

YOL TÜNELİ KORUMASINDA DÜŞÜK BASINÇLI SU SİSİ SİSTEMLERİ

Yol tünellerinde meydana gelen kazalar açık yollarda meydana gelenden az gibi görünse de son yıllarda yaşanan bir çok büyük kaza işletmeleri, mal sahiplerini ve kullanıcıları tünellerdeki yangın söndürme sistemlerinin iyileştirilmesi konusunda araştırmalara yöneltmiştir. Bu araştırmaların asıl amacı ölüm ve yaralanma oranı, mal kaybı, hizmet kaybı risklerini kabul edilebilir bir çerçeve içinde tutmaktır. Yol tünellerinin korunmasına yönelik yerleşik tasarım kriterleri eksik olduğu için performans tabanlı tasarımlar geliştirilip test edilmektedir. Bu bağlamda sus sisi sistemleri uygun bir çözüm olarak ön plana çıkmıştır. Bu çalışmada Norveç'teki Runehamar tüneline yapılan düşük basınçlı su sisi sistem testleri ve sonuçları yer almaktadır.

Bu testler aşağıdaki kuruluşların desteği ile gerçekleştirilmiştir

UPTUN (UPgrading methods for fire safety in existing TUNNels) , SOLIT (Safety Of Life in Tunnels), FIT (Fire In Tunnels)

Bu araştırma kuruluşları 2000 li yılların başından beri mal sahipleri, yangın söndürme sistemi firmaları, onay kuruluşları ve bölgesel itfaiye ekipleriyle iş birliği içinde çeşitli araştırmalar ve testler yaparak bu test sonuçlarını periyodik olarak yayınlamaktadırlar. Üretici firmalar bu yayınlar doğrultusunda halen ürünlerini ve sistem çözümlerini geliştirmekte olup onay kuruluşlarına başvurarak onay alma çalışmalarına devam etmektedirler.

Geçmiş Yol Tüneli Yangınları : Mont Blanc Tüneli:11,6 km uzunluğunda, Fransa/İtalya, 1999:Fransa İtalya istikametinde tünelin 6.7 kmsinde margarin ve un taşıyan bir ağır yük taşıtında başlayan yangın kısa zamanda yayılarak 2 gün boyunca devam etmiş ve 39 kişinin ölümüne neden olmuştur. 25 araç tünelde sıkışıp kalmıştır.

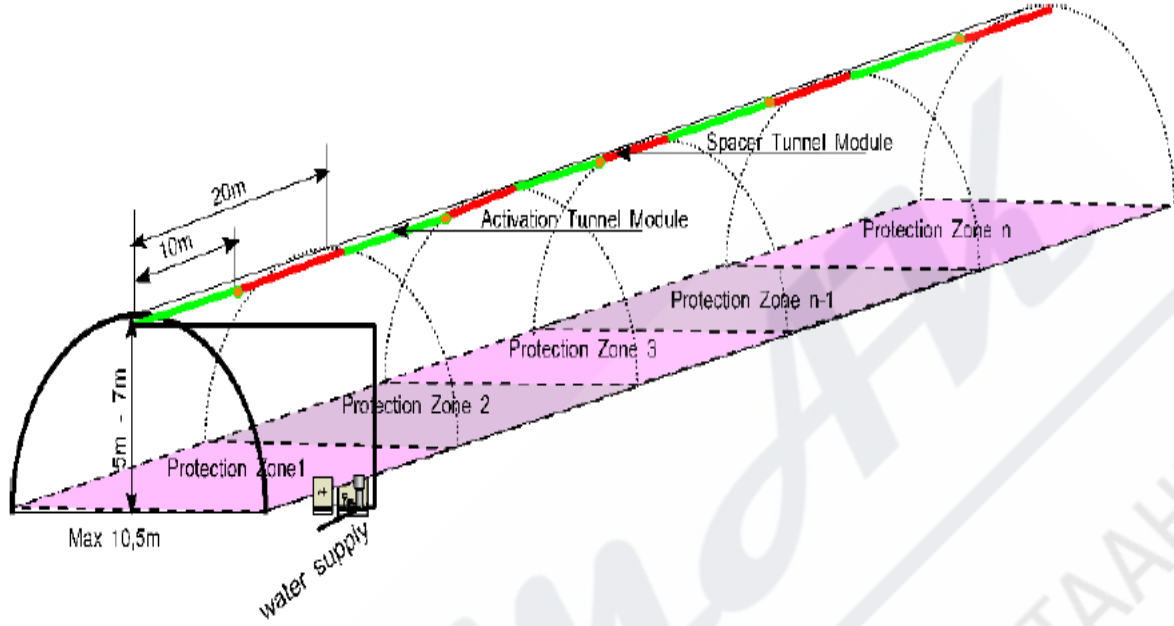
Tauern: 6,4 km uzunluğunda, Avusturya, 1999:20 Mayıs 1999'da ağır yük taşıtları çarpıştı ve Avusturya'da bulunan Tauern yol tüneline büyük bir yangın çıktı. Yangın sonucunda 12 kişi öldü, 22 otomobil ve kamyon tamamen zarar gördü ve tünelin bazı kısımları çöktü. Yangın, can kaybının yanı sıra 6,5 milyon \$ onarım ve 19,5 milyon \$ geçiş ücreti kaybına yol açtı.

Yangının Kontrol Altına Alınamamasının Nedenleri ve Alınan Dersler

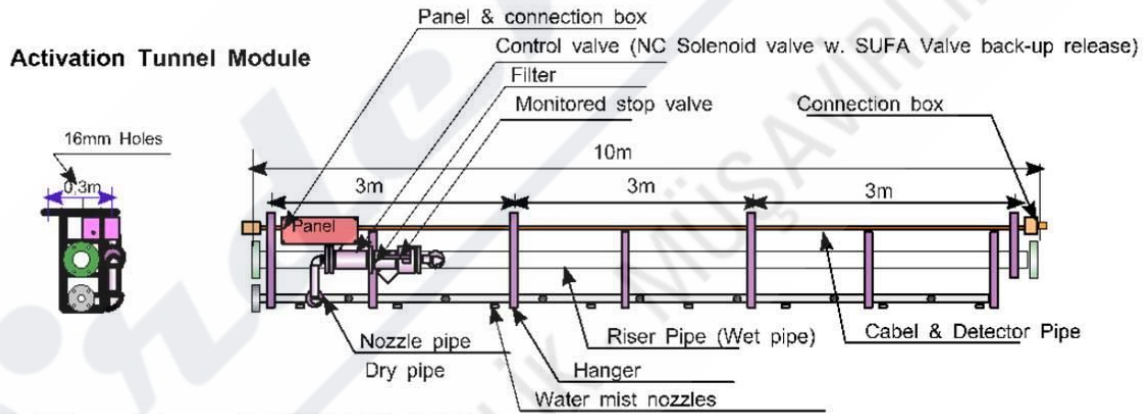
- Yüksek yangın yükü
- Havalandırma sisteminin yetersizliği nedeniyle CO miktarının 1000 ppm seviyelerine çıkması ve insanların CO dumanından zehirlenerek kaçamaması
- Yangının çok hızlı bir şekilde yayılması ve insanların kaçacak zaman bulamaması
- Tünelde bulunan yangın söndürme ekipmanlarının ulaşılamaz durumda kalması ve kullanılamaması
- Alınan önlemlerin planlı ve bir bütün şeklinde değerlendirilmemiş olması
- Farklı senaryo ve parametrelerin(havalandırma, tünel kesit boyutu,tünel uzunluğu, yanıcılar, yangın yükü...) etkilerinin göz önüne alınmamış olması

