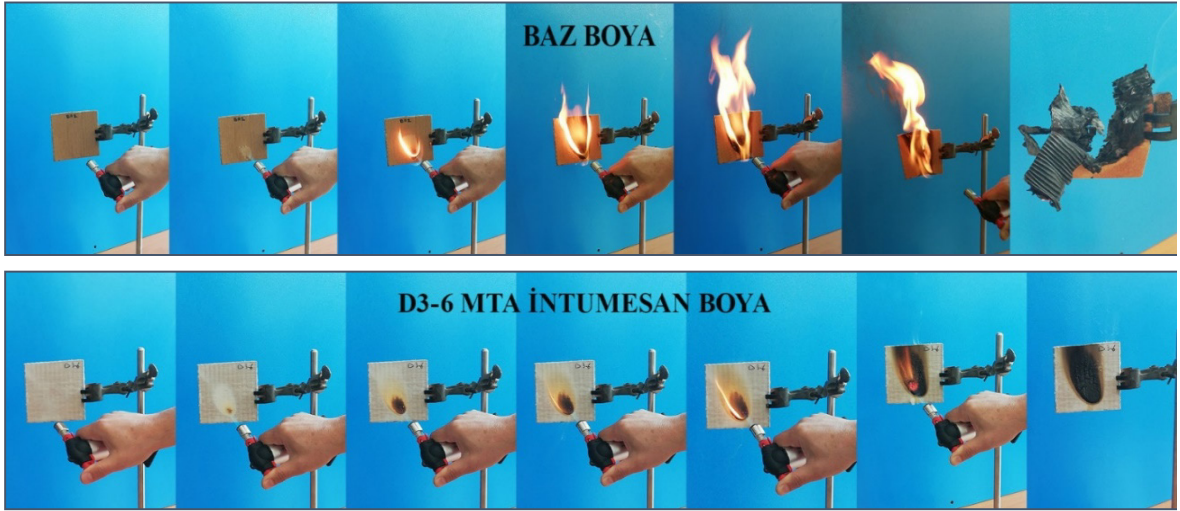
4.2. Baz Boyaya İntumesan Kimyasal ve Huntit Katkısı

Baz boyaya intumesan kimyasal ve huntit katkısı çalışmaları iki aşamada yapılmıştır. Çalışmanın birinci aşaması baz boyaya, APP (amonyum polifosfat), PER (pentaeritritol), melamin (kabartıcı) kullanılarak hazırlanmış ve bu aşamada yangın simülasyon deneyleri yapılmıştır (Şekil 7, 8).





Şekil 7- a) İntumesan boya sentezleme çalışmasında kullanılan kimyasallar ve hazırlama (b ve c).



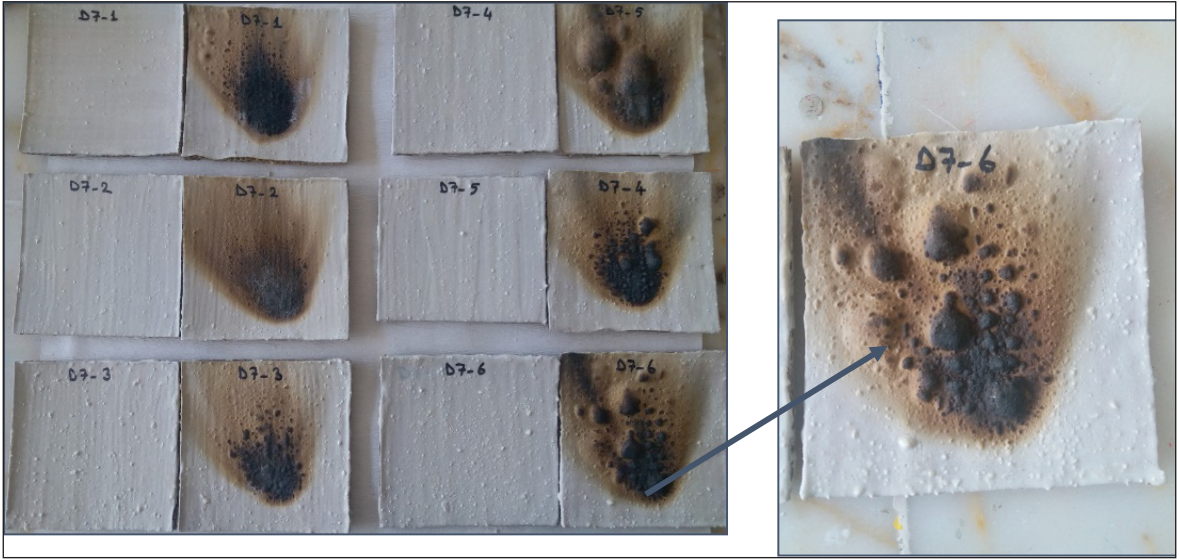
Şekil 8- Yangın simülasyonu ve sonrası intumesan-huntit katkılı boya.

