



YÜKSEK BASINÇLI SU SİSİ (WATER MIST) SİSTEMLERİNİN ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARDA KULLANIMI VE PERFORMANS DEĞERLERİ

Industrial Applications And Performance Factors Of High Pressure Water Mist Systems

Bora ŞİRANLI
İsmail TURANLI

ÖZET

Bu çalışmada, yüksek basınçlı su sisi sistemlerinin endüstriyel uygulamalar içerisindeki kullanımı, kükürt depolama ve transfer hatları detayında incelenerek anlatılmıştır. Çalışmada öncelikle su sisi sistemleri ve temel ekipmanları tanıtılmakta, yangın söndürme ve toz baskılama kavramları irdelenerek sistemin dizayn kriterlerinin üzerinde durulmaktadır. Endüstriyel ölçekteki aktif yangınla mücadele sistemleri arasında yüksek basınçlı su sisi sistemleri diğer yangın söndürme sistemlerine göre birtakım avantajlar sunmaktadır. Su sisi sistemlerinin bu avantajları, yangın ve patlama riskinin yüksek olduğu kükürtün depolanması ve transferi süreçlerinde oldukça ön plana çıkmaktadır. Bu riskler karşısında su sisi sistemlerinin sağladığı avantajlar, endüstriyel örnek bir proje üzerinden incelenmekte ve sistemin tasarımı konusunda önemli noktaların altı çizilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek Basınçlı Su Sisi, Yangın Söndürme, Toz Bastırma, Kükürt, Depolama, Transfer

ABSTRACT

In this study, the industrial applications of high pressure water mist systems are evaluated by limiting the subject to the storage and transfer of sulphur. In the study, first the water mist systems and system components are introduced, then fire extinguishing and dust suppression concepts are explained and details about the design criterias of the system shared. Between industrial active fire protection systems, high pressure water mist systems provides several advantages against other alternative systems. These advantages come into prominence especially at the storage and transfer processes of sulphur where fire and explosion risks are considerably high. These advantages provided by high pressure water mist systems against these risks are examined over an example industrial project applied previously and important points are underlined regarding the design of the system.

Key Words: High Pressure Water Mist, Fire Protection, Dust Suppression, Sulphur, Storage, Transfer

1. GİRİŞ

Günümüzde su sisi sistemleri birçok yangından korunum uygulamasında yaygın olarak tercih edilmektedir. Su sisi sistemlerinin yaygın olarak tercih edilme sebeplerinin başında etkin söndürme ve toz baskılama özellikleri gelmektedir. Özellikle endüstriyel tesislerde ve madenlerde su sisi sistemleri yanıcı toz bulutu oluşumlarına karşı toz baskılama yapabilmek ve olası yangınların efektif olarak söndürülebilmesi ve kontrol altına alınabilmesi için sıklıkla kullanılmaktadır.

2. SU SİSİ (WATER MIST) SİSTEMİ

Su sisi sistemleri, suyun çok küçük taneciklere ayrıştırılarak bölgeye gönderilmesi ile yangınla mücadele edilen sistem tipidir. Sistem genelinde birçok ekipman kullanılması karşın temel olarak suyun depolandığı alandan mahale gönderilmesi aşamasında 3 temel ekipman kullanılır. Bunlar basınçlı suyun küçük tanecik boyutların indirgenmesine olanak sağlayan nozullar, yüksek basıncın sağlanmasını sağlayan pompa gibi basınçlandırma ekipmanları ve bu basınçlara uygun olarak tasarlanmış alarm vanalarından oluşmaktadır.



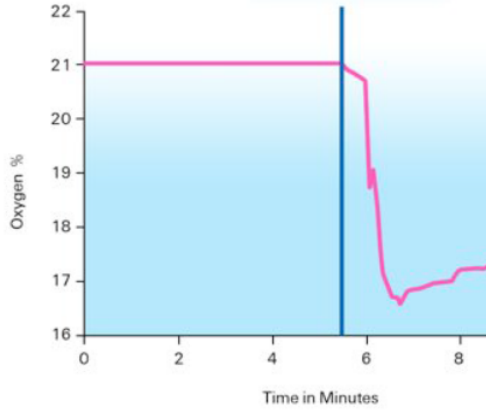
Şekil 2.1. Yüksek basınç su sis sistemlerini oluşturan temel ekipmanlar

Yanma reaksiyonunun meydana gelebilmesi ve sonrasında devam edebilmesi için oksijen, ısı ve yanıcı materyale yani yakıta gerek vardır. Bu üçgen içerisinde yer alan elementlerden bir veya birkaçının denklemden çekilmesi durumunda reaksiyon ve buna bağlı olarak yangın duracaktır. Su sisi sistemleri bu elementlerden oksijen ve ısıyı odak noktasına alan sistemlerdir.

Su sisi sistemlerinde sistemler farklı basınç sınıflarında ve nozul tiplerinde üretilmektedir. Buna bağlı olarak elde edilen tanecik boyutları da farklılık göstermektedir. Yüksek basınçlı sistemlerde değerler üreticilere göre değişebilmekle birlikte 120 bar çalışma basıncında 50-100 mikron tanecik boyutlarına ulaşabilmektedir. Konvansiyonel sprinkler sistemlerine bakılacak olduğunda tanecik boyutları 1000 mikronun üzerinde kalmaktadır. Su sisi sistemlerinin avantajları incelendiğinde en çok ön plana çıkan noktanın söndürmedeki etkinliği olduğu bilinmektedir.

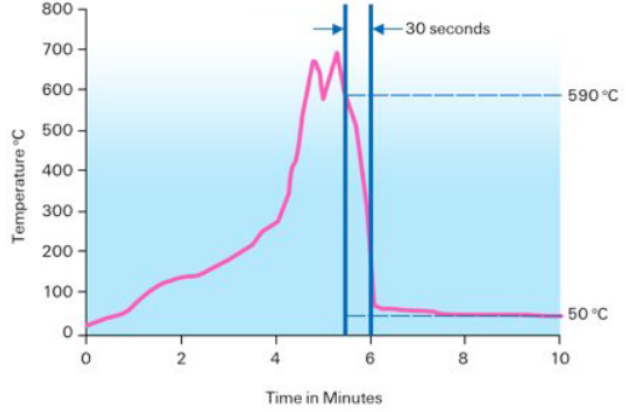
Aşağıda bulunan Şekil 1 ve 2'de yer alan örnek test sonuçları, yangın başladıktan yaklaşık 5.5 dakika sonra operasyona alınan bir su sisi sisteminin yangın üzerindeki oksijen deplasmanı ve soğutma efekti etkilerini incelemektedir. Sonuçlara bakacak olduğumuzda alev çevresindeki oksijen konsantrasyonunun %21'den %16.8'e önemli miktarda düştüğünü ve 30 saniye içerisinde sıcaklığın 590 °C'den 50 °C'ye indiği görülebilmektedir.

Oksijenin deplase edilmesinin avantajları



Şekil 2.2. Yüksek basınçlı su sisi sisteminin çalışması sırasında alev çevresinde oksijen konsantrasyonunun %21'den %16.8'e düşürülmesi .