Yol Tünellerinde Düşük Basınçlı Su Sisi Sistemleri:Aşağıda farklı parametreler dikkate alınarak yapılmış olan düşük basınçlı su sisi sistemleri testleri ve sonuçlarıyla ilgili bilgiler ayrıntılı bir şekilde yer almaktadır.Modüler Sistemlerin montaj kolaylığı nedeniyle otomatik algılama ve söndürme

sistemi 10.5 m genişliğinde 5-7 m yüksekliğindeki tünel için kurulmuş ve 1m aralıklarla modüler nozul yerleşimi yapılmıştır. (Genişliği 10.5 m'i açan tünellerde ilave nozul yerleşimi gereklidir.)

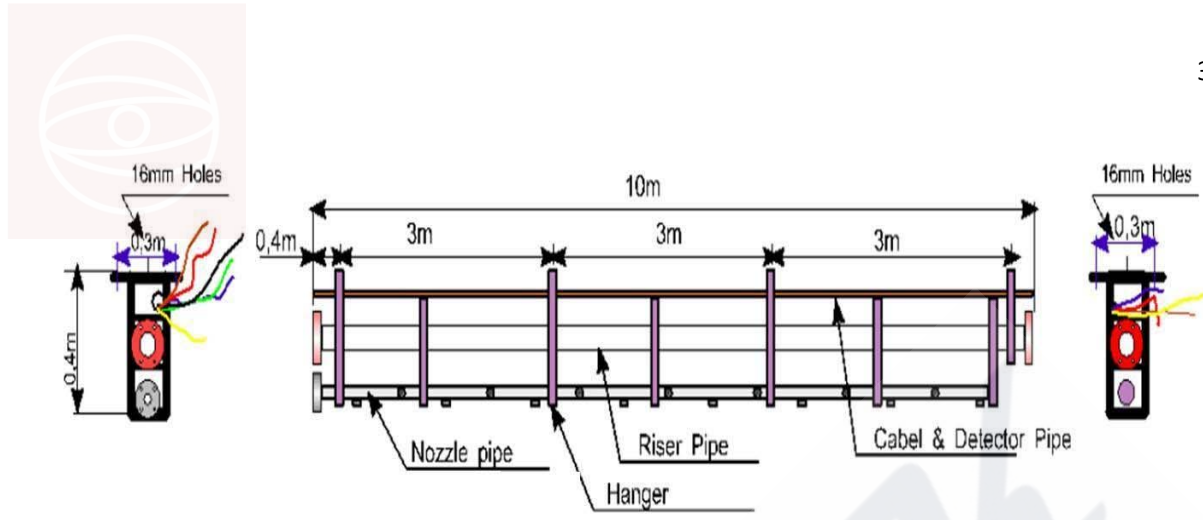


Şekil 1. Düşük basınçlı su sisi sistemi



Manifold :Paslanmaz çelik AISI 316: 2 1/2" , 3" ,4" ,5"
 Branşman hattı :1" paslanmaz çelik boru AISI 316
 Nozullar :Paslanmaz çelik AISI 316
 minimum çalışma basıncı: 8 bar
 min. basınçta ortalama damla büyüklüğü:
 Dv90% 250-350 µm
 Kesme Vanası :1 1/2"
 Filtre :1 1/2" (1mm örgülü)
 Kontrol Vanası :1 1/2" solenoid tetiklemeli, normalde kapalı

Şekil 2. Aktivasyon Modülü



Kırmızı	1: Bitişteki zonun tetikleme hattı
Mavi	2: Güç kaynağı (230 V AC, alt. 24v DC)
Kahverengi	3: Hata kontağı bağlantısı
Yeşil	4: Kablo tipi ısı dedektörü lokal modül bağlantısı
Sarı	5: Kontrol vanası Solenoidi resetleme sinyali
Siyah	6: Opsiyonel zon paneli adresleme hattı

Şekil 3. İkincil Modül

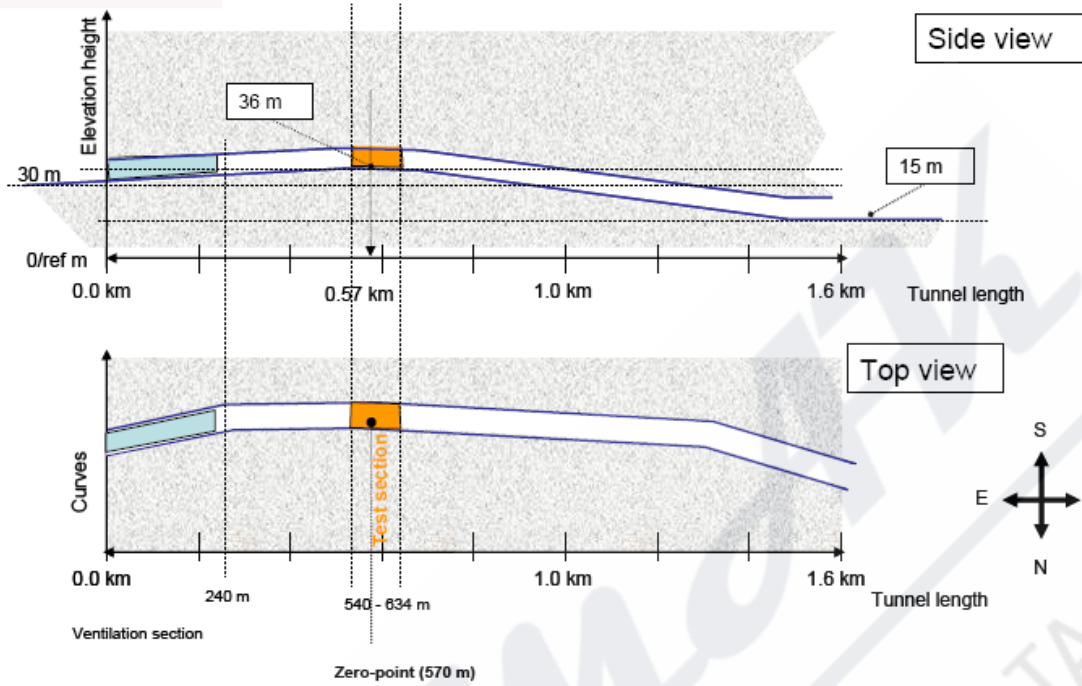
Tünel Korumasında Düşük Basıncı Su Sisi Sistemlerinin Yüksek Basıncı Su Sisi Sistemlerine Göre Avantajları

- Daha az elektrik gücü tüketimi
 - Yol tünelleri çok uzak noktalarda bulunduklarından hem havalandırma sisteminin hem de yüksek basınçlı su sisi sisteminin elektrik gücünü aynı anda sağlamak çok zordur.
- Özel pompa sistemine ihtiyaç duyulmaması
 - Düşük basınçlı su sisi sistemi mevcut pompa sistemine bağlanabilir.