Deneyler sırasında melamin oranı %5 olarak sabit tutulmuş olup, APP/PER oranları 2/1, 3/1, 4/1 olarak baz boyada kullanılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise baz boya, APP (amonyum polifosfat), PER (pentaeritritol), melamin (kabartıcı) ile huntit katkısı kullanılarak bir seri deney numunesi hazırlanmıştır. APP/PER ve melamin yüzdesi artırılıp %45 baz boya ile karışımlar hazırlanmıştır. FLIR T Serisi termal kamera kullanılarak yapılan yangın testleri TS EN 13501 standardına uygun olarak (50 mm mesafe, 20 mm alev boyutu ve 30 sn süre) simüle edilmiştir.

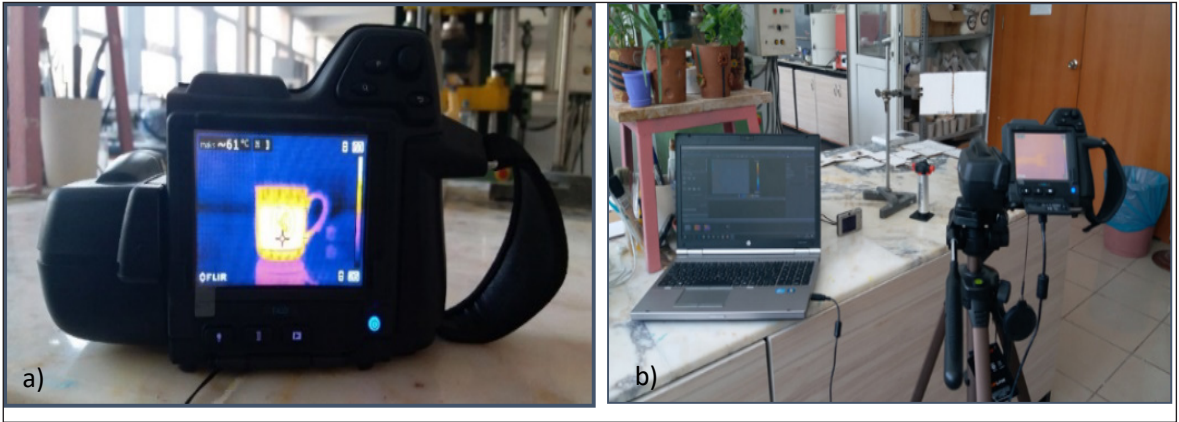
Yapılan yangın simülasyon testlerinin olumlu sonuçlar verdiği gözlemlenmiş olup yanmanın en geç olduğu uygun karışım oranları, huntit %20, APP/PER %20 ve melamin %14 olarak seçilmiştir (Şekil 9).

5. Termal Kamera ile Yangın Simülasyonları

Yangın simülasyon deneylerinde kullanılan termal kamera, 1.200 °C'ye kadar ölçüm alabilen MSX (Multi-Spectral Dynamic Imaging) teknolojisi ile ölçüm yaparak tüm ayrıntıları gerçek zamanlı olarak termal görüntüye aktaran bir kameradır (Şekil 10). Deneylerin tamamı termal kamera ile kayıt altına alınırken, veriler eş zamanlı olarak bilgisayara aktarılmış ve depolanmıştır. Kamera en sıcak ve en soğuk bölgeyi bulurken aynı zamanda gerçek görüntü ve termal görüntüyü üst üste (MSX: Multi-Spectral Dynamic Imaging) veya yan yana olacak şekilde isteğe bağlı olarak raporlayabilmektedir. Dikkat edilmesi gereken nokta "emissivite değeridir". Bu değer parlak veya mat metaryallerde farklılık göstereceği için doğru seçilmelidir (Şekil 11).