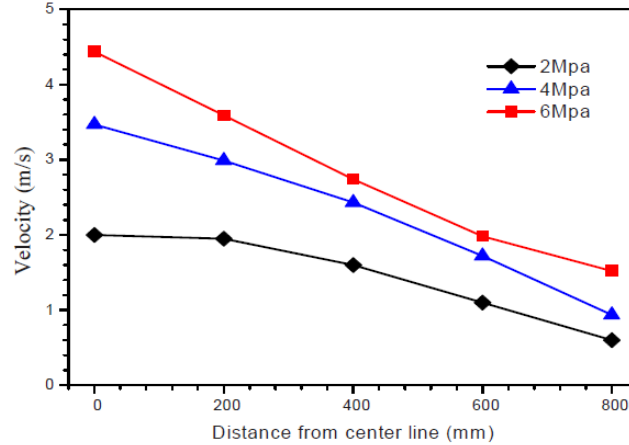
Soğutma etkininin avantajları



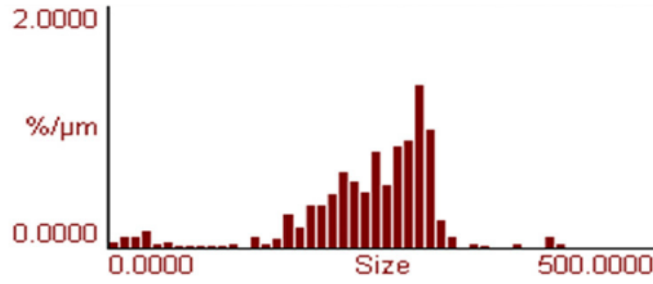
Şekil 2.3. Boşalmanın ilk 30 saniyesinde sıcaklığın 590 °C'den 50 °C'ye düşürülmesi.

Su sisi sistemlerinin performansı, basınca bağlı olarak tane hızının ve tane büyüklüğünün dağılımı parametrelerine temel olarak bağlıdır. Bu parametrelerin ölçümü PDPA (Phase Doppler Particle Analyzer) sistemi ile sağlanabilmektedir. PDPA sisteminin çalışma prensibi Doppler frekans kaydırımı (Doppler frequency shift) ve Doppler faz kaydırımı teorilerine dayanmaktadır. LDV cihazı (Lazer Doppler Velocimetry) su sisinin hızını ve farklı pozisyonlarda hız dağılımını ölçmek için kullanılan güvenilir bir cihazdır.

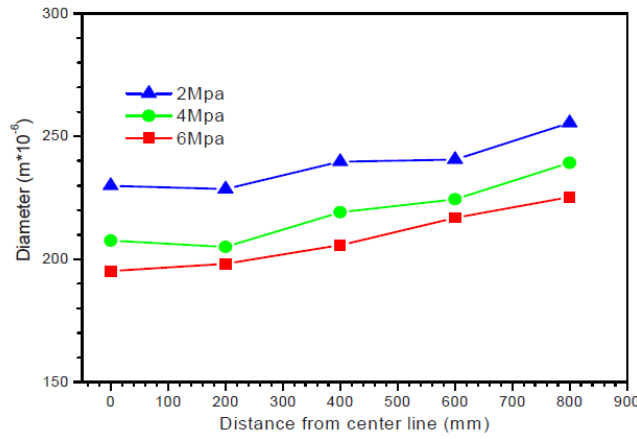
Jun Qina ve W.K. Chow PDPA sistemini kullanarak su sis sistemleri üzerinde yaptıkları deneyler, su sisinin basınç ve uzaklık karşısında su taneciklerinin hız ve boyutunu hakkında bilgi sağlamaktadır. Yapılmış olan ölçümler Şekil 2.4, 2.5 ve 2.6'da gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Su sisinin farklı basınçlarda mesafeye göre hızı



Şekil 2.5. Su sisi içerisinde tane boyutlarının dağılımı



Şekil 2.6. Farklı basınçlarda su sisi taneciklerinin mesafe karşısında tanecik boyutları

Çalışmada içerisinde yapılan bu ölçümler sonucunda su sisi sistemlerinin performansında tanecik boyutu, tanecik boyutu dağılımı ve oluşturulan su sisinin merkezine olan mesafenin çok önemli bir yere sahip olduğu ve tüm bu verilere PDFA sistemi ile sağlıklı bir şekilde ulaşılabildiği sonucuna varılmıştır.

Su sisi sistemlerinde suyun küçük su damlalarına bölünmesi, düşük su miktarına oranla yüksek yüzey alanı elde edilebilmesiyle ortamdaki ısı enerjisi hızlı bir şekilde çekerek çok kısa bir sürede suyun sıvı fazından buhar fazına geçiş yapmasına olanak sağlar. Su sisi sistemlerinde söndürme olayında etkili faktörlerden biri taneciklerin ortamdaki ısıyla buluştuğunda hızlı bir şekilde hal değişimine girmesi ve buna bağlı olarak yüksek oranlara genişmesidir. Her damlacığın yanıcı materyale yaklaşırken volumetrik olarak yaklaşık 1700 kat genişmesi ve buna bağlı olarak alev etrafındaki oksijen ve yanma sonucu oluşan sıcak gazların deplase etmesi, birincil söndürme efekti olan ısının soğutulmasından sonra göz önünde bulundurulması gereken etkiler arasında oldukça ön plana çıkmaktadır.

Su sisi sistemlerinde birincil söndürme efekti olan ısının soğutulması, günümüzde birçok sistemin dizayn prensibinde kullanılan sıvıların faz değiştirirken ortamdaki yüksek enerji çekmeleri termodinamik olayı ile gerçekleşmektedir. 1 lt suyun enerji emme kapasitesinin 20°C'den 100°C'e ısınırken 335 kJ, buna karşın 1lt suyun sıvı fazından gaz fazına geçerken 2257 kJ olması, yangına müdahale etmek için ortama gönderilen suyun ısınmasından ziyade faz değiştirmesinin soğutma efekti açısından çok daha fazla istenen bir durum olduğunun bilimsel göstergesidir.

Su sisi sistemlerinde soğutma mekanizması ile yapılacak söndürme kabaca alevin soğutulması ve yakıt yüzeyinin ıslatılması ve soğutulması ile gerçekleşmektedir. Alevin soğutulması temel olarak yüksek miktardaki su damlacıklarının çok hızlı bir şekilde faz değiştirerek alev çevresinde su fazından buhar fazına geçmesiyle sağlanmaktadır. Bir yangın, adyabatik alev sıcaklığının alt sıcaklık limitinin altına düşürülerek hava yakıt karışımının yanmaya devam etmesinin engellenmesi ile sonlandırılabilir. Birçok hidrokarbon ve organik buharlar için alt sıcaklık limiti yaklaşık 1327°C'dir.