Düşük basınçlı Su Sisi Sistemlerinin Geleneksel Sprinkler Sistemlerine Göre Avantajları

- Yol tünellerinde yangın yükü parametrelerinin değişken olması nedeniyle Japonlar tarafından yapılmış olan geleneksel sprinkler sistemi testlerinin yeterli olmaması durumu söz konusudur. Japonlar bu testleri 25MW yangına kadar yapmışlardır.
- Nihonzaka tüneli yangınında (11 Temmuz 1979) sprinkler sistemi su tükeninceye kadar 1 saat boyunca yangını kontrol altına almayı başarmıştır fakat daha sonra yangın kontrolden çıkmış ve 7 gün boyunca devam etmiştir.
- Modüler düşük basınçlı su sisi sistemi çözümleri ; hizmet vermekte olan tünellerde kurulduğunda kurulum maliyetini ve tünel hizmetinin bölünme süresini azaltarak sistem kurulumunu kolaylaştırır.

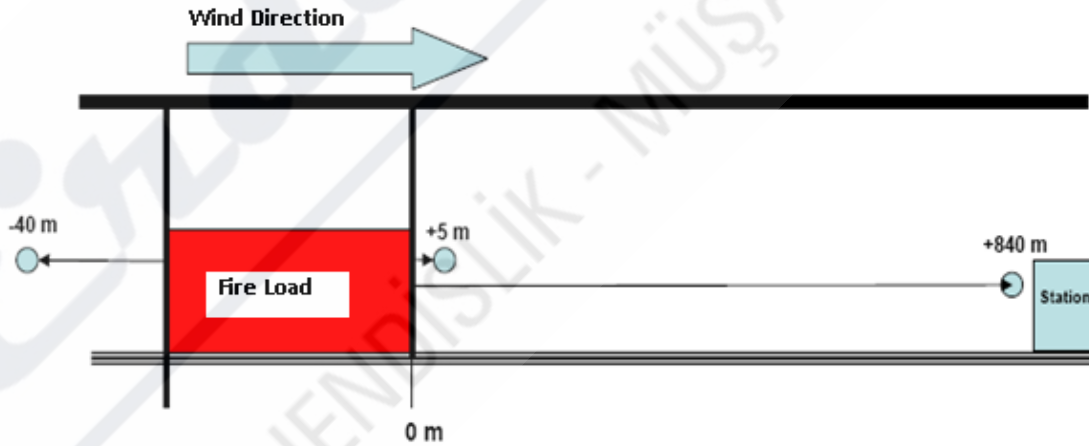
Farklı Yangın Senaryolarının Test Edilmesi İçin Test Tünelinin Hazırlanması



Şekil 4. Runehamar test tüneli şeması

Mavi bölge : Fanların bulunduğu havalandırma kesiti.

Turuncu bölge: Düşük basınçlı su sisi sisteminin bulunduğu yerdir (0 noktası)

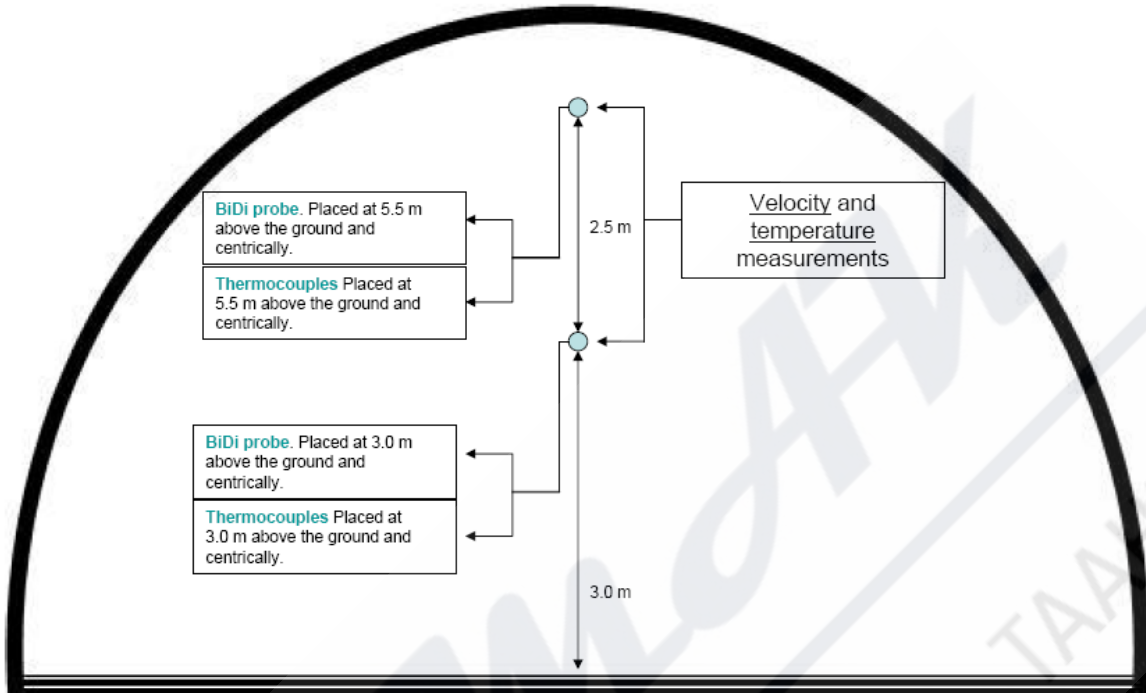


Şekil 5. Test tüneli kesiti

-40 m: Üst kesitlerde sıcaklık ve hava hızı ölçüm cihazları +5 m: Alt kesitte sıcaklık ölçüm cihazları +840 m: Alt kesitte sıcaklık, hava hızı, O₂ ve CO konsantrasyonu ve nem ölçümü Düşük basınçlı su sisi sistemi 5.2 m yükseklikte ve 50 m uzunluğunda bir bölgeye yerleştirilmiş ve 50 m uzunluğundaki sistemin tamamı tetiklenerek devreye sokulmuştur.

