

KAPALI OTOPARKLARDA JET FAN SİSTEMİ

1. GİRİŞ

Dış cephe duvarlarındaki açıklıklarının toplam alanı, otopark kat alanının %5'inden az olan otoparklar kapalı otopark olarak adlandırılır ve mekanik havalandırma yapılması zorunludur.

Yer altında kalan otoparkların dış ortama açıklık imkânı olmadığından kapalı otopark sınıfındadırlar. Kapalı otoparklarda ortamdaki zararlı gaz ve tozların uzaklaştırılması ve temiz hava sağlanması için günlük kullanım esnasında tüm katlar dikkate alınarak havalandırma yapılmalıdır. Yangının en büyük hacimli katta çıkacağı düşünüülerek gerekli egzoz debileri tespit edilerek yangın duman tahliye sistemi oluşturulur.

İki bin metrekareden büyük kapalı otoparklarda zorunlu olarak yapılması gereken mekanik havalandırma ve duman tahliye sistemi iki şekilde tasarlanabilir;

1. Hava kanalları ile dağıtım ve toplama yapılan *kanallı sistem*,
2. Jetfan sistemi.

Burada ele alınacak olan sistem Jetfan sistemidir.

2. SİSTEMİN TEMEL ÖZELLİKLERİ

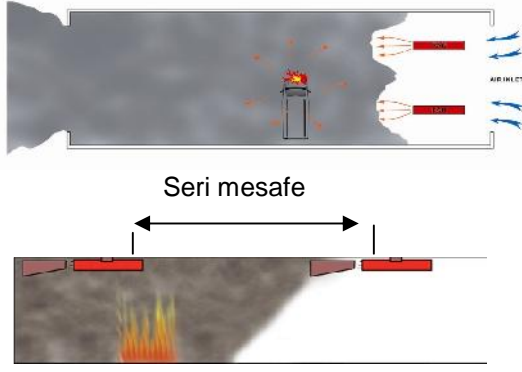
- Jet fanlar yarattıkları itme kuvveti ile önlerindeki hava kütesine hızla vurarak geniş bir alandaki havayı iter ve sürükleyerek harekete geçirir. Çevrelerindeki hava kütesini de katarak geniş bir alanda etkili olurlar (ekil 1).



- Jet fanlar itme kuvvetine göre seçilirler. 20N, 30N, 50N, 80N, 100N gibi. Etki mesafeleri paralel ve seri olarak birbiriyle örtülecek şekilde ekilde ve mimariye uygun olarak yerleştirilirler (ekil 2).

İtme Kuvveti (N):

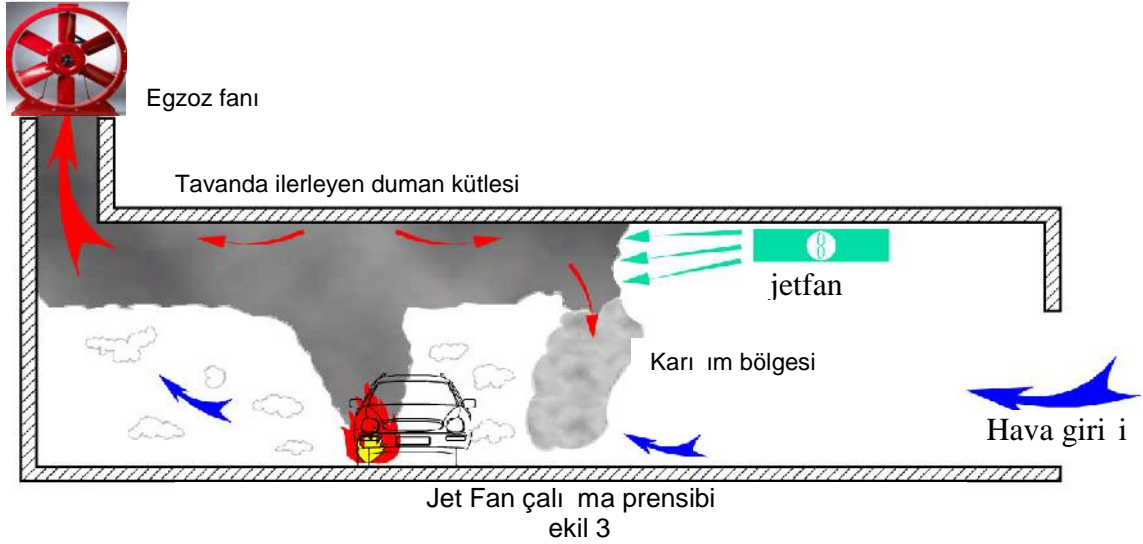
Fan çıkışındaki hız (m/s) x Hava Debisi (m³/s) x Standart havanın yoğunluğu (kg/m³)