Su taneciklerinin oluşturulmasıyla, suyun alevden ve sıcak gazlardan ısı soğurma hızının çok yükseldiği görülmüştür. Denklemden yer alan ısı transfer katsayısı H , direk olarak taneciğin çapı ile aşağıdaki formül ile ilişkilendirilmiş olup taneciğinin çapının düşmesi ile ısı transfer katsayısının arttığı görülebilmektedir.

$$H = \frac{0.6}{d} K Pr^{1.5} Re^{0.5}$$

H : Isı transfer katsayısı
 d : Taneciğin çapı,
 K : Havanın ısı iletkenlik katsayısı,
 Pr : Prandtl sayısı
 Re : Reynold sayısı

Çapı 100 ile 1000 mikron arasında olan su sisi tanecikleri en az 1000 mikron üzerinde tanecik çapına sahip sprinkler sistemleri ile karşılaştırılırsa, buna bağlı olarak su sisi sistemlerinde ısı transfer katsayısı sprinkler sistemlerine göre yaklaşık 10 kata kadar daha yüksek olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Yangın büyüklüğü ve yangını söndürmek için gerekli su miktarı arasında bir dizayn ilişkisi kurabilmek için bugüne kadar birçok girişim yapılmıştır. Norveç yangın araştırma laboratuvarından Wighus, 1990 yılında propan yangınlarının su sisi ile söndürülmesi üzerine yaptığı bir çalışmada sprey ısı soğurma oranını (SHAR) geliştirmiştir. SHAR değeri, sprey tarafından absorbe edilen ısı ile yangın tarafından ortaya çıkan ısının oranıdır.

$$SHAR = \frac{Q_{water}}{Q_{fire}}$$

Deneylerin sonucunda Wighus SHAR değerleri üzerinden yangının söndürülmesi için gerekli olan su miktarının, ciddi bir şekilde oluşacak yangının senaryosuna bağlı olduğunu sonucuna varmıştır. Bunun en büyük sebebi olarak ise, su sisinin alev içerisine gönderilme etkinliğinin neredeyse öngörülemez olduğu sonucunu çıkarmıştır. Çalışmadan örnek vermek gerekirse, bir propan alevinin söndürülmesi için gerekli SHAR değeri optimum koşullar altında 0.3 gibi düşük bir değer iken, gerçekçi bir mekanik odada (machinery space) yapılan deneylerde 0.6 değerlerinde iki kata yakın farkın çıktığı sonuçlar alınmıştır.

Bir yangın aynı zamanda yakıt yüzeyinin soğutulmasıyla, sıcaklığın yanma noktasının altına indirilmesi veya buhar/hava karışımı konsantrasyonunun yakıt yüzeyinde tutuşma limitinin altına indirilmesi ile de söndürülebilmektedir. Yakıt yüzeyinin soğutulabilmesi için su spreyinin alev zonunu geçip yakıt yüzeyine ulaşabilmesi ve yakıtın devamlı oluşturduğu ısıya oranla daha hızlı bir şekilde yakıt yüzeyinden ısıyı götürmesi gerekmektedir.

Bu olayın ısı transfer mekanizmaları incelendiğinde, ısının yakıttan aleve doğru transferinin temel olarak taşınım ve radyasyon ile, su sisinin soğutma efektinin temel olarak suyun faz değişimi ile gerçekleştiği bilinmektedir. Bu sebeplerden dolayı, yangını söndürebilmek için su tarafından birim alandan soğutulması gereken ısı miktarı aşağıdaki gibi formüle edilebilmektedir;

$$S_h = (H_f - \lambda_f) \dot{m}_b + R_a - R_s$$

- S_h : Su spreyi tarafından birim alandan soğurulan ısı
 H_f : Taşınım ile birim yakıt kütesinden alevlere taşınım ile yapılan ısı transferi
 λ_f : Birim miktarda buhar oluşturmak için gerekli ısı
 \dot{m}_b : Birim alanın yanma hızı
 R_a : Yakıt yüzeyine farklı şekillerde yapılan ısı transferleri
 R_s : Radyant ısı transferi gibi faktörler ile yüzeyden kaybedilen ısı miktarı

Su sisi ile yakıtın ısılatılması ve soğutulması, ayrıca yeniden tutuşmanın önüne geçmeye yardımcı olan faktörlerden biridir. Özellikle derin (deep-seated) yangın tiplerinde yangını söndürmek için gönderilen yüksek debide su, alevleri daha hızlı söndürse de, yakıt yeniden tutuşma sıcaklığının altına indirilemediği takdirde yanma olayı yakıtın en sıcak noktasından tekrar gerçekleşmeye başlamaktadır. Bu sebepten dolayı, su ile yapılacak yüksek debili söndürme uygulamalarında spreyleme, alevler söndüğü andan kesildiği takdirde yeniden tutuşma riski gündeme gelmektedir.

Su sisi ile yakıtın ısılatılması ve soğutulması, özellikle uçucu olmayan katı yakıtlar için oldukça baskın bir söndürme mekanizmasını oluşturmaktadır. Katı yakıtlar gibi yakıtlarda, yakıt yüzeyindeki birincil yanma reaksiyonu, yakıtın karbonca zengin olan alanlarının üstünde gerçekleşmektedir. Bu tip yangınlarda sadece oluşan alevlerin soğutulması, yangının söndürülmesi için yeterli olmayacaktır. Bu tip yangınlarda hem yakıt yüzeyinin soğutulması, hem de daha derin bir içten yanma noktası oluşmadan su damlacıklarının içten yanma noktasına ulaşip yanan ve yanmayan yüzeyler arasında bir katman oluşturabilmesi gerekmektedir. Su sisi sistemleri küçük tanecik yapıları hem alevlerin soğutulmasında hem de derin noktalara nüfuz edebilme kabiliyetleri ile bu tip yangınları etkin bir biçimde söndürebilmektedirler.

3. SU SİSİ (WATER MIST) SİSTEMLERİNİN TASARIMI

'90'lı yıllarda su sis teknolojisi ortaya çıktığında aslında geleneksel bir dizayn yaklaşımının izlenemeyeceği de anlaşılmıştır. Su sisi sistemlerinin yangınla mücadele mekanizmaları, mühendislik parametrelerinin belirlenmesi açısından yangın risklerinin olası kombinasyonlarına karşı genel dizayn kriterleri oluşturulabilmesi kolay olan sistemler değildir.

Bu aşamada su sisi sistemlerinin tasarımı, performans tabanlı dizayn çözümleri ile üreticinin ilgili risk için yaptığı spesifik testler ve bu test sonuçları doğrultusunda ortaya çıkan dizayn parametrelerinin kullanılması ile gerçekleştirilmektedir. Buna bağlı olarak sistemlerin dizayn kriterleri üreticiye göre birbirinden farklılık gösterebilmektedir.

Bu sebeplerden dolayı su sisi sistemleri sistem onaylarında belirtilen koruma hedeflerini karşılayacak şekilde söz konusu riske göre dizayn edilmeli ve uygulanmalıdır. Mahalin değişkenleri ve risk sınıfı gibi uygulama yapılacak alanının karakteristik özellikleri sistemin onaylarında (listing) belirtilen kıstaslar ile tutarlı olmalıdır.

Su sisi sistemlerinin ve ekipmanlarının onaylı olması; yangın test protokollerinin, sistem ekipmanlarının, üreticinin dizayn ve montaj manuellere ortak olarak bir bütün içerisinde değerlendirilmesini kapsayan bir konudur.

Bu konuda standartlar temel olarak sistem sınıflamalarını, risk sınıflarını, operasyon alanlarını, operasyon sürelerini ve üreticinin yapacağı testlerin protokoller gibi noktaları belirlenmektedir. Üreticileri kendi sistemlerini standartlarda belirtilen bu şartlara göre akredite olmuş kuruluşlarca test ettirerek sistemin nozul yerleşimi, nozul basıncını ve buna bağlı olarak sistem kapasitesini, borulama ve uygulama kriterlerini belirlemektedir.