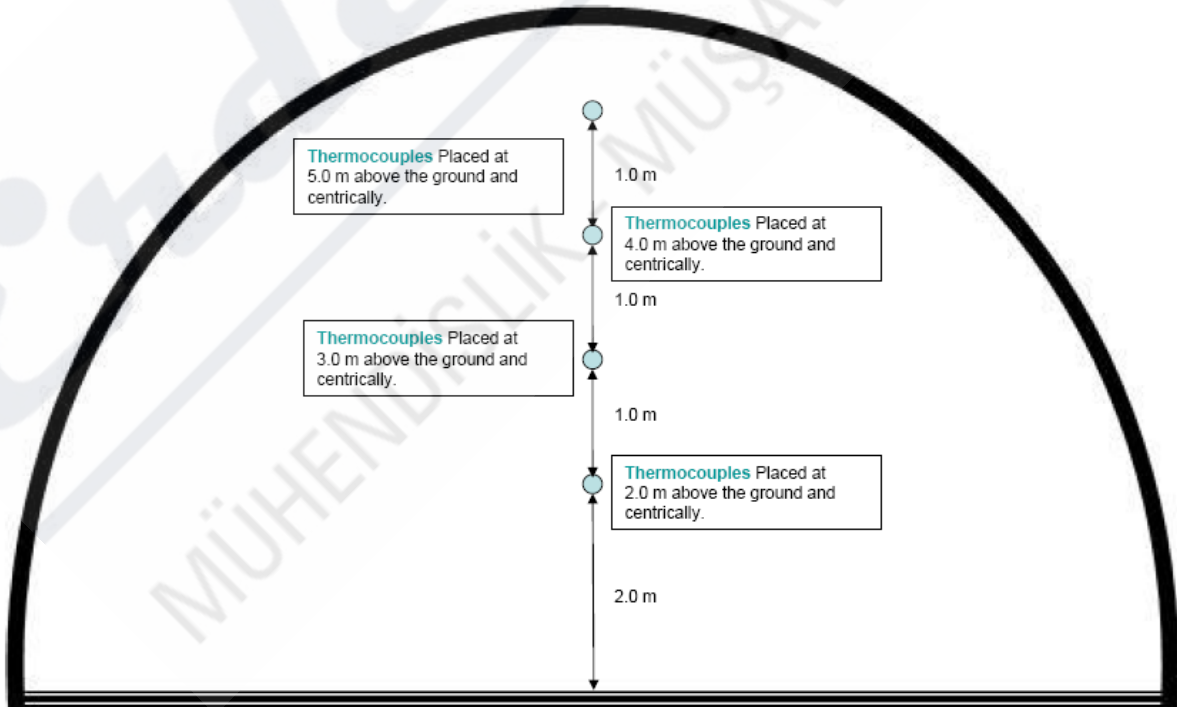


At **-40m**, Upstream of the fire



Şekil 6. -40 m kesit

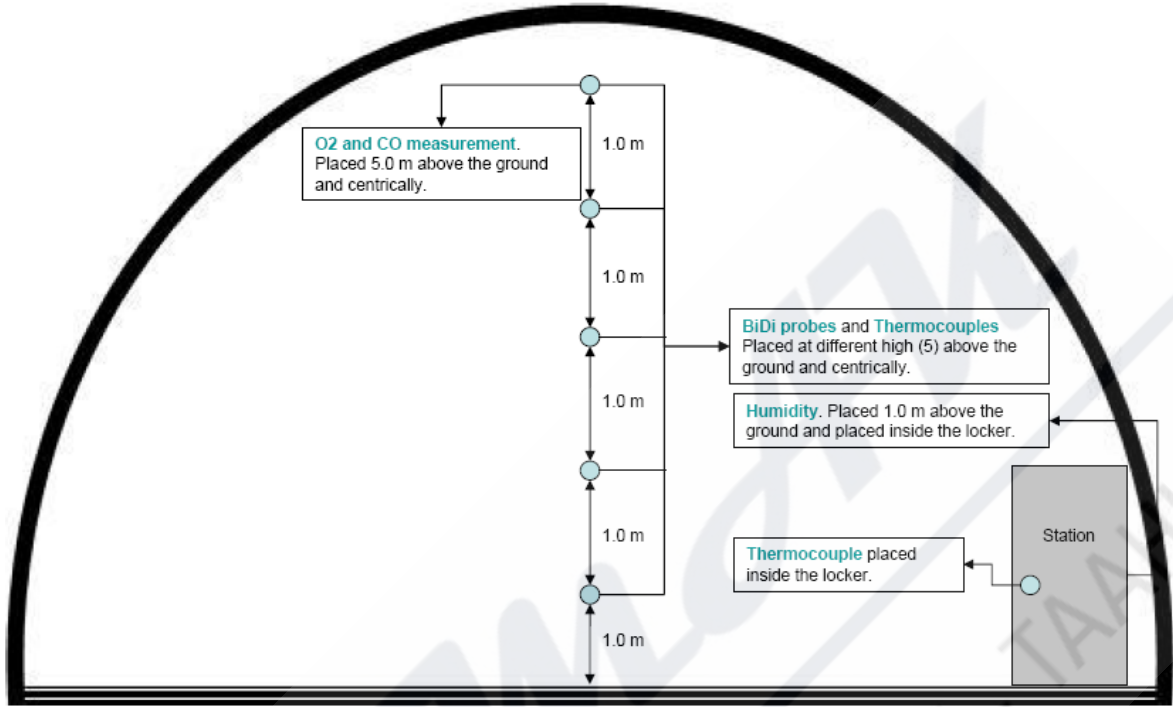
At **+5m**, downstream of the fire



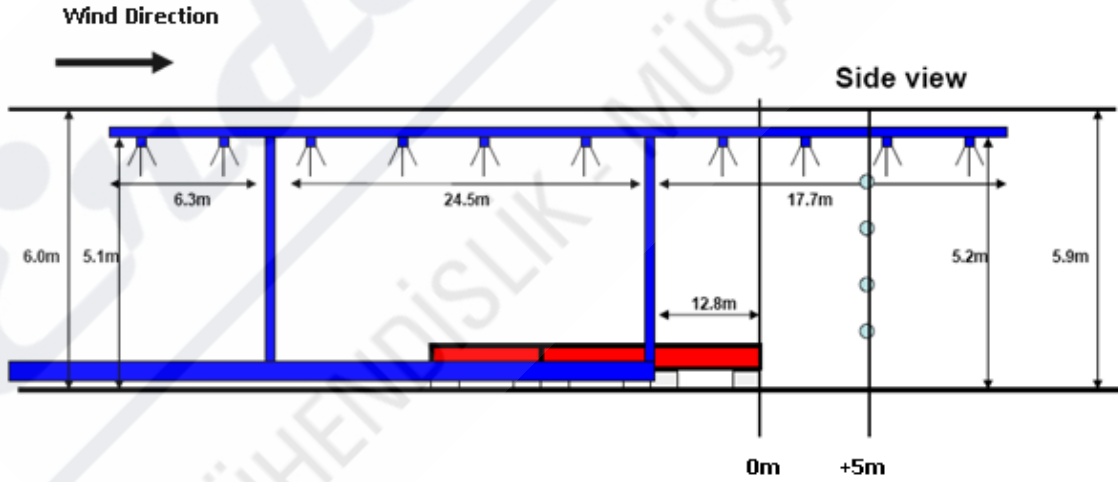
Şekil 7. +5 m kesit



At ca +840, m downstream of the fire



Şekil 8. +840 m kesit



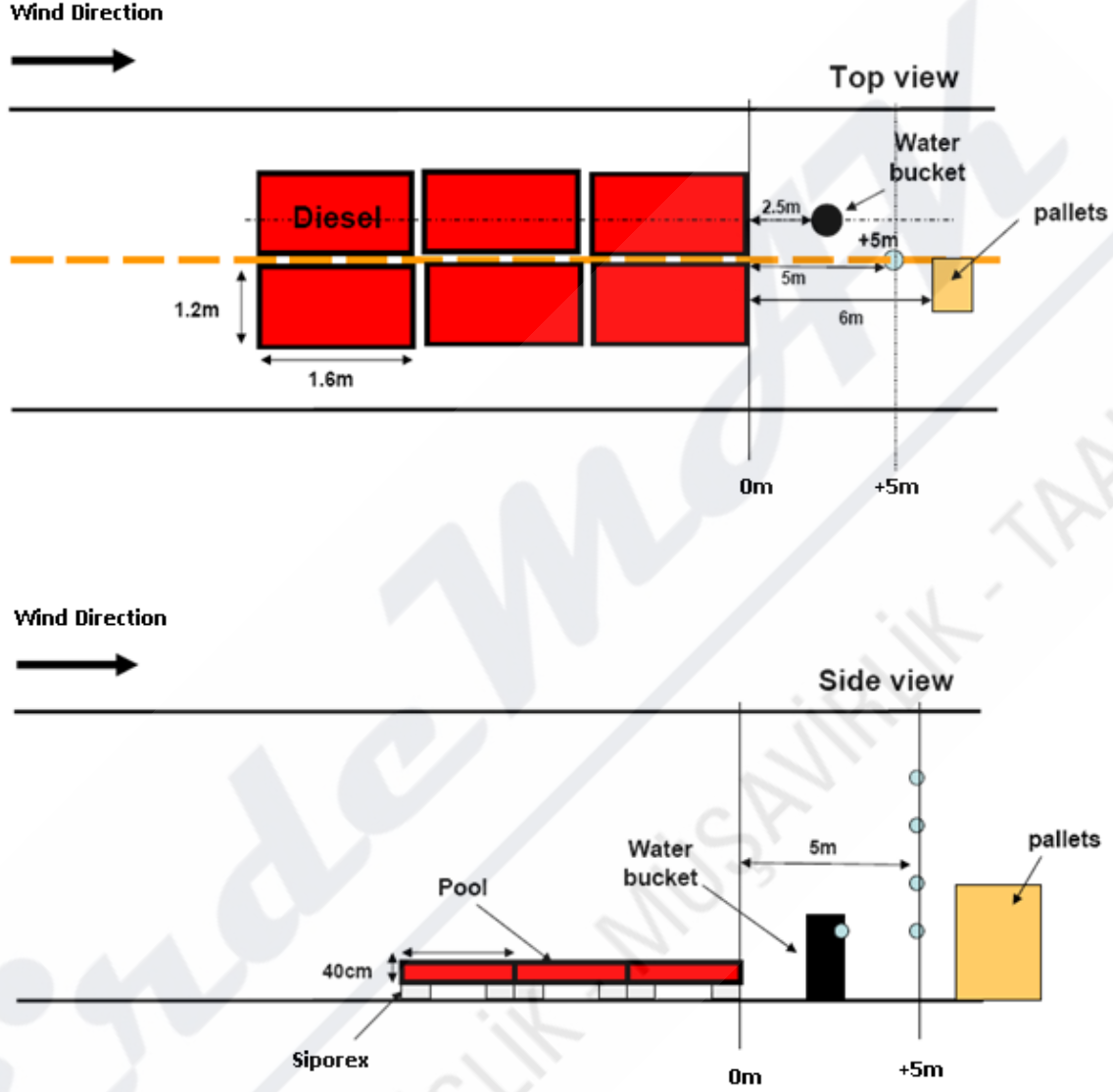
Şekil 9. Su sisi sistemi

YANGIN SENARYOLARI TEST SONUÇLARI

30 MW HAVUZ YANGINI TESTİ

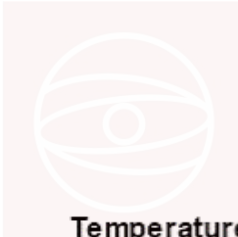
