

	<b>MÜHENDİSLİKTE YAKITLAR, YANGIN VE YANMA DERGİSİ</b> <i>FUELS, FIRE AND COMBUSTION IN ENGINEERING JOURNAL</i>		
	eISSN: 2564-6435		
	Dergi sayfası: <a href="http://dergipark.gov.tr/fce">http://dergipark.gov.tr/fce</a>		
	<u>Geliş/Received</u> 26.04.2022	<u>Doi:</u> <a href="https://doi.org/10.52702/fce.1109352">https://doi.org/10.52702/fce.1109352</a>	
	<u>Kabul/Accepted</u> 23.09.2022		

## Termik Santrallerde Yangın Güvenlik Önlemlerinin Analizi; Zonguldak Eren Enerji Örneği

Elif ÇATAKLI<sup>1</sup>, Ekrem BÜYÜKKAYA<sup>2</sup>

### ÖZ

Bu çalışmada, binalarda yangın güvenlik önlemleri endüstriyel yapılarla sınırlandırılmıştır. Tehlikeli madde depolanması ve çalışma şekli bağlamında termik santraller yüksek yangın riski olan yapılardır. Taşıma, depolama, hazırlama, yakma tesisleri, elektrik üretim tesisleri ve yardımcı işletmeler kapsamında yüksek yangın riskli bölümler incelenmiştir. Tesiste kullanılan tehlikeli gazları ve kimyasal maddelerin sınıflandırılması yapılmıştır. Zonguldak Eren Enerji Yangın Risk Değerlendirme Raporu ve tesisin patlamadan korunma dokümanı incelenerek termik santralin almış olduğu yangın güvenlik önlemleri kapsamında havada asılı kalan yanıcı maddelerin, kimyasal alanların ve tesiste kullanılan kömürün işlem sürecinde meydana gelen kömür tozunun patlama oluşturmasını engellemeye yönelik alınan önlemler paylaşılmıştır. İncelenen belgeler doğrultusunda tesisin almış olduğu yangın güvenlik önlemleri olası bir yangına ve patlamaya karşı yeterli olduğu kanısına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yangın risk analizi, yangın güvenliği, termik santrallerde yangın güvenlik önlemleri.

### Analysis Of Fire Safety Measures in Thermal Plants; Zonguldak Eren Energy Case

### ABSTRACT

In this study, fire safety measures in buildings are limited to industrial structures. Thermal power plants are structures with a high fire risk in the context of hazardous material storage and the way they work. High fire risk sections have been examined within the scope of transportation, storage, preparation, incineration facilities, power generation facilities and auxiliary enterprises. Classification of hazardous gases and chemicals used in the facility has been made. Zonguldak Eren fire risk assessment report and the explosion Protection document by examining the Energy of the facility in any given thermal power plant fire safety measures within the scope of combustible substances remaining suspended in the air, a chemical used in coal fields and coal dust explosion that occurred in facilities of measures taken to prevent the process from creating were shared. According to the documents examined, it has been concluded that the fire safety measures taken by the facility are sufficient against a possible fire and explosion.

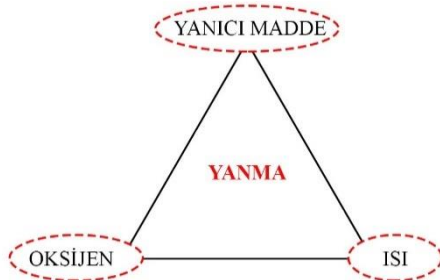
**Keywords:** Fire risk analysis, fire safety, fire safety measures in thermal power plant

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yangın ve Yangın Güvenliği Bölümü, Esentepe Kampüsü, Serdivan, Sakarya

<sup>2</sup> Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Esentepe Kampüsü, Serdivan, Sakarya

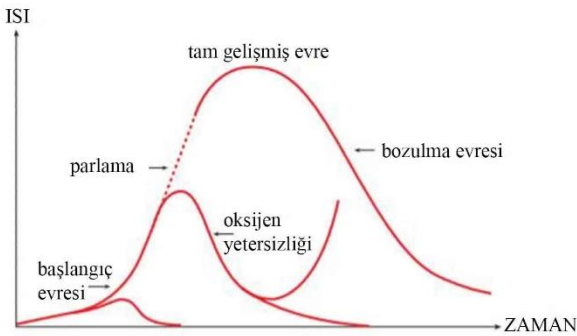
## 1. GİRİŞ

Yangın, kimyasal bir reaksiyondur. Yeterli miktarda oksijen, ısı ve yakıtın birleşimiyle oluşur. Bu birleşime Şekil 1'de gösterildiği üzere yanma üçgeni denir. Yakıt ya da oksijenden biri bitene kadar devam eder [1].



Şekil 1. Yanma Üçgeni

Yangın başlangıç, gelişim ve tam gelişmiş evre şeklinde ilerler. Başlangıç evresinde, fazla duman çıkmaz, alevler parlak değildir ve ısı yayılımı azdır. Gelişim evresinde, alevler gözle görülür hale gelir, ısı diğer mahallere sıçrama yapar. Yeterli oksijen varsa parlama meydana gelir. Tam gelişmiş evrede ise yangın tamamen yayılır ve cisimler erimeye başlar. Şekil 2'de yangının gelişim evrelerinin grafiği verilmiştir [2].