Bu konuda literatürde yaygın olarak kullanılan ve yararlanılan standartlar Tablo 3.1'de gösterilmektedir.

Avrupa Standartları;	
CEN/TS 14972	- Fixed Firefighting Systems - Watermist Systems - Design and Installation
	<i>Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri - Su Sis Sistemleri – Dizayn ve Uygulama</i>
VdS 2344	- Procedure for the Testing, Approval, Certification and Conformity Assessment of Products and Systems for Fire Protection and Security Technologies
	<i>Yangın Korunum ve Güvenlik Teknolojileri EKİpmanlarının Test, Onay, Sertifikasyon ve Uygunluk Prosedürleri</i>
BS 8458	- Fixed fire protection systems. Residential and domestic watermist systems. Code of practice for design and installation
	<i>Sabit Yangın Korunum Sistemleri. Konut ve Benzeri Alanlar için Su Sis Sistemleri. Dizayn ve Uygulama İçin Teknik Kurallar</i>
Amerika Standartları;	
NFPA 750	- Standard on Water Mist Fire Protection Systems
	<i>Su Sisi Yangın Korunum Sistemleri Standardı</i>
FM DS 4-2	- Water Mist Systems
	<i>Su Sis Sistemleri</i>
FM 5560	- Approval Standard for Water Mist Systems
	<i>Su Sisi Sistemleri için Onay Standardı</i>
UL 2167	- Standard for Water Mist Nozzles for Fire Protection Service
	<i>Yangından Korunum için Su Sisi Sistemi Nozul Standardı</i>
IMO (International Maritime Organization) Standartları;	
- IMO resolution MSC/circ. 1387 for local application	
Bölgesel Su Sisi Uygulamaları için Uluslararası Denizcilik Örgütü Çözümü	
- IMO resolution MSC/circ. 265(84) for accommodation	
Konutlar için Su Sisi Uygulamalarında Uluslararası Denizcilik Örgütü Çözümü	
- IMO resolution MSC/circ. 1165 for total flooding	
Bölgesel Su Sisi Uygulamaları için Uluslararası Denizcilik Örgütü Çözümü	

Tablo 3.1. Su sis sistemleri için literatürde yaygın olarak kullanılan ve yararlanılan standartlar

Su sisi sistemlerinin tasarımı performans tabanlı yapılmakta olup tasarımlar üretici dizayn manuellere göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmektedir. Buna bağlı olarak sprinkler sistemlerinde olduğu gibi sprinkler yerleşimi ve sistem limitasyonları gibi konular standartlaştırılabilmiş hususlar olamamakla birlikte üreticilerin yapmış oldukları testler ve ürün özellikleri ile belirlenmektedir. Konuya açıklık getirmesi açısından bir su sisi sistemi tasarımında izlenen adımlar sırasıyla şöyledir;

1. Tasarım standardının belirlenmesi,
2. Risk alanının standartta hangi yanıcılık sınıfına dahil olduğunun belirlenmesi,
3. Sistem tipinin belirlenmesi,
Sistemleri sprinkler sistemlerinde de olduğu gibi Islak, Kuru ve Ön-Tepkili sistemler olarak tasarlanabilmektedir.
4. Standarttan operasyon alanının ve operasyon süresinin tespit edilmesi,
5. Üreticinin seçilen tasarım standardına ve yanıcılık sınıfına göre özel olarak hazırlanmış dizayn manuellere ulaşılması,
6. Dizayn manuellere belirlenen şartlarda için kullanılması uygun nozul opsiyonlarının belirlenmesi,
7. Mahalin yüksekliğine ve nozulun kullanılabileceği maksimum yüksekliğe göre tasarımda kullanılabilecek nozul opsiyonlarının belirlenmesi,
8. Maliyet optimizasyonu,
 - Nozul yerleşim mesafelerine göre nozul adedinin belirlenmesi,
 - Seçilmiş nozulların çalışma basıncı ve K faktörüne göre nozul birim debisinin hesaplanması,
 - Toplam debi ihtiyacının belirlenmesi,
 - Belirlenen debi için gerekli ekipmanların toplam maliyeti,
 - Farklı nozul tiplerine göre çıkacak farklı maliyetlerin karşılaştırılması.
9. Alarm vanaları ve yardımcı ekipmanlar ile ilgili limitasyonlarının tespit edilmesi,
10. Kullanılacak borunun spesifikasyonları, suyun kalitesi gibi gerekliliklerin belirlenmesi,
11. Tasarım ve Hidrolik Hesap ve Uygulamanın yapılması

Nozul yerleşimleri ve ekipmanların montaj detayları için manuellere, borulama ve destekleme detayları için standartlardan yararlanılmaktadır. Hidrolik hesaplar ise sprinkler sistemlerinden farklı olarak Hazen Williams metodunu kullanan programlar yerine daha doğru sonuçların ulaşıldığı Darcy-Weisbach metodu kullanan programlar ile yapılmaktadır.

4. YANICI TOZLAR, KÜKÜRT VE RİSKLER

Geleneksel olarak "Toz" 500 µm ve altı katı partiküller olarak tanımlanmaktadır. Yanıcı toz (combustible dust) ise NFPA 652 standardında havada bir kütle olarak asılı kaldığında patlamaya veya parlayarak yangına sebebiyet veren düzgün bir şekilde bölünmüş yanıcı katı partikül olarak tanımlanmaktadır.

Bu yapıda yanıcılığın belirlenmesinde temel faktör partikülün yüzey alanı ve hacmi arasındaki orandır. Boyutu 500 µm üzerinde olan yanıcı katı partiküller hacimlerine göre daha yüksek yüzey alanına sahip olduklarından genellikle parlama (deflagration) riski taşınmazlar. 500 µm altındaki yanıcı tozlar incelendiğinde ise tozların prosese girdiği veya taşındığı her an parlama riski oluşturabildiği gözlemlenmektedir. Bu noktada parlama riskinin derecesi, yanıcı tozun cinsine ve ilgili proses metoduna göre değişkenlik göstermektedir. Bu noktada riskin oluşması için NFPA 652 standardına göre aşağıdaki noktaların bir araya gelmesi gerekmektedir.

1. Yanıcı toz,
2. Yanıcı tozun havada veya diğer oksidanda yayılması,
3. Minimum patlama konsantrasyonunun sağlanması (MEC),
4. Elektrostatik boşalma, elektrik akım arkı, kor, sıcak yüzey, kaynak cürufu, sürtünme ısı veya alev gibi yeterince kuvvetli bir tutuşturma kaynağı.

Bu şartlar sağlandığında ve eğer parlama belli bir sınırlandırmaya tabi tutulduğu takdirde bulunduğu alanda ani bir basınç artışı yaşanacağından dolayı patlama olayı gerçekleşecektir. Patlamaya sebep olan bu ani basınç artışı tesise ve binaya zarar verebildiği gibi yaralanmalara da sebep olabilmektedir.