Test edilen ilk senaryoya göre 6 adet dizel havuz yangını yapılandırıldı. Havuzların her biri 4 ve 5 MW ısı çıkışlı 1.2 X 1.6 m boyutundaydı, (şekil 10). Su sisi sisteminin yangının yayılmasını önleme kapasitesini ve tanklı araçların tehlikeli sıcaklık artışı önleyen radyasyon zayıflatmasını

değerlendirmek için dizel havuzlarının 6 m aşağısına hedef tahta paletler ve 2,5 m aşağısına su kovası yerleştirildi.

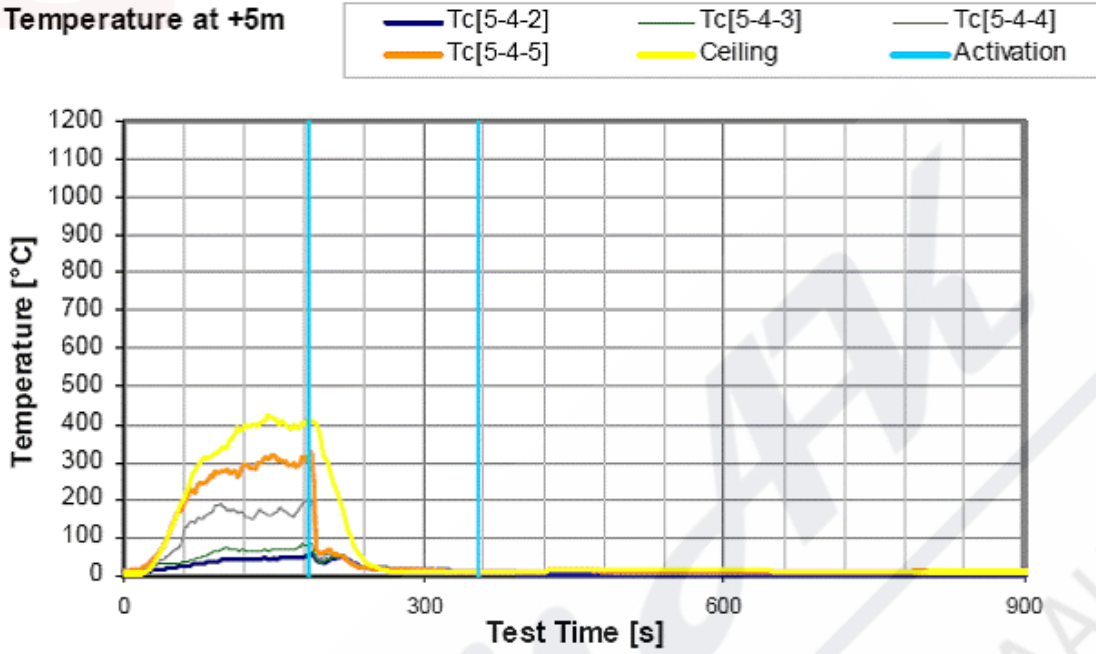


Şekil 10. Dizel havuz yangın yapılandırması (üstten ve yandan görünüm)