Şekil 2. Yangının gelişim evreleri [2]

Yangın riski binanın türüne ve kullanıcı yüküne göre değişkenlik göstermektedir. Değişen yangın riski beraberinde farklı yangın güvenlik önlemleri getirmektedir. Bir binanın yangın güvenliği binanın özelliklerine, kullanıcının özelliklerine ve yangının özelliklerine bağlıdır. Bina özellikleri incelenirken kullanım sınıfı ön planda tutulur. Örneğin bir konaklama binasında alınan yangın güvenlik önlemleriyle bir endüstriyel yapıda alınan önlemler fark göstermektedir. Bununla beraber binanın mimari özelliklerinden olan tahliye, yangın yükü ve yangından korunma sistemleri de binanın özelliklerini oluşturmaktadır.

Yangının özellikleri, yangın senaryosu oluşturma açısından önemlidir. Yanıcı maddenin tutuşması, büyümesi, parlaması, sönmesi gibi kimyasal olayları içermektedir. Kullanıcı özellikleri genel anlamda yangın anında tahliyeye bağlıdır. İnsanların değişken psikolojileri ve binaya aşinalık durumları hesaplanamayan birimler olduğundan kesin ve doğru sonuçlara ulaşmak zordur. Bu aşamada katlarda acil durum planlarının olması, düzenli tatbikat yapılması ve acil durumlar için eğitim verilmesi gerekmektedir [3].

Binanın türüne bakılmaksızın yangın güvenlik önlemleri aktif önlemler ve pasif önlemler olmak üzere ikiye ayrılır. Pasif önlemler bina tasarım aşamasında belirlenen önlemlerdir. Acil durum anında binanın tahliyesinin sağlanması, kompartımanlara ayrılarak bir mahalde çıkan yangının diğer mahallere sıçramasının engellenmesi, kullanılan malzemelerin özellikleri doğrultusunda yangın çıkma ihtimalini en aza indirmek amaçlanmaktadır [4].

Aktif önlemler ise inşaatın tamamlanmasıyla binaya eklenen, yangın çıktıktan sonra devreye giren, can ve mal güvenliği sağlamayı amaçlayan algılama ve söndürme hizmetleridir. Yangın anında ısıyı yok etmeyi, zehirli gaz ve dumanları mahal dışına aktarmayı, tahliye için zaman kazandırmayı hedefleyen, yangının yayılmasını engellemeye yönelik çalışan sistemlerdir [5].

## 2. TERMİK SANTRALLERDE YANGIN RİSKİ

Bir mahalde çıkan yangını değerlendirmek ve yangın riskli mahalleri kategorilendirebilmek için öncelikle tehlike, risk, risk analizi ve risk değerlendirmesi bilinmelidir. Tehlike, cana veya mala zarar verme potansiyelinden risk bu durumun meydana gelme olasılığıdır. Tehlikeyi analiz edip etkilenen tüm can ve malı göz önünde bulundurup risk seviyelerinin tahmin edilmesine risk analizi denmektedir. Risk değerlendirmesi ise risk analizinin sonuçlarının anlamlılığının incelenmesidir. Risk değerlendirmesi yapabilmek için öncelikle risklerin tanımlanması gerekir. Olay tanımlandıktan sonra analiz, ölçme ve değerlendirme yapılmaktadır.

Büyük endüstriyel kazaların geneli yangın, patlama ve toksik yayılımdır. Zehirli maddeler sızıntı oluşturduğunda ya da aniden salındığında yangın ya da patlama meydana gelmektedir.

Bununla birlikte yanıcı maddenin ateş kaynağına sürüklenmesi ya da buharlaşıp havaya karışması da büyük sorun teşkil etmektedir.

Tablo 1'de T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayımlanmış olduğu BEKRA mevzuatına göre acil durumların tanımlamaları verilmiştir. [6].

Tablo 1. BEKRA Acil Durum Tanımlamaları [6]

Yangın	Kirlenme	Patlama	Toksik Dağılım
Ateş	Madde sızıntısı	Serbest buhar patlaması	Havaya yayılım
Havuz yangını	Suya Havaya	Toz patlaması	Suya karışma
Tank yangını	Toprağa salınım		Toprağa karışma
Ani yangın			

Yanma, yanıcı maddenin belli bir oranının oksijen ile birleşip reaksiyon vermesiyken patlamada yanıcı maddenin büyük bir kısmı hızla reaksiyona girerek basınç artışı ile şok dalgası oluşur. Yangın ve patlama birbirini tetiklemektedir. Yangının sonucunda patlama, patlamanın sonucunda yangın oluşabilir.

Tablo 2'de TMMOB Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesinin yayımlanmış olduğu 2020 endüstriyel yangınlar ve patlamalar raporuna göre yangın ve patlamanın sayısı ve etkileri verilmiştir [7].