Şekil 9- APP (amonyum polifosfat), PER (pentaeritritol), melamin (kabartıcı) ile huntit katkısı kullanılan numuneler.



Şekil 10- a) Deneyler esnasında kullanılan termal kamera ve b) görüntü alma düzeni.

Termal kamera ile yapılan yangın simülasyonuna çarpıcı örnekler olarak, Şekil 11’de baz boya ve intumesan katkılı boya numunelerinin test raporları verilmiştir. Baz boyanın stabilitesini korumadığı, alev kaynağı ısısına maruz kalmasıyla yanmaya başladığı gözlenmiştir. Huntit katkılı boya numunesinde ise huntit katkısının yanmayı geciktirdiği gözlenmiştir.

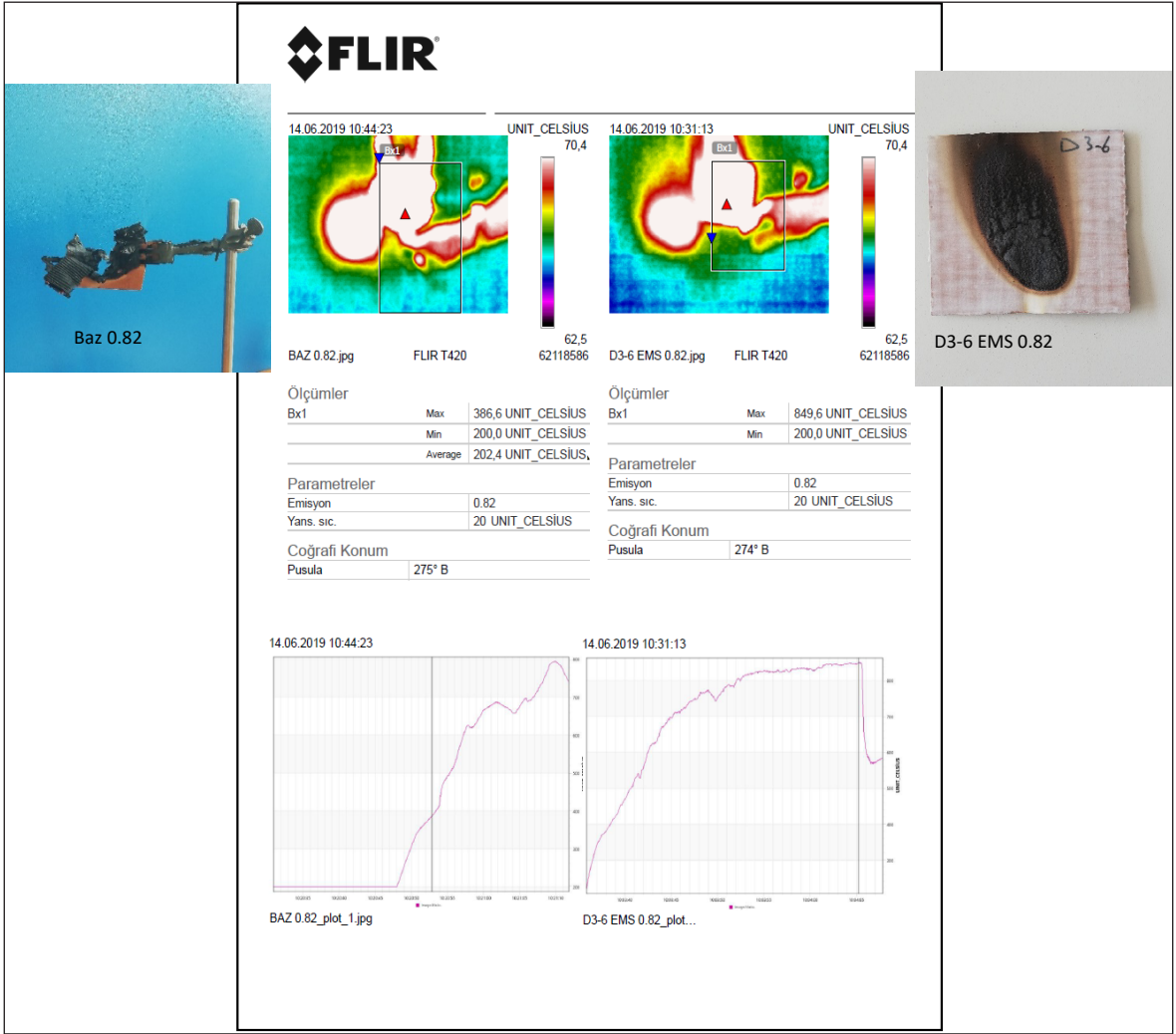
6. TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı-MTA/Huntit Boya Testleri