Yangın başlatıldı ve sistem boşaltılmadan 3 dakika boyunca yanmasına izin verildi. Grafiklerden su sisi boşaltımından hemen sonra yangın çevresinde ve tünel içinde tüm kesitlerde çok hızlı bir sıcaklık azalışı olduğunu görebiliriz (Şekil 11).

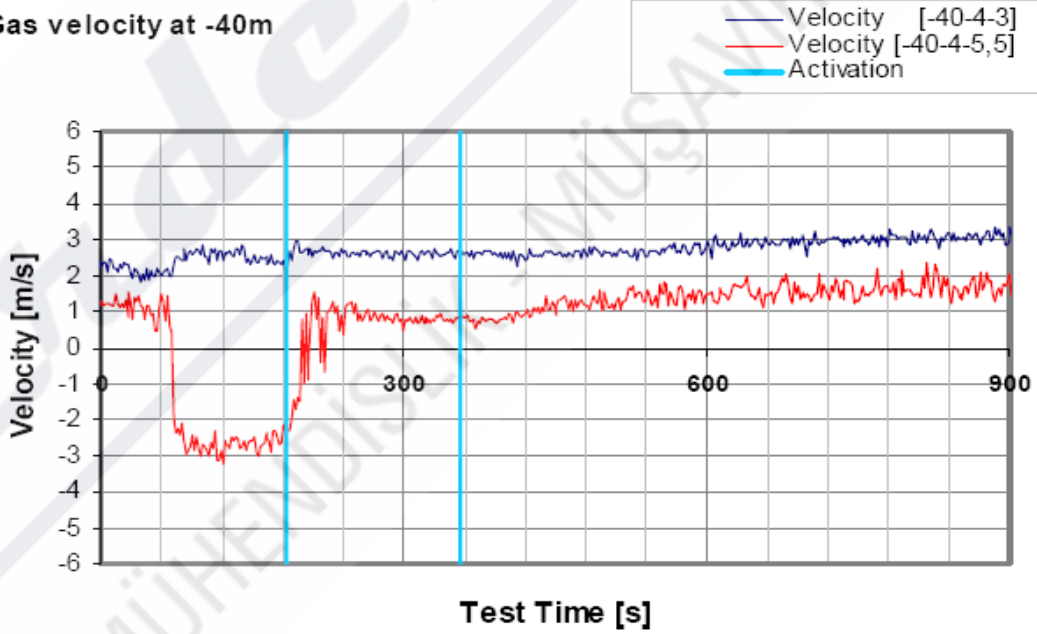


Temperature at +5m



Şekil 11. +5 de zamana bağlı sıcaklık değişimi

Gas velocity at -40m



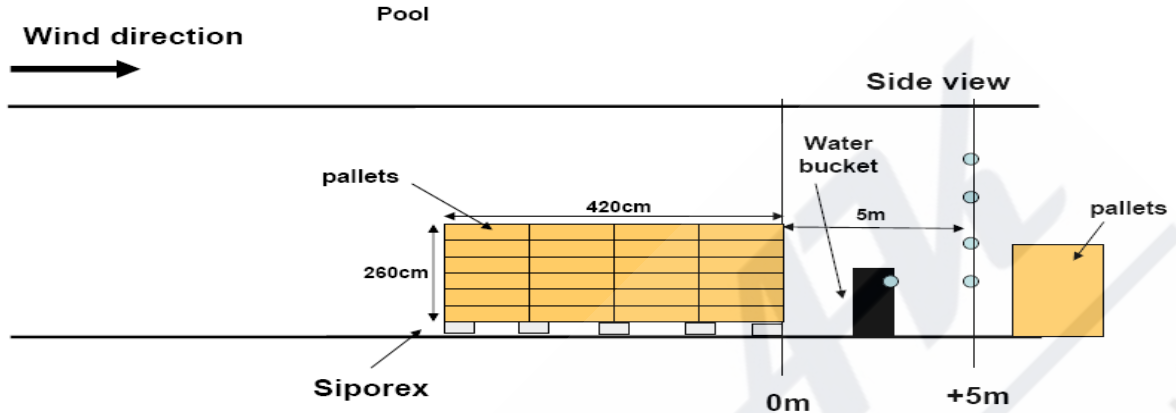
Şekil 12. -40m kesitte dizel havuz yangın sıcaklık hava hızı

30 MW Havuz Yangını Test Sonuçları

Hedef tahta palet tutuşması yangının yayılmasını önleyecek derecede çok düşüktü. Su kovanı içindeki sıcaklık artışı yangının yayılışını önleyecek derecede çok düşüktü. Yangın sistem boşaldıktan sonra yaklaşık 20 saniye içinde tamamen söndürüldü ve görüş net bir şekilde iyileşti. Hava hızındaki düşüş nedeniyle yangın dumanları katman şeklinde asılı kaldığından yayılarak tehlike oluşturmamıştır.

50MW TAHTA KAFES YANGIN TESTİ

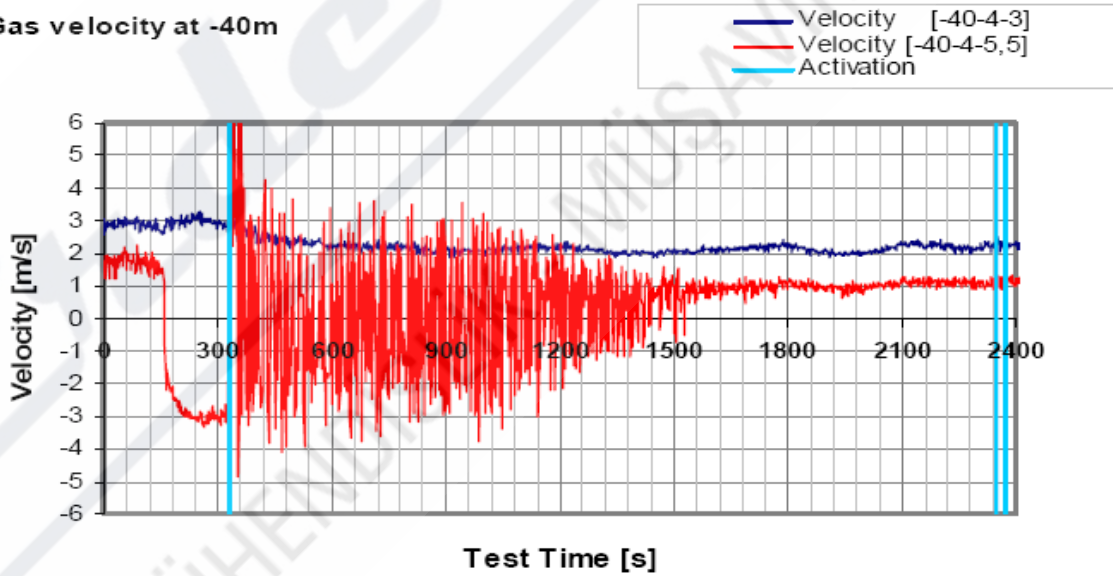
Toplam uzunluk: 4,2 m yükseklik 2,6 m olacak şekilde paletler yerleştirilmiştir.