Tablo 2. 2020 Yılı Yangın/Patlama Sayıları ve Etkileri [7]

Vaka Tipi	Sayısı	Olay Etkisi	Sayısı
Yangın	441	Ölüm	29
Patlama	52	Yaralanma	239

Tablo 3'te endüstriyel yangınların ve patlamaların bina kullanım işlevlerine göre sektörel dağılımı verilmiştir [7].

Tablo 3. Sektörel Yangın/Patlama Sayıları [7]

Sektör	Vaka Sayısı
Bilinmeyen	45
Ağaç, kağıt, mobilya	111
Çimento, cam, seramik	17
Enerji	12
Gıda	63
Metal	69
İlaç	2
Petrokimya, yağ	17
Tekstil	90
Kauçuk, plastik	51
Kozmetik, temizlik	7
Boya	9

Kömür yakan termik santrallerde yangın riski yüksek olan bölümlerden olan kömür taşıma bantları uzun mesafelerde ve ulaşılması zor arazilerde kullanıldığı için algılanması zordur. Üstü kapalı olan ve ısınan kömür yataklarında, kömür tozları bant sahasına düşerek yığınlar oluşturur. Ortamda statik elektriğin oluşmasıyla da yangın çıkma riski artar.

Kırıcılara gelen kömür açık alanlarda depolanır. Kömür bu depolanma sürecinde havanın nemine maruz kalmaktadır. Depolama alanlarında yığınlar halinde olan kömür, çevreyle herhangi bir ısı alışverişi yapmadan atmosferin basıncının artış azalışına bağlı olarak değişimler göstermektedir. Bu değişimlere adyabatik denir. Adyabatik basıncın ve ortamın neminin etkisiyle ekzotermik reaksiyona giren kömür okside olur. Bunun sonucunda ise kızışarak yanma meydana getirir.

Kömür yakma tesislerinde kömür hazırlanırken öğütme değirmeninde oluşan kömür tozlarının 400 mikron ve altı inceliğinde olanları patlama tehlikesi taşımaktadır. Kömür yakma, yanıcı maddelerin katı, sıvı, gaz olarak uç fazını da içerdiğinden yangın tehlikesi oluşturur.

Kazanların özellikle baca kısımlarında yanmamış maddelerin birikmesi patlama oluşturabilmektedir.

Elektrik üretimi aşamasında türbin ve jeneratörlerde yağlama için kullanılan yağın yüksek basınçta püskürmesiyle yangın oluşabilmektedir. Aynı zamanda trafo yağının da buharlaşması ile yağın kalitesine, azolatörlerdeki kısa devrelere ve yıldırım düşmesine bağlı olarak yangınlar çıkabilmektedir. Türbinlerde soğutma için kullanılan hidrojen gazı, elektroliz ile elde edildiği zaman depolanma sekline bağlı olarak yangın riski taşımaktadır. [8].

### 3. TERMİK SANTRALLERDE YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Tehlikeli maddenin daha yoğun olduğu işletmelerde özellikle yüksek farkındalık oluşturulmalıdır. Bunun için de çeşitli eğitimlerle bilgilendirme sağlanmalıdır. BEKRA yönetmeliği büyük endüstriyel işletmelerde kazadan etkilenme ihtimali olan kişilerin bilgilendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

İşletmedeki teknik, organizasyonel ve yönetsel işlemlere detaylı bakılması için düzenli denetimler yapılmalıdır. Bu sayede binaların yönetmeliklere uygunluğu tespit edilmektedir [6].

#### 3.1. Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri

Proje aşamasında karar verilen ve binanın işletilme süresi boyunca bulunması gereken önlemlerdir. Yangının çıkmasını olabildiğince ertelemeye görevlidirler. Bir mahalde çıkan yangının diğer mahallere sıçramasını engellemeyi de amaçlarlar.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'te belirtildiği üzere binanın yapımında kullanılan malzemelerin yanıcılık sınıfları göz önünde bulundurulmalıdır. Yangının yayılmasını önlemeye yardımcı olan duvar, kapı ve pencere gibi elemanların kendine has uygulama standartları mevcuttur. Dekorasyon amaçlı kullanılan malzemelerin de yanmaya direnci fazla olanları seçilmelidir.

Bir binada acil durum anında tahliye amaçlı kullanılan kaçış yolları, proje aşamasında tasarlanmalıdır. Kaçış yollarında bulunan kapılar kilitli olmamalıdır ve dışa doğru açılmalıdır. Yangına 120 dakika dayanımlı yapılmalıdır.

Yapıda çıkan yangını sınırlandırma amaçlı kompartımanlamaya başvurulur. Bu sayede

yapıdaki diğer mahaller yangından korunmuş olur [9].

Tablo 4'te BYKHY gereği endüstriyel yapılarda yapılacak bölmelerin en fazla alanları verilmiştir.

Tablo 4. Endüstriyel Yapılarda En Fazla Kompartıman Alanları [10]

	En fazla kompartıman alanı m <sup>2</sup>
Orta tehlike-3 ve üstü	6.000 <sup>(1)</sup>
Orta tehlike-1/Orta tehlike-2	15.000 <sup>(3)</sup>

(1) Uygun yangın kontrol sistemi varsa 2 katına çıkarılabilir.

(3) Bina tek katlı ise sınırlama yoktur. Birden fazla katlı ve yağmurlama sistemi varsa 2 katına çıkarılabilir.