“MTA / HUNTİT BOYA” olarak isimlendirilen boyanın yangın sınıfının belirlenebilmesi için “TS EN 13501-1 Yapı Mamulleri ve Yapı Elemanları, Yangın Sınıflandırması Bölüm1: Yangın Karşısındaki Davranış Deneylerinden Elde Edilen Veriler Kullanılarak Sınıflandırma” standardının içerdiği testler uygulanmıştır (TS EN 13501-1 + A1).

6.1. TS EN 13823 Standardının MTA / HUNTİT BOYA İçin Uygulaması

Deney için 1.500x1.000 mm ve 1.500x500 mm boyutlarında, 2 mm kalınlığında çelik plakalar üzerine “huntit boya” uygulanmış olarak “TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı’na” getirilmiştir. Deneyin yapılma süreci gözlemlenmiştir. Şartlandırılmış olan plakaların montajı yapılarak deney için hazırlık yapılmıştır (Şekil 12). MTA/ HUNTİT BOYA, TS EN 13823 Tek Alev Başlıklı Test Single Burning Item Test – SBI Testi için deneye tabi tutulmuştur (Şekil 13).

MTA/HUNTİT BOYA için TS EN 13823 Tek Alev Başlıklı Test Single Burning Item Test – SBI Testi deney verileri ve deney sonuçları Çizelge 6 ve Şekil 14’te verilmiştir. Çizelge 6’da yanmanın ve duman oluşumunun olmadığı gözlenmiştir.



Şekil 11- Baz boya ve intumesan katkılı numunelerin termal kamera ile yapılan simülasyon test raporları.



Şekil 12- 1.500x1.000 mm ve 1.500x500 mm çelik plakaların SBI odası için montajı.

Çizelge 6- MTA/HUNTİT BOYA için TS EN 13823 Tek Alev Başlıklı Test Single Burning Item Test - SBI Testi deney verileri.

	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
FIGRA(W/s)	0,00	0,00	0,00	0,00
FIGRA _{0,2MJ} (W/s)	0,00	0,00	0,00	0,00
FIGRA _{0,4MJ} (W/s)	0,00	0,00	0,00	0,00
THR _{600s} (MJ)	0,43	0,39	0,84	0,55
LFS Kenara kadar yanal alev yayılması	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
SMOGRA(m ² /s ²)	0,00	0,00	0,00	0,00
TSP _{600s} (m ²)	1,71	0,00	0,00	0,57

FIGRA : Sınıflandırma amaçları açısından kullanılan yangın büyüme hızı indisi

LFS : Yanal Alev Yayılması (m)

SMOGRA : Duman Büyüme Oranı

THR600s : 600 s içinde açığa çıkan toplam ısı (MJ)

TSP600s : 600 s içinde toplam duman üretimi (m²)

6.2. TS EN ISO 11925-2 Standardının MTA/HUNTİT BOYA İçin Uygulaması

MTA/HUNTİT BOYA, TS EN ISO 11925-2 Standardına göre deneye tabi tutulmuştur (Şekil 15, Çizelge 7).