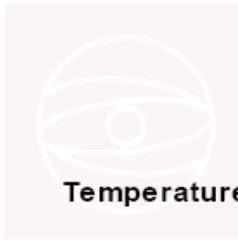
Şekil 13. 50 MW Tahta kafes yangın yapılandırması (yandan görünüm)

Hedef tahta paleti ve su kovası bir önceki testle aynı konuma yerleştirilmişti. Yangın başlatıldı ve sistem boşaltılmadan önce 5 dakika boyunca yanmasına izin verildi (tavan sıcaklığı hızlı bir şekilde 1000°C'ye ulaştı) (Şekil 15). Isı çıkışı, su sisi sistemi boşaltılmadan önce 45 MW civarına ulaştı, bu yüzden yangın tamamen genişledi. Grafiklerden su sisi boşaltımından hemen sonra yangın çevresinde ve tünel içinde tüm kesitlerde çok hızlı bir sıcaklık azalışı olduğunu görebiliriz.

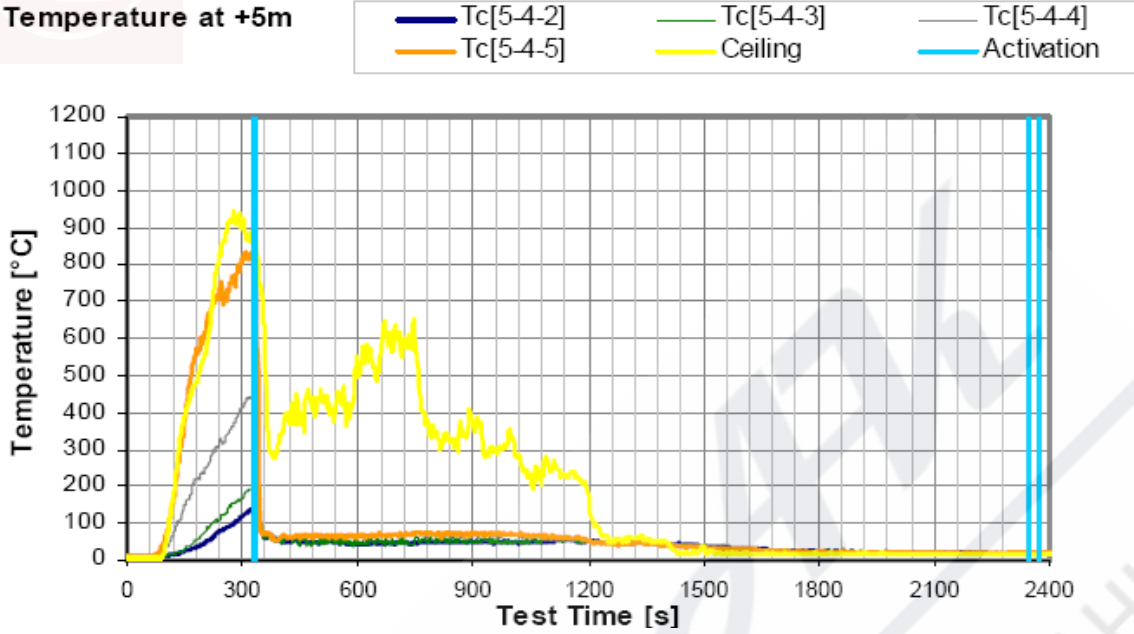
Gas velocity at -40m



Şekil 14. -40 m kesitte 50 MW Tahta kafes yangın sıcaklığı hava akış hızı



Temperature at +5m



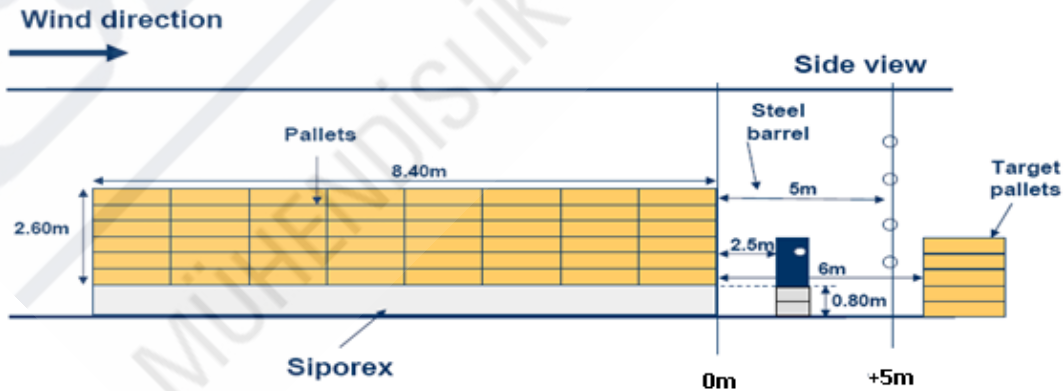
Şekil 15. +5 m kesitte 50 MW Tahta kafes yangın sıcaklığı profili

50 MW Tahta Palet Yangını Test Sonuçları

Hedef tahta paleti tutuşmadı. Su kovası içindeki sıcaklık artışı yangının yayılışını önleyecek derecede çok düşüktü. Yangın başarılı bir şekilde bastırıldı ve görüş net bir şekilde iyileşti.

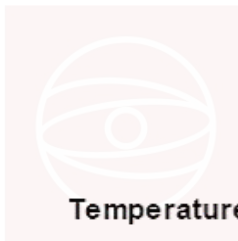
100 MW TAHTA KAFES YANGIN TESTİ

Toplam uzunluk: 8,4 m yükseklik 2,6 m olacak şekilde paletler yerleştirilmiştir. Çıkan ısı miktarı 50 MW 'a ulaşacak şekilde yanmaya izin verilmiş ve akabinde sistem boşaltılmıştır. Daha önceki testlerdeki gibi hedef tahta paleti ve su kovası yerleştirilmiştir (şekil 16).