Yangın anında dumanın ve zehirli gazların yayılmasını engelleme amaçlı yangın durdurucular kullanılmaktadır. Harç, dolgu, sargı, kelepçe, mastik, levha, boya ve kaplama şeklinde uygulanmaktadır. Özellikle kapı pencere boşlukları, inşaat aşamasında fark edilmeyen delikleri, çeşitli yerlerdeki derzleri kapatmaya yararlar.

Endüstriyel tesisler genelde tek katlı ve geniş inşa edilen yatay binalar oldukları için binada çıkacak herhangi bir yangın çatıda yayılım gösterebilir. Çatıda havalandırma amaçlı boşlukların bulunması, duman ve zehirli gazların birikimini engeller. Bu sayede duman kontrolü ile yangın güvenliği sağlanmış olur [11].

#### 3.2. Aktif Yangın Güvenlik Önlemleri

Yangın anında devreye giren, yayılmaya engel olmayı amaçlayan sistemlerdir. Sistemler algılama ve uyarı, duman kontrolü ve basınçlandırma, acil durum aydınlatması ve yönlendirmesi, yangın söndürme olarak kategorilendirilmektedir.

Yangın algılama ve uyarı sistemleri acil durum anında haberleşmeyi ve binanın hızlı bir şekilde tahliye edilmesini sağlamaktadır. Duman ve ısı dedektörü cihazlarının birleşimi olarak kabul edilmektedir. Algılama ve uyarı sistemleri devreye girdikten sonra acil durum aydınlatma ve yönlendirme sistemleri çalışır. Alarm sistemleri

engelli bireylerin de göz önünde bulundurulmasıyla sesli ve görsel yapılmalıdır. Sistemlerin düzenli bakımının yapılması cihazların içinde birikebilecek tozu ve kiri önleyeceğinden olası arızaları gidermektedir [9].

Tablo 5'te BYKHY gereği endüstriyel amaçlı yapılarda otomatik algılama sistemi gerekliliği verilmiştir.

Tablo 5. Otomatik Algılama Sistemi Gereken Binalar [10]

	Yapı Yüksekliği (m)	Bina Toplam Kapalı Alanı (m <sup>2</sup> )
Endüstriyel Amaçlı Yapılar	> 21,50	>7500

Yangın anında dumanın zararlı etkisi alevden daha çoktur. Tahliyeyi olumsuz etkilememesi için kaçış yollarında dumanın engellenmesi gerekmektedir. Dumandan korunmak için yanmaz malzemeden yapılan sızdırmaz özellikli duman perdeleri yapılmaktadır. Duman perdesine ek olarak bölgeye hava verilerek diğer mahallerden daha yüksek basınç sağlanır ve dumanın içeri girmesi engellenir. Havalandırma sistemleriyle bir odadaki duman dışarı aktarılır ancak içeri oksijen akışının engellenmesi gerekmektedir ki yangın büyümesin. Kaçış yollarının basınçlandırılmasına ve havalandırılmasına tahliye güvenliği gereği önem verilmektedir. Bu sistemlerin düzenli kontrolleri yapılmalıdır [9].

Endüstriyel tesislerde söndürme sistemi olarak FM200 gazlı söndürme, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gazlı söndürme, davlumbaz söndürme, sulu (sprinkler) söndürme, kuru kimyasal söndürme, taşınabilir söndürme kullanılmaktadır.

Halojen içerikli söndürücülerin içerdikleri gazların ozon tabakasına zarar vermesiyle FM200 gazlı söndürücüler kullanılmaya başlanmıştır. Akışkan olan FM200 gazı sabit boru kurulumuyla pano odalarında, yanıcı ve parlayıcı sıvı depolarında, kontrol ve bilgisayar odalarında kullanılmaktadır.

CO<sub>2</sub> söndürme sistemleri elektriği iletmezler. Bu sebeple elektrikli cihazlı alanlarda tercih edilmektedir. Basınç altında bulunan akışkan gaz sabit boru sistemiyle kurulur. Yangın anında kapalı alanın tamamını CO<sub>2</sub> gazı ile doldurmayı amaçlamaktadır.

CO<sub>2</sub> ve azot gazı ile akışkan hale getirilen kuru kimyasal tozlar, suyun tek başına yeterli olmadığı veya suyun içeriğinden dolayı yangını besleyebileceği durumlarda tercih edilmektedir. Yangının riskine göre farklı kuru kimyasal tozlar kullanılmaktadır [9].

Potasyum karbonat içerikli olan ve yangın anında oksijenle teması keserek yangını söndürmeyi amaçlayan davlumbaz söndürme sistemleri mutfak içlerinde kullanılmaktadır. Pişirme boyunca bacada biriken yağlardan yangın çıkmasını engellemektedir [12].

Sulu söndürme sistemleri yangını erken algılayıp yangın alanına hesaplanan miktardaki suyu boşaltır. NFPA 850 Yangından Korunma Kodu'na göre termil santrallerde dakikada 1890 litre ve 2 saat süreyle kullanım olacağı belirtilmektedir. BYKHY gereği tahliye güvenliği sağlama ve yapı bozunmalarını engelleme amaçlı kullanılmaktadır.