Tesislerde genellikle bu ilk patlama makine bölgeleri gibi kapalı alanlarda gerçekleşmektedir. Fakat patlama, çevre alanlar ile etkileşim içerisinde olan yerlerde gerçekleştiği takdirde oluşan etki çevredeki mevcut toz tabakalarını kaldırmakta ve oluşan yeni toz bulutları ikincil daha büyük patlamalara sebep olabilmektedir.

Yanıcı tozların patlayabilirliği incelendiğinde, patlayabilirliğin partikülün boyutu, nem miktarı ve inertleme (Inerting) durumuna göre değişkenlik gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Partikülün boyutu düştükçe, yüzey alanı ve hacmi arasındaki oranı artmakta, tozun daha az tutuşma enerji ihtiyacı ile daha kolay yanmasına sebep olmaktadır. Buna karşın toz bulutu içerisinde yer alan 500 µm ve üzerindeki göreceli olarak daha iri parçaların bulunması, karışımdaki patlama riskini nispeten azaltmaktadır. Bu nispeten iri parçacıklar normal şartlar altında her ne kadar olumlu bir etki yaratıyor olsa da, patlama olayı gerçekleştiği takdirde, patlama bu parçacıklarında yanmasına ve patlamaya enerji ilavesi yapılmasına sebep olmaktadır.

Ortamdaki nemin etkisi incelenecek olduğunda, nem toz partiküllerinin yapışkanlıklarını arttırmakta ve topraklar oluşturmalarına sebep olmaktadır. Bu durum oluşan yeni formun daha zor tutuşması ve yayılması anlamına gelmektedir. Fakat birçok toz için patlama riskinin önlenmesi adına nem oranının %30 gibi yüksek oranlarda olması gerekmektedir.

İnertleme, mevcut atmosfere yanma reaksiyonuna girmeyen gazların gönderilmesi ile oransal olarak oluşan lokal atmosfer içerisinde oksijen oranının düşürülmesidir. Konu yanıcı tozların tutuşması için incelendiğinde, toz, seyreltici etkisi yaratacak inert gazlar ile karıştığında, karışım daha az patlayıcı etki göstermektedir. Birçok toz için %8 veya daha az oksijen bulunan bir atmosfer yaratılması durumunda patlama gerçekleşmemektedir.

Günümüzde birçok proseste kullanılan riskli malzemelerden biri de kükürttür. Kükürt gerekli güvenlik önlemleri alınmamak suretiyle kontrollü bir şekilde kullanılmadığı takdirde tesislerde büyük toz patlamalarına sebep olmakta, can ve mal güvenliği üzerinde ciddi tehditler oluşturmaktadır.

Kükürt, hem sıvı hem de katı fazında yanıcı bir maddedir. Toz karakteristiği incelendiğinde, diğer yanıcı tozlara kıyasla 190°C gibi oldukça düşük bir tutuşma noktasına sahip olduğu görülmekte ve partiküller arasında oluşan sürtünme kıvılcıklarından dolayı hali hazırda tutuşmaya hazır durumda toz bulutları oluşturmaktadırlar. Kükürtün bu özelliklerinden dolayı toz bulutlarında %25 ve üstünde kükürt bulunması, toz bulutlarının neredeyse saf kükürt bulutu kadar patlayıcı olmalarını sağlamaktadır.

Kükürt tozunun oluşturduğu patlama risklerinin yanında, yanması durumunda farklı riskler ortaya çıkmaktadır. Katı ve sıvı kükürt yangınlarına reaksiyon sonunda kükürtdioksit gazı ortaya çıkmaktadır. Kükürtdioksit gazı çok yüksek oranda tahriş edici ve toksik bir gazdır. Kükürtdioksit atmosfere karıştığında, 6-20 ppm seviyelerinde göz, kulak, boğaz ve ciğerleri tahriş etmekte, 150 ppm seviyelerinde tahribat çok ciddi miktarlara ulaşmakta, 400 ppm üzerinde ise boğulmaya sebep olmaktadır.

5. ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE KÜKÜRTÜN DEPOLANMASI VE TRANSFERİ

Endüstriyel tesislerde kükürtün depolanması ve transferi sırasında yangın ve patlama riskleri oluşmaktadır. Bu risklerin oluşumundaki temel sebepler incelenecek olduğunda patlama riski yanıcı kükürt toz bulutlarının oluşmasından, yangın riski ise kükürtün tutuşma sıcaklığının üzerine çıkmasıyla oluşmaktadır.

Proseslerinde kükürt kullanan endüstriyel tesislerde kükürtün tesise getirilmesinden kullanılacağı prosese ulaştırılmasına kadarki süreçler içerisinde depolama ve transfer işlemleri gerçekleşmektedir. Bu işlemler esnasında özellikle kükürtün hatlar arasında geçişi, dökülmesi suretiyle gerçekleştirildiğinden dolayı yanıcı toz bulutları oluşumları olmaktadır.

Kükürt, tesise ilk ulaştırıldığı anda öncelikle 10.000m² alanlara varan depolarda depolanmaktadır. Kükürtün depolama alanına girmesi kükürtün araçlardan depoya direk dökülmesi ile gerçekleşebildiği gibi önce araçtan taşıyıcı bir banda, daha sonra taşıyıcı banttın kükürt yığınının üzerine dökülmesi suretiyle de gerçekleşebilir.

Depolama sürecinde kükürtün depoya boşaltılması, depodan taşıyıcı banda aktarılması ve depo içerisinde kükürt yığınlarının depolama alanlarına yayılması sırasında birtakım önlemler alınsa dahi önemli miktarda toz bulutu oluşumu gerçekleşmektedir. Toz bulutlarının oluşma şekli, yüksekte düşen kükürt parçalarının mevcutta depolanmış sert kükürt yığınlarına çarparak daha küçük tanelere bölünmesi ve düşüş enerjisi ile yüzeydeki parçacıkların havalanması ile gerçekleşmektedir.

Bu oluşan toz bulutu, depolarda kullanılan iş makinelerinden çıkan sıcak egzost gazları, motor sıcaklığı, yükleyicilerin sertleştirilmiş alaşım çelikten yapılmış taşıyıcıların beton duvarlara teması sonucu oluşan kıvılcıklar gibi birçok unsur sebebiyle tutuşabilmekte ve patlamalara sebebiyet verebilmektedir.

Kükürtün depolardan kullanım alanına transfer hatları ile yolculuğu ise risk faktörü oluşturan bir diğer alandır. Bu noktada dış etmenlerden dolayı bant üzerinde oluşan tozlu atmosfer ve bantlar arası transferlerde kükürtün şutlardan geçerek dağıtılması sırasında ufalanması, toz bulutu oluşmasına, patlama ve yangın oluşması için zemin hazırlamaktadır.

Bu riskli zemin üzerinde bantlarda statik elektriğin oluşması, döner makine elemanları ve kükürt arasında oluşan sürtünmeler sebebiyle ortaya çıkan ısı gibi etmenler yangınların çıkmasına, doğru koruma sınıfında seçilmemiş elektrikli ekipmanların oluşturabileceği elektrik arki gibi tetikleyici unsurlar patlamalara sebep vermektedir.