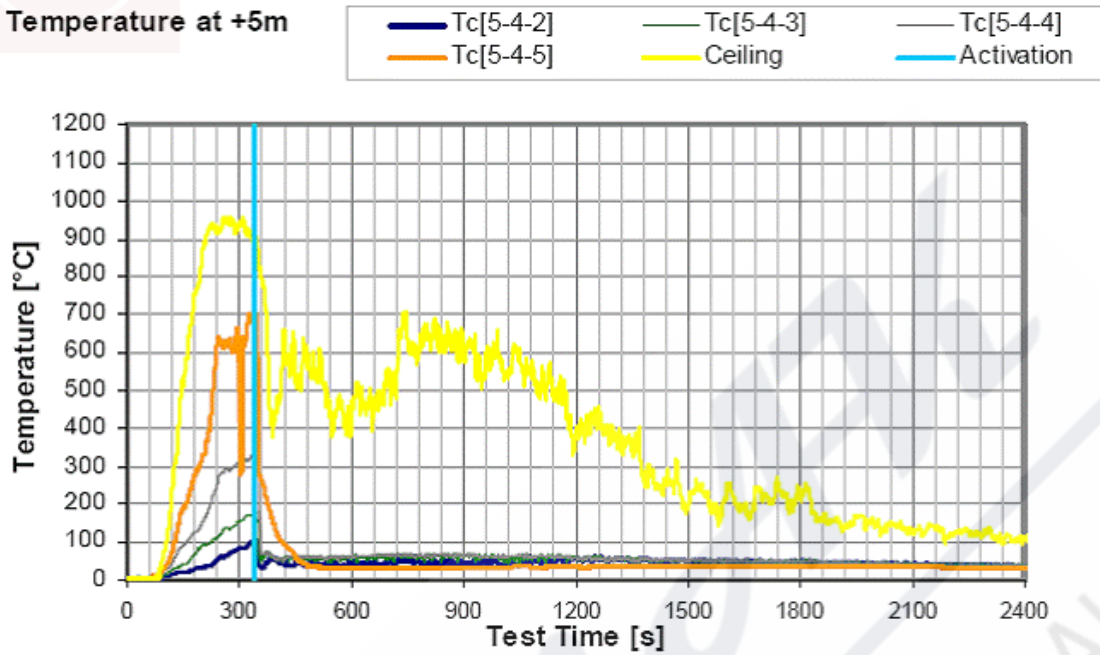


Şekil 16. 100 MW Tahta kafes yangın yapılandırması (yandan görünüm)

Yangın başlatıldı ve sistem boşaltılmadan önce 5 dakika boyunca yanmasına izin verildi (tavan sıcaklığı hızlı bir şekilde 1000°C'ye ulaştı). Grafiklerden sistemin boşalmasından hemen sonra yangın çevresinde ve tünel içinde tüm kesitlerde çok hızlı bir sıcaklık azalışı olduğunu görebiliriz (Şekil 17). Isı çıkışı, su sisi tahliyesinden önce güçlü bir artış oranı gösterir (Şekil 18). Su sisi sistemi, yangının büyümesini durdurma ve yangını kontrol altına alma konusunda mükemmel bir performans gösterdi.

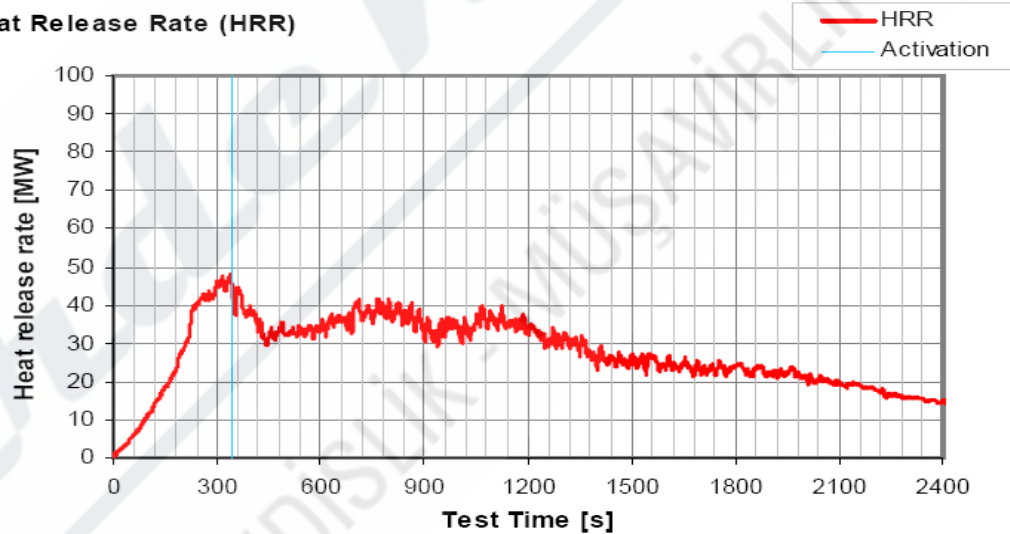


Temperature at +5m



Şekil 17. +5 m kesitte 100 MW Tahta kafes yangın sıcaklığı profili

Heat Release Rate (HRR)



Şekil 18. 100 MW Tahta kafes yangın Isı Çıkışı

100 MW Tahta Palet Yangını Test Sonuçları

Hedef tahta paleti tutuşmadı. Su kovanı içindeki sıcaklık artışı yangının yayılışını önleyecek derecede çok düşüktü. Yangın başarılı bir şekilde bastırıldı ve görüş net bir şekilde iyileşti.

SONUÇLAR

Düşük basınçlı su sisi çözümü başarılı bir şekilde test edildi ve yol tünellerinin korunması için uygun olduğu kanıtlandı. Bu çözüm yüksek basınçlı su sisi çözümleriyle ve geleneksel sprinkler sistemleriyle karşılaştırıldığında büyük avantajları olduğu görüldü. Yapılan testler tünellerde karşılaşılabilecek en büyük olası yangın senaryoları dikkate alınarak yapıldığından sistemin uygunluğu başarılı bir şekilde kanıtlanmıştır.



Su Sisi Yangın söndürme sistemiyle donatılmış tüneller

Country	Name of tunnel
Austria	Mona Lisa Tunnel Felbertauern Tunnel
France	A86 Tunnel
Italy	Brennero Tunnel Virgolo Tunnel
The Netherlands	Roermond Tunnel
Norway	Vålreng Tunnel Floyfjell Tunnel
Spain	M30 Tunnels Vielha Tunnel
Sweden	Tegelbacken Tunnel Klara Tunnel

Location	Name of tunnel
Boston, Massachusetts	CANA Northbound* CANA Southbound*
Seattle Washington	Battery Street I-90 First Hill Mercer Island* Mt. Baker Ridge* I-5 Tunnel*
Vancouver, British Columbia	George Massey Tunnel