Termik santraller yerleşim yerlerine uzak alanlara kurulduğundan kendilerine ait 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası ve NFPA 600 standardı gereği can kurtarma yapabilecek, itfaiye aracını tanyacak, merdivenle yüksekte çalışabilecek, solunum cihazı ve yanmaz elbiseli yangına müdahale edebilecek özelliklerde olan itfaiye birimleri bulundurulmalıdır.

Kömür taşıma bantlarında sensör algılayıcı amaçlı fiberoptik kablo kullanılması yangın güvenliği sağlama konusunda oldukça başarılıdır. Bakım gerektirmez. Kirden, tozdan ve nemden etkilenmez. En yüksek derecelerde bile elektro manyetik uyumluluk gösterir. 40 km'ye kadar tek ünite halinde uygulanabildiğinden zorlayıcı mekanlar için tercih edilmektedir.

Kömür depolama alanlarında bulunan su depoları ve hidrantlar, yangın anında elle ya da uzaktan kumanda ile yangın söndürme görevi görmektedir.

Kömür yakma tesislerinde ortamda biriken patlamaya sebep olan CO gazının algılanması ve emilmesi için dedektörler kullanılmalıdır. Kömür yakılırken ve yakmaya hazırlanırken termal kameralarla ortamdaki toz tabakaları gözetlenmelidir. Düzenli bakım ve kontroller sağlanmalıdır. Temizleme işlemlerinde basınçlı hava yerine vakumlu, tozları emen cihazlar kullanılmalıdır.

Türbin içlerinde sızıntı oluşabilecek alanlarda az suyla etkili söndürme işlevi olan su sisi söndürme sistemi kullanılmaktadır [8].

Mavi	Düşük yangın riski	Mutfaklar, Yemekhaneler, İdari Binalar
------	--------------------	--

#### 4. ZONGULDAK EREN ENERJİ İNCELEME

Zonguldak ili, Çatalağzı Belediyesi sınırları içerisinde bulunan ZETES (Zonguldak Eren Termik Santrali) sahasında günlük tüketilen kömür miktarı tüm üniteler çalışır haldeyken yaklaşık 23.000 tondur. Aylık tüketim de 700.000 tonu bulmaktadır. Santral sahasının güney kısmında 430.000 m<sup>2</sup>'lik ZETES I-II, kuzey kısmında 255.000 m<sup>2</sup>'lik ZETES III ve Muslu Beldesi'nde 750.000 m<sup>2</sup>'lik Eren Limanı bulunmaktadır.



Şekil 3. Zonguldak Eren Enerji [13]

##### 4.1. Tesisin Yangın Riski

Büyük kaza senaryo dökümanı gereği öncelikle tehlikeli maddelerin belirlenmesi ve sınıflandırılması gereklidir. Sonrasında sırasıyla tehlikeli ekipmanların belirlenmesi, dahili tehlikelerin tanımlanması, harici tehlikelerin tanımlanması ve büyük kaza senaryolarının oluşturulması, analizi ve değerlendirilmesi gelmektedir [14].

Tablo 6. Tesislerin Risk Kategorileri [14]

Risk Kategorisi	Yangın Riski	Tehlikeli Maddeler
Kırmızı	Patlama ve yüksek yangın riski	Hidrojen üretim tesisleri, Amonyak depolama tesisleri, Yanıcı-Patlayıcı gaz depolama alanları
Sarı	Yangın riski	Kazanlar, Türbinler, Trafo-MCC-Elektrik odaları, Kömür tesis ve depoalrı, Atölyeler

Tablo 7. Tehlikeli Maddelerin Bulunduğu Tesis ve Alanların Adları [14]

No	Tesis Adı
1	ZETES-III Hidrojen Üretim Tesisi
2	ZETES-III Amonyak Depolama Tesisi
3	ZETES-III Yardımcı Kazan Tesisleri (Fuel oil ve Motorin)
4	Polishing Sistemi

Tablo 8. Tehlikeli Maddelerin Adı ve Azami Ton Miktarları [14]

Tehlikeli Madde Adı	Azami Miktar (ton)
susuz amonyak	32
fuel oil	528
motorin	96
hidrojen	1,87
hidrazin	0,40

Tablo 9. Tehlikeli Ekipman Listesi [14]

Ekipman Adı	Bulunduğu Tesis	Kimyasal Adı
Hidrojen Depolama Tankı	ZETES-III Hidrojen Üretim Tesisi	Hidrojen
4. Ünite Generatör	Türbin Binası	Hidrojen
5. Ünite Generatör	Türbin Binası	Hidrojen
Yardımcı Kazan Fuel Oil Ana Depolama Tankı 1 ve 2	ZETES-III Yardımcı Kazan Tesisi	Fuel Oil
Fuel Oil Dolu Pompası	ZETES-III Yardımcı Kazan Tesisi	Fuel Oil

**4.2. Tesisin Yangın Güvenliği**

ZETES I-II Santrali, 5000 m<sup>3</sup> depolama kapasiteli, 276 yangın vanası, 827 taşınabilir yangın söndürme cihazı, 1 aktif 1 yedek 2 dizel pompa ve 1 basınç sabitleyici elektrikli jokey pompası olan yangın hidrant hattı sayısı 111'dir. 15 adet yangın dolabı bulundurmaktadır. 3 adet acil toplanma bölgesi belirlenmiştir.