6.3. TS EN ISO 1716 Standardının MTA/HUNTİT BOYA İçin Uygulaması

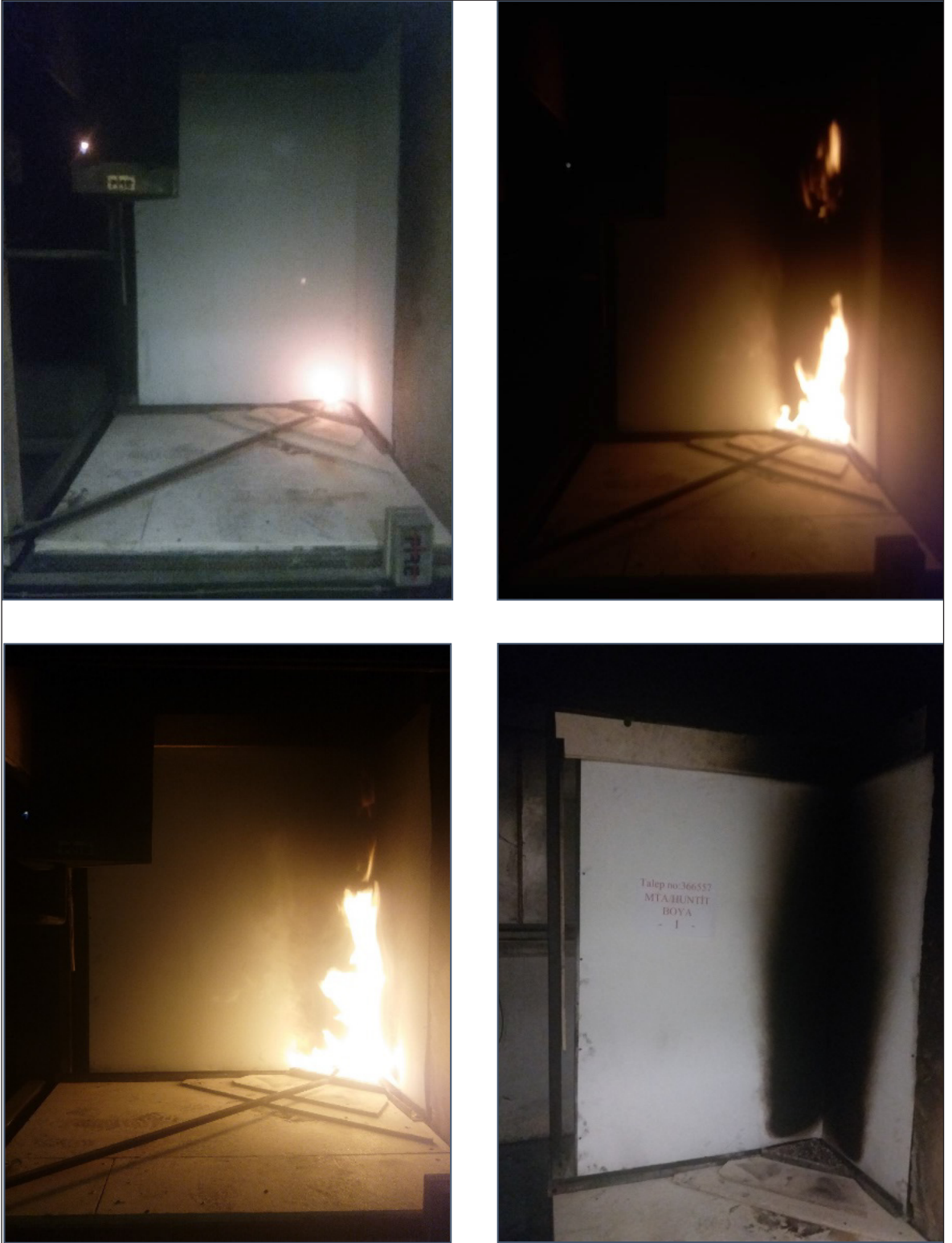
MTA/HUNTİT BOYA TS EN ISO 1716 Standardının Testi, standardın belirttiği kriterlerde deneylere tabi tutulmuştur (Çizelge 8).

Çizelge 7- MTA/HUNTİT BOYA'nın TS EN ISO 11925-2 Standardı uygulama sonuçları.