Her konuda olduğu, bir eylem gerçekleşmeden önce alınabilecek birçok önlem mevcuttur. Alınacak bu önlemler, uygulama bazında oluşabilecek risk faktörlerinin spesifik olarak belirlenmesi ile mümkün olmaktadır. Bu aksiyonlar, olayların yaşanma olasılığını, risk alanlarını ve olası etkilerini azaltıyor olsa da engellenemediği durumlarda mücadele etmek için tesislerde yangınla mücadele ekipmanları bulundurulmakta ve yangın söndürme sistemleri kurulmaktadır.

Kükürtün depolanması ve transferinin getirdiği yangın ve patlama riskleri ile mücadele etmek için su müdahaleye uygun bir ajandır. Bu müdahaleler insan kontrolü ile kullanılan ekipmanlarla yapılabileceği gibi yangınla mücadele sistemlerinin kurulması ile çok daha kontrollü ve etkili yapılmaktadır. Su ile çalışacak bu sistemleri incelediğimizde toz baskılama ve yangın söndürme işlerini yapacak sprinkler ve su sisi sistemleri gündeme gelmektedir.

Sprinkler ve su sisi sistemleri arasında ilk yatırım maliyetlerinin dışında değerlendirilmesi gereken birtakım temel unsurlar yer almaktadır. Bu unsurlar arasında ön plana çıkan noktalar sistemlerin yangın ve toz baskılama performansları, kaynak kullanım oranları, işletmeye verebilecekleri zararlar ve sebep olabilecekleri ilave maliyetlerdir.

5.1 Yangın performansları

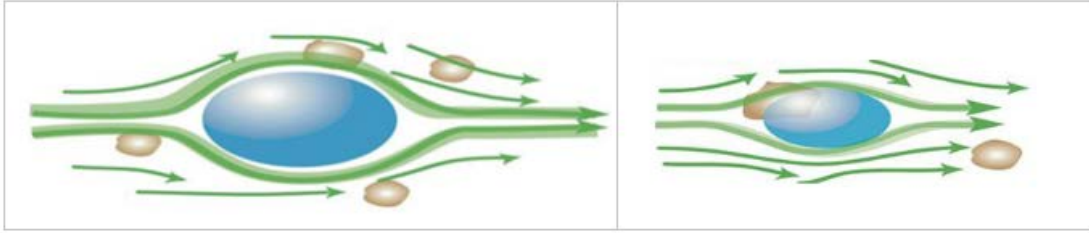
Geleneksel sprinkler sistemlerinde yangınla mücadele prensibi sprinklerler ile belirlenen bir alana su damlacıkları göndermek ve ortamı soğutmak üzerine kurgulanmaktadır. Su sisi sistemleri ile kıyaslandığında sprinkler sistemlerinde tanecik boyutları 1000 mikron ve üzerinde olduğundan dolayı su kütlesine oranla daha düşük yüzey alanı elde edilebilmektedir.

Su sisi sistemlerine kıyasla daha düşük olan bu ısı transfer alanından dolayı, su damlacıklarının büyük bir kısmı buharlaşmak için gerekli olan ısıyı ortamdan yeterli miktarda alamamakta, yere sıvı fazında

su olarak düşmekte ve soğutma efektini düşürmektedir. Buna karşın su sisi sistemlerinde elde edilen küçük su damlacıkları yere daha yavaş düşmektedir. Taneciklerin daha hızlı buharlaşabilme avantajının yanında ortamla daha fazla süre temas halinde kalma olanağı yakalayan tanecikler, düşüşleri sırasında daha yüksek miktarda ısıyı soğurmaktadır.

5.2 Toz baskılama performansları

Toz kütlelerinin baskılanabilmesi için yanıcı toz bulutu içerisinde gönderilen sudaki tanecik boyutlarının önemi büyüktür. Eğer gönderilen su damlacıkları boyut olarak çok büyük olursa, yanıcı toz tanecikleri oluşan hava akımıyla sadece hava içerisinde savrulacak, sadece çok az bir kısmı havadan ayrılacaktır. Kükürt tozlarının havadan ayrılması için ortama gönderilen su tanecik boyutlarının kükürt taneleri ile yakın boyutlarda olması gerekmektedir. Bu sayede su taneleri kükürt tanelerini itmek yerine su tanelerine tutunacak ve yer çekimi ile yere düşüreceklerdir.

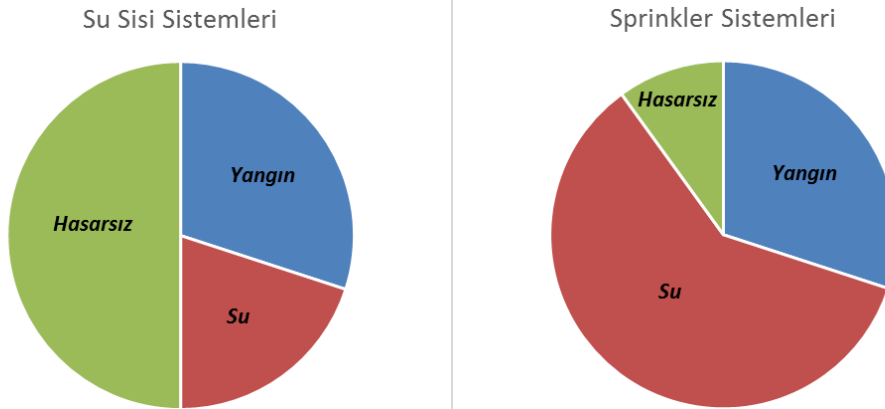


Şekil 5.2.1. Toz baskılamada su tanecik boyutunun etkisi

5.3 Kaynak kullanım oranları

Yapılan araştırmalara göre 1 litre su ile su sis sistemleri ile yapılacak bir uygulama, 1 litre su ile geleneksel sprinkler sistemleri ile yapılacak bir uygulamaya göre 7 kat daha verimli soğutma efekti sağlamakta, ek olarak sprinkler sistemlerine göre çok daha düşük su ihtiyaçları ortaya çıkmaktadır.

Su sisi sistemlerinin bu avantajları, sprinkler sistemlerine göre daha az suyun kullanılması, ve suyun çok büyük bir kısmının buharlaşması, söndürme sırasında suyun bina ve ekipmanlar üzerinde oluşturacağı hasarları da önemli miktarda düşürmektedir.



Şekil 5.3.1. Su sisi ve Sprinkler sistemlerinde suyun oluşturduğu hasarın kıyaslanması

5.4 İşletmeye verebilecekleri zararlar

İstatistiklere göre endüstride 10 işletmenin ancak ortalama 4'ü büyük bir yangın geçirdikten sonra tekrar üretime devam edebilmektedir. İşletmenin üretim hatlarında yaşanacak bu uzun süreli duruşlar, uzun vadelerde ekonomik olarak negatif etkiler oluşturabilmekte ve yangının verdiği zararlardan daha büyük olarak işletmenin pazar payında düşüş riskini doğurabilmektedir.

Buna bağlı olarak endüstriyel uygulamalarda göz önünde bulundurulmuş bir diğer konu ise yangının söndürülmesinin ardından tesisin tekrar faaliyete geçirilme süresidir. Su sisi sistemlerinde suyun oluşturduğu hasarların düşük olmasından daha önemli olarak, üretimin yeniden işletmeye alınabilme süresinin de düşük olması önemli bir unsurdur.