ZETES III Santrali, 2200 m<sup>3</sup> depolama kapasiteli, 237 yangın vanası, 815 taşınabilir yangın söndürme cihazı, 1 aktif 1 yedek 2 dizel pompa ve 1 basınç sabitleyici elektrikli jokey pompası olan yangın hidrant hattı sayısı 30'dur. 15 adet yangın dolabı bulundurmaktadır. 4 adet acil toplanma bölgesi belirlenmiştir.

Eren Limanı, 1500 m<sup>3</sup> depolama kapasiteli, 130 yangın vanası, 321 taşınabilir yangın söndürme cihazı, 1 aktif 1 yedek 2 dizel pompa ve 1 basınç sabitleyici elektrikli jokey pompası olan yangın hidrant hattı sayısı 60'tur. 4 adet yangın dolabı bulundurmaktadır. 3 adet acil toplanma bölgesi belirlenmiştir.

Kömürün işleme ve taşınma bölümleri gibi yüksek yangın riskli alanlar sprinkler söndürme sistemleri kullanılarak, yüksek gerilimin dönüştürücülerle işlenerek elektrik üretimi ve dağıtımının sağlandığı şalt sahalarında su jeti soğutma ve yangın monitörleri kullanılarak, iç mekan panolar, elektrik ve trafo odalarında IG-01 / IG-541 argon gazlı söndürme sistemleri kullanılarak yangın güvenliği sağlanmaktadır. Sızdırmazlık testleri yapıp sertifikalandırılmıştır.

Patlama tehlikesi yüksek olan hidrojen üretim binasında hidrojen tanklarının emniyet duvarı ile çevrenmesi ve çalışanların antistatik iş kıyafeti kullanması ile yangın güvenliği sağlamaktadır.

Mutfak ve yemekhane davlumbaz söndürme sistemi ve sprinkler söndürme sistemi ile yangından korunmaktadır.

Liman içerisinde ve rıhtımda Şekil 4'de gösterildiği gibi tam teşekküllü "Fire Fighting Vessel" olarak adlandırılan yangın söndürme amacıyla donatılmış gemiler bulundurulmaktadır.

Yardımcı Kazan Buharlı Fuel Oil Ana Isıtma Eşanjörü	ZETES-III Yardımcı Kazan Tesisi	Fuel Oil
Fuel Oil Dolum İstasyon Bağlantı Boru Hattı	ZETES-III Yardımcı Kazan Tesisi	Fuel Oil

Tablo 9. (devamı)

01 Nolu Fuel Oil Tankından Yardımcı Kazan Giden Boru Hattı	ZETES-III Yardımcı Kazan Tesisi	Fuel Oil
Yardımcı Kazan Motorin Tankı (Devreye Alma Tankı)	ZETES-III Yardımcı Kazan Tesisi	Motorin
Amonyak Depolama Tankı	ZETES-III Amonyak Depolama Tesisi	Susuz amonyak
Amonyak Genleştirici (evaporatör)	ZETES-III Amonyak Depolama Tesisi	Susuz amonyak
Amonyak Pompası	ZETES-III Amonyak Depolama Tesisi	Susuz amonyak
Gaz Kompresörü ve Boru Hattı 1 ve 2	ZETES-III Amonyak Depolama Tesisi	Susuz amonyak
4. ve 5. Ünite SCR Boru Hattı	ZETES-III Amonyak Depolama Tesisi	Susuz amonyak
Amonyak Dolum Gaz Hattı	ZETES-III Amonyak Depolama Tesisi	Susuz amonyak
Amonyak Dolum İstasyonu	ZETES-III Amonyak Depolama Tesisi	Susuz amonyak
Amonyak Dolum Likit Hattı	ZETES-III Amonyak Depolama Tesisi	Susuz amonyak



Şekil 4. Yangın Söndürücü Gemiler [14]

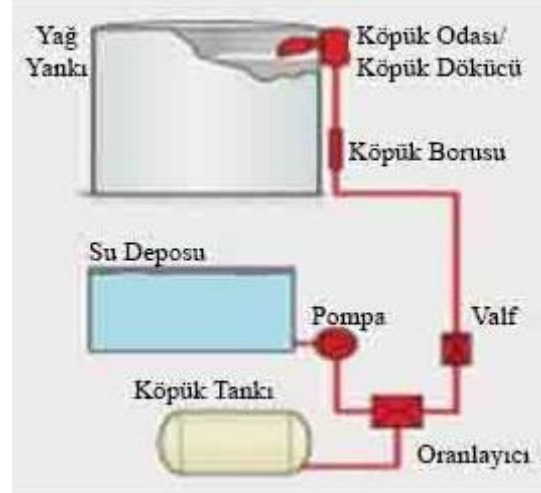
Tesislerin tamamında yangın algılama sistemleri tek noktadan izlenebilecek şekilde dizayn edilmiştir. 6 aylık periyotlarla kontrolleri sağlanmaktadır.