Jet Fanlar arasındaki mesafeler
ekil 2

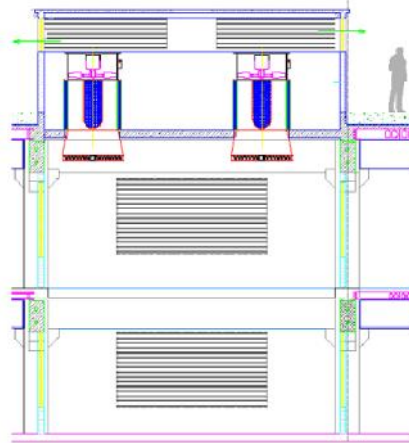
tme Kuvveti	Paralel mesafe	Seri mesafe
30N	8-10 m	20 m
50N	15 m	35 m
80N	15-17 m	50 m
100N	15-20 m	70 m

- Jet fanlar ile ortamdaki gaz, toz veya yangın dumanı geni bir alana yayılmadan, kısa sürede tahliye noktalarına ta ınır (ekil 3).



- Jet fanlar, CO ve di er zararlı gazların yo unlu unu temiz hava ile karı tırarak seyreltir ve otopark içerisinde ölü alan kalmasını engeller.
- Günlük havalandırma için gerekli olan egzoz havası debisi tüm otopark katlarında kirlilik olabilece i dü ünülerek toplam kat alanları dikkate alınarak hesaplanır. Hesaplama yöntemi ülke ve standartlara göre de i im gösterir. ngiltere'de BS 7346-7 standardında saatte 6 de i im istenmektedir. Almanya'da VDI 2053 standardında CO salınım de erlerine göre hesap yapılması veya konut dı ı binalar için $12 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$, konut binaları için $6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ de erlerinin dikkate alınması istenmektedir. Türkiye'de TS 3419'a göre konut dı ı binalar için $12 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$, konut binaları için $6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ de erlerine göre hesap yapılmalıdır.
- Otopark katlarının tamamına yerle tirilen CO hissedicileri (yakla ık 400m^2 de bir adet, yerden yükseklik 1,5m) vasıtasıyla alınan CO seviye bilgisine göre Jetfanların, ana tahliye fanlarının ve varsa taze hava fanlarının hızları de i tirilir. htıyaca uygun olarak çalı tırılan sistem enerji tasarrufu sa lar.
- Otopark alanı yangın bölgelerine ayrılmalı ve her bir bölge en az bir adet yeterli büyüklükte tahliye aftına veya cepheden atı açıklı ına sahip olmalıdır.