5.5 Sebep olabilecekleri ilave maliyetler

Endüstriyel fabrikalarda proseslerde kullanılan kükürtün içerisindeki nem oranı proses maliyetlerini etkileyebilen bir unsurdur. Örneğin gübre fabrikalarında kükürt içerisindeki nemin %1 oranında artması, %20 maliyet artışına sebep olmaktadır. Bu noktada toz baskılama için kükürün su ile ıslatılması kükürtün nemini arttırmaktadır. Bu maliyetlerin olabildiğince önüne geçebilmek için kurulacak sistemin yanıcı toz bulutlarına minimum miktarda suyun uygulanması gerekmektedir.

Sprinkler ve su sisi sistemlerini bu noktada karşılaştıracak olursak kullanılan nozulların çalışma basıncı ve K faktörlerine göre toz bulutu üzerine gönderecekleri su miktarlarının hesaplanması gerekmektedir.

Kriterler	Sprinkler	Yüksek Basınç Su Sisi Nozulu
K-Faktörü [(lt/dk)/bar ^{0.5}]	80	2,75
Minimum Çalışma Basıncı (Bar)	0,5	100
Su Debisi (lt/dk)	56,57	27,50

Tablo 5.5.1. Standart bir sprinkler ve yüksek basınçlı bir su sisi nozulundan çıkan su debilerinin karşılaştırılması

Tablo 5.5.1.'de standart bir sprinkler ve yüksek basınçlı bir su sisi nozulundan çıkan su debilerinin karşılaştırılması incelenmiştir. Uygulamada kullanılacak sprinkler miktarının kullanılacak su sisi nozul miktarından daha az olmayacağı üzerinden gidilirse, K-faktörü çok daha düşük su sisi nozulları olmasına rağmen örnek için seçilen ortalama bir nozuldan dahi çıkan su miktarı sprinklere göre 2 kat daha azdır.

Kükürt depolama ve transfer hatların su sisi sistemleri dizayn edilirken göz önünde bulundurulması gereken birtakım noktalar mevcuttur. Öncelikle yangın ve patlama risk alanları doğru belirlenmeli, işletmeler ile ortak bir risk analizi yapılmalıdır. Yapılan uygulamalarda görülmüştür ki depolama alanlarında kükürtün depoya boşaltılması belli bir alan içerisinde yapılmakta ve riskli alan depolanan malzemenin üst yüzeyinde başlamaktadır. Su sisi uygulaması yapılırken seçilecek operasyon alanı depolanan malzemenin üst yüzeyine ve kükürtün depoya boşaltıldığı alan ile sınırlandırılarak yapılmalıdır.

Göz önünde bulundurulması gereken bir diğer nokta ise uzunluğu yüzlerce metreyi bulabilen transfer hatlarının tümünde bant üzerine ve şut transfer bölgelerine uygulama yapmaktır. Bu uygulama yapılırken zonlama mümkün olduğunca her bir bandı minimum miktarda bölecek şekilde yapılmalıdır.

Ayrıca yapılan uygulamalarda su sisi sisteminin, prosese uygun ex-proof bir algılama sistemiyle birlikte çalışacak, hem otomatik hem manuel modda kullanılacak şekilde tasarlanması, hem insan ve hem de sistem hata faktörünü minimuma indirmektedir.

6. YATIRIM MALİYETİ

Su sisi sistemini oluşturan bu ekipmanlar konvansiyonel sprinkler sistemleri ile karşılaştırıldığında su sisi sistemlerindeki ekipmanların gerek yüksek basınç altında çalışmaya uygun uygulamaya özel ürünler olarak tasarlanmalarından, gerekse ürünlerin imalatlarında daha yüksek üretim teknolojileri kullanılmasından kaynaklı olarak birim ürün maliyetleri sprinkler sistemlerine kıyasla göreceli olarak daha yüksektir. Fakat konu yatırım maliyeti olarak ele alındığında konu proje özelinde değerlendirilmeli ve yatırım maliyetleri karşılaştırılmalıdır. Konuya örnek oluşturması açısından yüksek bir bina için Tablo 6.1'de yapı detayları verilmiş, Tablo 6.2'de proje için temel sistem maliyetleri ve Tablo 6.3'de kat işgal maliyetleri hesaplanmış, Tablo 6.4'de toplam yatırım maliyet karşılaştırması yapılmıştır.

Yapı Proje Detayları	Birim	Değer
Bina Yüksekliği	(m)	150
Kat Sayısı	#	31
Ortalama Kat Alanı	(m ²)	1.800
Katların Toplam Alanı	(m ²)	55.800
Toplam Otopark Alanı	(m ²)	7.850
Toplam Proje Alanı	(m ²)	63.650

Tablo 6.1. Örnek Yüksek Yapıya Ait Proje Detayları

Sistem Maliyet Detayları	Birim	Sprinkler Sistemi	Su Sisi Sistemi
Birim Boru, Fittings, Askılama, Sprinkler, Vana ve Diğer Ekipman Maliyetleri	(USD/m ²)	18	23
Birim Boru, Fittings, Askılama, Sprinkler, Vana ve Diğer Ekipman Maliyetler Toplamı	(USD)	1.145.700	1.463.950
Bodrum Katlarda Yer Alan Ana Pompa Maliyeti	(USD)	80.000	120.000
Yüksek Katlar için İlave Pompa Maliyeti	(USD)	80.000	0
Toplam Sistem Maliyeti	(USD)	1.305.700	1.583.950

Tablo 6.2. Yapıya Yapılması Planlanan Sprinkler ve Su Sisi Sistemleri için Örnek Sistem Maliyetleri

Kat İşgal Maliyet Detayları	Birim	Sprinkler Sistemi	Su Sisi Sistemi
Bodrum Katlarda Kat Alanı Bedeli	(USD/m ²)	1.000	
Yüksek Katlarda Kat Alanı Bedeli	(USD/m ²)	3.000	
Bodrum Kat Ana Pompa Odası için Gerekli Alan	m ²	40	10
Yüksek Katlarda İlave Pompa Odası için Gerekli Alan	m ²	40	0
Bodrum Kat Ana Su Tankı için Gerekli Alan	m ²	100	20
Yüksek Katlarda İlave Su Tankı için Gerekli Alan	m ²	20	0
Bodrum Kat Pompa Odası için Gerekli Alan Maliyeti	(USD)	40.000	10.000
Yüksek Katlarda İlave Pompa Odası için Gerekli Alan Maliyeti	(USD)	120.000	0
Bodrum Kat Su Tankı için Alan Maliyeti	(USD)	100.000	20.000
Yüksek Katlarda Su tankı için Alan Maliyeti	(USD)	60.000	0
Toplam Kat İşgal Maliyeti	(USD)	320.000	30.000

Tablo 6.3. Sprinkler ve Su Sisi Sistemlerinin Yapı İçerisinde Oluşturacakları İlave Örnek Kat İşgal Maliyetleri

Yatırım Maliyeti	Birim	Sprinkler Sistemi	Su Sisi Sistemi
Toplam Sistem Maliyeti	(USD)	1.305.700	1.583.950
Toplam Kat İşgal Maliyeti	(USD)	320.000	30.000
Toplam Yatırım Maliyeti	(USD)	1.625.700	1.613.950

Tablo 6.4. Yapılması Planlanan Sprinkler ve Su Sisi Sistemlerinin Toplam Yatırım Maliyeti

Yaklaşık maliyetler ile yapılan bu örnek karşılaştırma incelendiğinde temel olarak su sis sistemlerinin ekipman ve uygulama maliyetleri sprinkler sistemlerine kıyasla daha yüksek hesaplanmış fakat sprinkler sistemi için gerekli ana ve ara seviye pompa dairesi ve su tankı için kullanılacak yapı alanının getirdiği ilave maliyetler göz önünde bulundurulduğunda sistemlerin yatırım maliyetlerinin eş çıktığı gözlemlenmektedir. Bu koşullar altında su sisi sisteminin getirdiği aşağıdaki avantajlar göz önüne alındığında sistemler arasında su sisi sisteminin seçilmesi daha makul olmaktadır.