Tesislerin tamamında 3 ayrı yangın söndürme sistemi bulunmaktadır. Her tesiste 1 adet, toplamda 3 adet pompa istasyonu mevcuttur. Sistemler birbirlerine ring şeklinde bağlantılı olup herhangi bir arıza durumunda birbirlerini besleyebilecek şekilde dizayn edilmiştir. Haftalık periyotlarda kontrolleri sağlanmaktadır.

Tesislerin geneli Şekil 5'te gösterildiği gibi açık sprinkler uçları veya nozullar ile borulama sistemi yapılan baskın vanalı sprinkler söndürme sistemi ve su jeti soğutma sistemi ile yangından korunmaktadır. Aylık periyotlarla kontrolleri sağlanmaktadır. Köpüklü sistemler ise düzenli aralıklarla İtfaiye Amirliğince kontrol edilmektedir. Köpüklü sistemlerin çalışma mekanizması Şekil 6'daki gibidir.



Şekil 5. Açık Uçlu Sprinkler Sistem [14]



Şekil 6. Köpüklü Söndürme Sistemi [8]

Kömür kırma ünitelerinde ufak kömür tozlarının havada asılı kalması ve patlama meydana getirmesini önleme amaçlı toz toplama kanalları bulunmaktadır. Toz toplama kanalları Şekil 7'de gösterildiği üzere toz toplama haznesine ulaşmaktadır.



Şekil 7. Toz Toplama Haznesi [14]



Santral içerisindeki kimyasal depolama alanlarının erişimi, Şekil 8'de gösterildiği gibi güvenli bölge oluşturmak amaçlı sınırlandırılmaktadır.



Şekil 8. Kimyasal Depolama Alanı Genel Görünümü [14]

Havada asılı kalan yanıcı katı, sıvı, gaz ve buharın patlayıcı ortam oluşturmaması için boşalma kaynakları mevcuttur. Bu boşalma kaynakları Şekil 9'da gösterildiği gibi sabit çatılı ve havalandırma tanklı olarak açık varil sistemi ile sürekli boşalma kaynağı olarak kullanılmaktadır.



Şekil 9. Sürekli Boşalma Kaynağı [14]

Normal operasyonlardaki ıslak contalar, tank alma noktaları, açık numune alma noktaları, açık tahliye vanaları ve emniyet valflerinde Şekil 10'da gösterildiği gibi ana boşalma kaynağı kullanılmaktadır.



Şekil 10. Ana Boşalma Kaynağı [14]

Normal operasyonlardaki kuru keçeler, flanşlar, kapalı numune alma noktaları ve kapalı tahliye vanalarında Şekil 11'de gösterildiği gibi tali boşalma kaynağı kullanılmaktadır.



Şekil 11. Tali Boşalma Kaynağı [14]

Boşalma kaynağı olarak seçilen bir flanşta kaçak ve sızıntı olması durumunda bu kaçak ve sızıntının büyüklüğünün kesit alanı hesaplanmak istenir. Bu kaçak ve sızıntılar genellikle Şekil 12'de gösterildiği gibi conta üzerinde yeterli sıkmanın olmaması veya basınç farkıyla contanın yerinden kayması gibi sorunlardan kaynaklanmaktadır.



Şekil 12. Contada Meydana Gelen Kaçak veya Sızıntı [14]

İtfaiye Amirliğince yangın hidrantı ve yangın duvar vanaları, taşınabilir yangın söndürme cihazları aylık periyotlarda, hidrant ve vana hortumları yıllık periyotlarda, kontrol edilmektedir. Taşınabilir yangın söndürme cihazlarının %10 yedek olarak stokta bulundurulmaktadır.

İtfaiye Amirliği tesise özel olarak araçlar, solunum setleri, yüksekte çalışma için koruyucu donanımlar, kurtarma ekipmanları, yangın hortumları, kompresör ve aspiratörler, haberleşme, aydınlatma ve görüntüleme araçları, yangın dolapları bulundurmaktadır. Kapalı ve kısıtlı alanda çalışma, yüksekte güvenli çalışma, alevli ve simüle yangınla mücadele, arama ve kurtarma ve temel ilkyardım eğitimleri vermektedir.

Tüm tesis çalışanlarına temel iş sağlığı ve güvenliği harici her yıl düzenli olarak teorik ve uygulamalı "Yangın ve Acil Durum Eğitimi" verilmektedir.

Tesiste yıllık periyotlarla araç ve personel kurtarma kapsamında "Acil Durum Tatbikatları" yapılmaktadır [15].

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kimyasal ürünlerin sık kullanılması, bu ürünlerin toz bulutları oluşturup gözle görülememesi sebebiyle endüstriyel binalarda yangın riski daha çoktur. Her bir tehlikeli maddenin yangın riskinin ve söndürme aracının farklı olması yangın güvenlik önlemlerinin artırılması gerektiğinin göstergesidir.

Türkiye, Amerika Birleşik Devletlerinin özelinde hazırlanan yangın güvenlik kodlarının bulunduğu NFPA kısaltmalı "National Fire Protection Association" üyesidir. Bu sebeple endüstriyel bir yapı olarak kategorilendirilen termik santrallerde "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik" ve NFPA yangın standartlarına uyulması gerekmektedir.