Alev uygulanma şekli ve süresi	Yüzeyden uygulama (30s)					
Üretim yönü	Ürünün performansı açısından üretim yönüne bağlı bir farklılık yoktur.					
Numune no	1	2	3	4	5	6
Tutuşma durumu	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
Alevin 150 mm eşiğine ulaşma durumu	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
Filtre kağıdında yanma	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
Diğer gözlemler	Alevli damla gözlenmemiştir					


Çizelge 8- TS EN ISO 1716 Standardının MTA/HUNTİT BOYA sonuçları.

BOYA				
Numune	1	2	3	Ortalama
Q _{pcs} (MJ/kg)	11,8922	11,8125	11,8104	11,838
Bileşen	Birim alana düşen ağırlık (kg/m ²)		Yanma ısısı (MJ/kg)	Yanma ısısı (MJ/kg)
Çelik plaka	16		0,000	0,000
Boya	0,3		0,218	3,552




Şekil 13- 1500x1000 mm ve 1500x500 mm çelik plakaların deneye tabi tutulması ve alev kaynağı ile karşılaşması.


 <p>TSE DENEY ve KALİBRASYON MERKEZİ BAŞKANLIĞI YAPI MALZ. YANGIN VE AKUSTİK LAB. HEADSHIP OF TSE TEST and CALIBRATION CENTER CONSTRUCTION MATERIALS FIRE and ACOUSTICS LAB.</p> <p>MUAYENE - DENEY SONUÇLARI TEST RESULTS</p> <p>Fotoğraflar TS EN 13823 + A1: 2015 Madde 5.3.3'e göre çekilen örnek fotoğraflar aşağıda mevcuttur.</p>	<p>AB-0001-T</p>
	<p>509641</p>
	<p>01-20</p>




Fotoğraf 1. Numune 1'e ait uzun kanat detayı



Fotoğraf 2. Numune 1'e ait köşe detayı



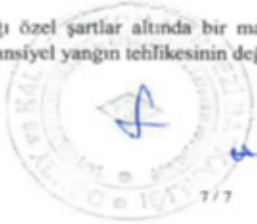
Fotoğraf 3. Numune 1'e ait deney sonrası uzun kanat detayı



Fotoğraf 4. Numune 1'e ait deney sonrası köşe detayı

Bu deney sonucu, deneyin uygulandığı özel şartlar altında bir mamulün deney numunesinin davranışıyla ilgilidir; gerçek kullanım şartlarındaki bir mamulün potansiyel yangın tehlikesinin değerlendirilmesi için tek başına yeterli bir ölçüt değildir.

Deney raporunun sonu.



7/7

LAB-03-19-16 / 22.07.2019 3

Şekil 14- MTA/HUNTİT BOYA için TS EN 13823 Tek Alev Başlıklı Test Single Burning Item Test – SBI Testi deney sonuçları görseli.




Şekil 15- 25x9 cm'lik çelik plakaların deneye hazırlanması ve deneyin yapılması.

7. Sonuçlar

Deneyel çalışmalar ve termal kamera kullanılarak yapılan yangın simülasyon testleri sonucunda %20 huntit, %20 APP/PER, %14 melamin oranı optimum şartlar olarak alınmıştır. Yapılan bu ön çalışmalar ile belirlenen MTA/HUNTİT BOYA, daha sonrasında asıl amaç olan yangın sınıfının belirlenebilmesi için TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Tuzla/İSTANBUL'a gönderilmiş ve testler tarafımızdan da gözlemlenmiştir.

“MTA/HUNTİT BOYA” olarak isimlendirilen boyanın yangın sınıfı, “TSEN 13501-1 Yapı Mamulleri ve Yapı Elemanları, Yangın Sınıflandırması Bölüm1: Yangın Karşısındaki Davranış Deneylelerinden Elde Edilen Veriler Kullanılarak Sınıflandırma” standardı ile TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı'nda belirlenmiştir.

MTA/HUNTİT BOYA'nın yangın sınıfı TSE Deney ve Kalibrasyon Merkezi Başkanlığı 18.11.2019/ 366557 Tarih ve Sayılı Muayene Deney Raporu ile **A2 s1 d0** olarak kaydedilmiştir (Şekil 16).