- Su sisi sistemleri söndürme performansı açısından daha üstün bir teknolojiye ve etkinliğe sahiptir,
- Su sisi sistemi tesisat ve ekipman açısından daha sade ve herhangi bir ara seviye basınçlandırma ihtiyacına gerek duymamaktadır,
- Ana hatlarda yaklaşık DN40, branşmanlarda DN9 daha düşük çaplarda boru kullanımı gerektirir,
- Boru hatları paslanmaz çelikten yapıldığından dolayı 40 yıla varan kullanım ömrü sunmaktadır,
- Kullanılan nozul adedi sprinkler adedine göre çok daha azdır. Bu sayede daha estetik bir sunum imkanı da sağlanabilmektedir.

Su sisi sistemleri söndürme etkinlikleri bakımından alternatif sistemlere kıyasla daha yüksek bir performans sergilemektedirler. Bu yüksek performanslarının altında etkin söndürme mekanizmaları yer almaktadır.

7. SONUÇ

Teknolojinin gelişmesi ile birçok alanda olduğu gibi yangın söndürme sistemlerinde de yenilikler yapılmaktadır. Bu yenilikler sistemlerin doğal kaynakları daha az kullanarak daha verimli çalışmalarını ve yangın sistemleri özelinde insanların can ve mal güvenliğini çok daha iyi sağlamaya yönelik iyileştirmelerdir.

Günümüzde birçok konvansiyonel uygulama yerini daha modern ve verimli sistemlere bırakmaktadır. Yüksek basınçlı su sisi sistemleri de birçok alanda kullanımı yaygınlaşmış, kanıtlanmış söndürme etkinliklerinden dolayı veri merkezleri, madenler, hastaneler, oteller, müzeler, kablo kanalları ve yanıcı parlayıcı sıvıların olduğu alanlar gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Fakat birçok yangın sisteminin tasarımında olduğu gibi sistemin efektif çalışabilmesi için risklerin profesyonellerce belirlenmesi ve karşı karşıya olunan riskler doğru analiz edilerek sistemlerin doğru dizayn edilmesi gerekmektedir.

Yapılmış olan bu çalışmada su sisi sistemlerinin söndürme mekanizmalarını detaylandırılmış, konvansiyonel sprinkler sistemleri ile kıyaslanmış, kükürt depolama ve transfer hatları özelinde riskleri ve çözümleri irdelenmiş ve sonuç olarak toz baskılama ve yangınla mücadele açısından yüksek basınçlı sistemlerin etkili, ekonomik ve doğru bir çözüm olduğuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] BACK, G.G., "Bridging the Gap Between Theory & Practice: Protecting Flammable Liquid Hazards Using Water Mist Fire Suppression Systems" Fire Suppression and Detection Research Application Symposium, 1998.
- [2] DANFOSS, "Sem-Safe Water Mist System Design Manual for Industrial and Commercial Systems", 2010
- [3] DRYSDALE, D., "An Introduction to Fire Dynamics," John Wiley and Sons, 1985
- [4] HERTERICH, A.O., "Library of the Science of Fire Protection and Related Areas" The Dr. Alfred Huthig Publishing Co., 1960.



- [5] KANURY, A.M., "Introduction to Combustion Phenomena", Gordon and Breach Science Publishers, 1994.
- [6] NFPA 652, "Standard on the Fundamentals of Combustible Dust", 2019
- [7] NFPA 750, "Standard on Water Mist Fire Protection Systems", 2015
- [8] NIGRO L., "The Water Mist Technology Future: How the Test And Approval Process May Affect the Next Developments", IWMA, UL's 3° European Fire Forum
- [9] OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH SERVICE, "Approved Code of Practice For The Prevention of Sulphur Fires and Explosions", Occupational Safety and Health Service Department of Labour, 1992
- [10] QIN J., CHOW W.K., "Experimental Data On Water Mist Suppression", The 9th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, 2013
- [11] SPENCER A. B., "When a NUISANCE BECOMES DEADLY", NFPA Journal, Kasım/Aralık 2008
- [12] TAMANINI, F., "A Study of the Extinguishment of Vertical Wooden Slabs in Self-sustained Burning, by Water Spray Application" Combustion Science and Technology, 1976
- [13] WAIN G., "The Science of Coal Dust Suppression", Parker
- [14] WIGHUS, R., "Active Fire Protection: Extinguishment of Enclosed Gas Fires with Water Sprays," SINTEF Norwegian Fire Research Laboratory, 1990.

ÖZGEÇMİŞ

İsmail TURANLI

1965 yılında Rize doğumlu İsmail TURANLI ilk ,orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladıktan sonra 1990 yılında Yıldız Teknik Üniversitesinden Makine Mühendisi olarak Lisans diplomasını almıştır.

1989-1997 yılları arasında mühendislik mesleğini profesyonel olarak EMO LTD.ŞTİ de icra etmiştir. 1997 yılından bu yana kurucu ortağı olduğu NORM TEKNİK Şirketler grubunda Yönetim Kurulu Üyesi ve Eşbaşkan olarak çalışma hayatına devam etmektedir. Yangından korunma sistemleri konusunda uzman olup bu konuda yayınlanmış bir kitabı mevcuttur. Türkiye Yangından Korunma Vakfı ve Derneğinin üç dönem Yönetim Kurulu Başkanlığını yapmış, hala vakıf ve dernek çalışmalarında aktif olarak yer almaktadır.

Makine Mühendisliği Odası üyeliği ve Türk Tesisat Mühendisleri Derneği üyeliği mevcut olup mesleki alanı ile ilgili sektörel yayınlarda yayınlanmış makaleleri mevcuttur.

Bora ŞİRANLI

1991 İstanbul doğumlu Bora ŞİRANLI ilk, orta ve lise eğitimini F.M.V Nişantaşı Işık Lisesinde, lisans öğrenimini Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde, yüksek lisans öğrenimini İstanbul Üniversitesi İşletme bölümünde tamamlamıştır.

Norm Teknik A.Ş. firmasında profesyonel olarak yangın söndürme sistemlerinin mühendislik ve satışı konusunda sistem uzmanı olarak çalışmaktadır. Türkiye Yangından Korunma Vakfı ve Derneği bünyesinde düzenlenen sempozyum ve konferanslarda konuşmacı olarak yer almış ve sektörel yayınlarda makaleleri yayınlanmıştır.