Aynı zamanda T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayımlanmış olduğu SEVESO II Direktifinin Uygulama Kapasitesinin Arttırılması İçin Teknik Yardım Projesi kapsamında "Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılması (BEKRA) İşletmeciler İçin Rehber" tehlikeli madde içeren tesislerde yangın güvenliği sağlamayı amaçlamaktadır. Bu sebeple endüstriyel işletmelerin BEKRA'ya uyması beklenmektedir.

Yangın güvenlik önlemleri yapının proje aşamasında başlamalıdır. Binalarda her türlü taşıyıcı, bölücü, dekoratif amaçlı kullanılan yapı elemanları ve yapı malzemeleri standartlara uygun yapılmalıdır. Belirtilen yangınlık sınıflarının kullanılması gerekmektedir. Bu kapsamda gerekli denetimler yapılması aksatılmamalıdır.

Tehlike sınıflarına göre ayrılan bölümlerin yangın riski değerlendirilmeli ve buna uygun yangın güvenlik önlemleri sağlanmalıdır. Yangın sınıflarına uygun yangın söndürücüler yönetmeliklerde verilmektedir.

Termik santrallerin genelinde mahalin işlevine ve tehlike sınıfına göre sprinkler söndürme sistemi, gazlı söndürme sistemi ve köpüklü söndürme sistemi kullanılmaktadır.

Yerleşim yerlerine uzak alanlara kurulan termik santrallerin kendi özellerinde düzenli eğitimlerin verildiği 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası'na ve NFPA 600 standardına uyan, yangınla mücadele sağlamayı amaçlayan itfaiye birimleri olması gerekmektedir.

Tesislerin genelinde yangın algılama, uyarma, havalandırma, basınçlandırma, söndürme gibi tüm aktif yangın güvenlik önlemlerinin belirtilen sürelerle göre bakımları yapılmalı ve denetlenmelidir.

Birimlerin tadilat aşamalarında mevcut şartlar ele alınmalıdır. Restorasyon çalışmaları, yangın ve yangın güvenliği zamanla değişeceğinden güncel önlemler dikkate alınarak yapılmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmadaki bulgular için yazarlar Zonguldak Eren Enerji'ye teşekkür ederler.

## KAYNAKÇA

- [1] Bilal F. Yangın Güvenli Yapı Tasarımı- Genel Bilgiler, İZODER Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği.
- [2] Mammacıoğlu, O., Coşkun. G., Soyhan. H.S. (2017). Su ile Karışmayan Yağ (B, F, H Sınıfı) Yangınlarda Yangın Söndürme Cihazlarının Doğru Kullanımı. Uluslararası

- Yakıtlar, Yanma ve Yangın Dergisi, 5, 19-23.
- [3] Beyhan, F., Çetin, S. (2017). Performansa dayalı yangın güvenli tasarımı, TÜYAK Uluslararası Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 170-184.
- [4] Demirel, F., Altıntaş, S. (2015). Yapı Elemanlarının Yangına Dayanım Performanslarının Avrupa Birliği Direktiflerine Göre Sınıflandırılması ve Konunun Türkiye- Avrupa Genelinde İrdelenmesi. Politeknik Dergisi, 8(4), 381-395.
- [5] Yorulmaz, G. (2001). Yangından korunma ve binalarda yangın güvenliği önlemleri, yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [6] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılması (BEKRA).
- [7] TMMOB Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi. (2020). Endüstriyel Yangınlar ve Patlamalar.
- [8] Kozacı, C. (2017). Kömür Yakıtlı Termik Santrallerde Yangın Tehlike Kaynakları, Riskler ve Kontrol Önlemleri, TMMOB Makine Mühendisleri Odası.
- [9] Temizalan Uçar, A. (2019). Endüstriyel tesislerde yangın güvenliği ve bir fişli kablo üretim tesisinin yangın güvenliği açısından değerlendirilmesi, yüksek lisans tezi, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [10] Resmi Gazete. (27 Kasım 2007). Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, Sayı: 12937. Erişim Tarihi: 17.03.2022, <https://www.resmigazete.gov.tr>
- [11] Anonim (2020). Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri: Yapısal Yangın Güvenliği, Erişim Tarihi: 19.03.2022, <https://isgadami.com/pasif-yanigin-guvenlik-onlemleri/>
- [12] Anonim. Davlumbaz Söndürme Sistemleri, Erişim Tarihi: 19.03.2022, <https://www.normteknik.com.tr/sistem/001008/davlumbaz-sondurme-sistemleri>
- [13] Anonim. Eren Enerji Zetes 1, Erişim Tarihi: 22.03.2022, <http://www.eren-enerji.com.tr/tr/kurumsal/eren-enerji/zetes-1>
- [14] Eren Enerji Zonguldak Şube. (2020). Eren Enerji Zonguldak Şube Patlamadan Korunma Dokümanı, Zonguldak.
- [15] Durkut, Ş. (2018). Eren Enerji Elektrik Üretim AŞ. ve Liman İşletmesi Yangın Risk Değerlendirme Raporu, Zonguldak.