 <p>TSE DENEY ve KALIBRASYON MERKEZİ BAŞKANLIĞI YAPILMALI, YANGIN VE AKUSTİK LAB. HEADSHIP OF TSE TEST and CALIBRATION CENTER CONSTRUCTION MATERIALS FIRE and ACOUSTICS LAB.</p>	AB-0001-T
	509645
	01-20

MUAYENE - DENEY SONUÇLARI TEST RESULTS

4. Sınıflandırma ve Doğrudan Uygulama Alanı

4.1. Sınıflandırma Referansı
Bu sınıflandırma TS EN 13501-1 + A1: 2013 standardı madde 11.7.3, madde 11.9.2 ve madde 11.10.1'e göre yapılmıştır.

4.2. Sınıflandırma
"MTA/HUNTİT BOYA" kodlu "Çelik plaka üzerine uygulanan MTA/HUNTİT su bazlı boya" ürününün yangın karşısındaki davranışına bağlı olarak belirlenen sınıfı:

A2

"MTA/HUNTİT BOYA" kodlu "Çelik plaka üzerine uygulanan MTA/HUNTİT su bazlı boya" ürününün yangın karşısındaki davranışına bağlı olarak belirlenen sınıfı:

s1

"MTA/HUNTİT BOYA" kodlu "Çelik plaka üzerine uygulanan MTA/HUNTİT su bazlı boya" ürününün yangın karşısındaki davranışına bağlı olarak belirlenen sınıfı:

d0

Yangın Davranışı	Duman Oluşumu	Alevli Damlacıklar
A2	s1	d0

YANGINA TEPKİ SINIFI: A2-s1,d0


4.3. Uygulama Alanı
Bu sınıflandırma aynı formülasyonla, aynı tipte, aynı isimde üretilmiş ve Madde 2'de detayları belirtilen ürünler için aşağıdaki son uygulamalar dahilinde geçerlidir.

Boya Kalınlığı	≤ 0,2 mm
Boya Sarfiyat Miktarı	≤ 0,3 kg/m ²
Uygulama yüzeyi	1000 °C ve üzerinde erime noktasına sahip tüm metal yüzeyler üzerine yapılan uygulamalar

5. Sınırlamalar
TS EN 13501-1 + A1: 2013 standardı yayınlandığında, sınıflandırma raporunun geçerlilik süresi ile ilgili herhangi bir karar bulunmamaktadır.

Bu sınıflandırma raporu mamulün tip onayı ya da belgesi değildir ve böyle bir belge yerine kullanılamaz.

Sınıflandırma raporu sonu.



4 / 4

LAN-D-PR-36 22.07.2019 5

Şekil 16- TSE Deney ve Kalibrasyon Merkezi Başkanlığı 18.11.2019/ 366557 Tarih ve Sayılı Muayene Deney Raporu.

Değinen Belgeler

Faust, G. T. 1953. Huntite, $[Mg_3Ca(CO_3)_4]$, A New Mineral. American Mineralogist, 38, 4-23.

Gülyüz, B. 2017. Göller Yöresi Huntit Cevheri Zenginleştirme Raporu.

Kangal, M. O. 2004. Göller Bölgesi Huntit Cevherlerinin Zenginleştirilmesi ve Alev Geciktirici Hammadde Üretimine Yönelik Kullanılması, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Parlak, O., Akgöz, M., Üstün, H., Kapkaç, F. 2019. Burdur İli-Merkez İlçesi AR:201400143 ER:3314891 No'lu IV.Grup Ruhsat Sahasına Ait Huntit Madeni Buluculuk Talebine Esas Maden Jeolojisi ve

Kaynak Tahmin Raporu Cilt 1-2. MTA Genel Müd. Rapor no: 13787, Ankara.

TS EN 13501-1 + A1 "Yapı mamulleri ve yapı elemanları - Yangın sınıflandırması-Bölüm1:Yangın karşısındaki davranış deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma". (yayınlanmamış).

Ulusoy, G. 2018. Göller Yöresi Huntit Cevheri ve Konsantresinin Teknolojik Araştırma Raporu <https://www.lkabminerals.com/en/contact/turkey/>