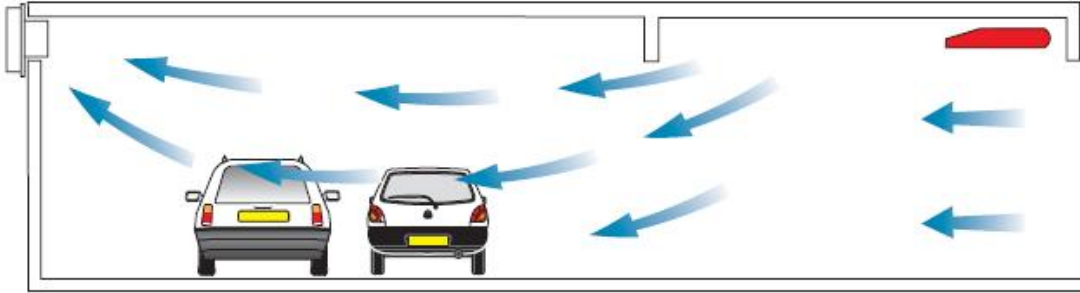
- Yangın bölgeleri seçilen sisteme ba lı olarak, BS 7346-7;
- 1. 10 hava de i imli duman seyreltme ve tahliye sistemi: Bu sistemde yangın bölgeleri en fazla 5000 m² olabilir. Duman geni bir alana yayılır ancak seyreltildi i için görü mesafesi iyi ve duman sıcaklı ı dü üktür. Örne in, Geni lik: 60m, Uzunluk: 80m, Yükseklik: 3m olan bir yangın bölgesinde gerekli olan en az hava tahliye debisi: 60m x 80m x 3m x 10 de i im/saat = 144.000 m³/h dir.
10 hava de i imli sistem genel kullanım amaçlı otoparklarda uygulanır. Yatırım ve i letme maliyetleri uygundur. Otoparkın havalandırılması ve yangın duman tahliyesi dü ük enerji tüketimiyle hızlı bir eilde gerçekte tirilir.
- 2. Duman ve Isı Kontrol sistemi: Yangın bölgesi büyüklü ü 2000 m² den büyük olamaz. Yangın bölgesi kesitindeki hava hızı (jet fanların etkisi dikkate alınmadan) 1 m/sn değildir. Örnek olarak; Geni lik: 40m, Uzunluk: 50m, Yükseklik: 3m olan bir yangın bölgesinde kesit: 40m x 3m = 120 m², bu kesit için gerekli hava debisi: 120 m² x 1m/s x 3600 s/h = 432.000 m³/h dir.
Bu sistemin tercih edilmesi mü terinin özel iste ine veya binanın yüksek güvenlik gereksinimlerine ba lıdır. Yangın bölgesi kesin sınırlar içerisinde ve küçük bir alanda sınırlandırılır, kaç ı yolları dumandan korunur ancak yatırım ve i letme maliyetleri yüksektir.
- Çok katlı kapalı otoparklarda her yangın bölgesi için ayrı olmak ıyla, otopark katları boyunca dikey olarak olu turulan tahliye a ftları üzerine yerle tirilen duman egzoz fanları tüm katlar için ortak kullanılır. Günlük havalandırma için a ftların katlara açılan noktalarında yer alan damperlerin tamamı açık tutulabildi i gibi araç alınmayan katlar var ise bu katların damperleri kapatılıp ana fanların debileri azaltılabilir.



Tahliye a ftı ve ana aksiyal
egzoz fanları
ekil 4

- Yangın anında, yangın çıkan kattaki ilgili a ftların damperleri açık di er bölge ve katlardaki damperler kapalı olmalıdır.
- Her bir yangın bölgesine ait a ftta gerekli olan kapasite iki adet fan ile sa lanmalıdır. Bir fanın devre d ı kalması durumunda di er fan %50 kapasite ile de olsa hizmete devam eder. Çalı mayan fan üzerinden kısa devre hava hareketinin engellenmesi için fanların üzerinde tek yönlü veya sistem ters çalı tırılacaksa motorlu damperlerin olması gerekir.
- Tahliye edilen hava miktarıyla orantılı olarak otopark içerisine taze hava giri inden emin olunmalıdır. Tahliye edilen havanın %80'ninin taze hava olarak içeriye alınması sa lanmalıdır. Otopark alanı negatif basınçta tutularak ortamda olu abilecek koku, gaz ve tozların binanın di er kullanım alanlarına geçi i engellenmelidir.
- Do al hava hareketiyle giren havanın hızı 2 m/sn'yi, yangın anında rampalarda ve kaç ı yollarındaki hava hızı 5 m/sn'yi geçmemelidir.

- Sadece yangın çıkan bölgedeki Jet fanlar çalışır, diğer bölgelerdeki jet fanlar çalışmaz. Dumanın yangın olmayan bölgelere dağılımı azaltılır.
- Isı ve dumanın yangın bölgesinden hızla uzaklaştırılması sayesinde, itfaiyenin görüş mesafesi artar ve taze hava istikametinden geldiğinde yangın noktasına 10m mesafeye kadar yaklaşılabilir. İtfaiyenin görerek doğru müdahalesi sayesinde yangın daha kısa sürede söndürülür.
- Diğer bölgelerin duman ve ısıdan korunması, otopark katının tamamen zarar görmesini engeller.
- Montaj ve işletmeye alma süresi kısadır. Çelik ve zaman tasarrufu sağlar.
- Diğer mekanik ve elektrik tesisatı ile çakışması kolayca önlenir.
- Jet fanlar açıkta olduğu için bakımı kolaydır. Hava kanallarının ise iç ve dış temizliği zor ve yüksek maliyetlidir.
- Jet fanlar yeterli mesafe bırakılarak tavan kirişleri arasında yerleştirilebilir. Tavanda yükseklik kaybı olmaz. Otopark kat yükseklikleri azaltılarak inşaat maliyetleri azaltılabilir.



- Jet fan sisteminde dükü kanallar yoktur ve bu kanalları araçlardan korumak için yapılan konstrüksiyon nedeniyle otopark alanında yer kaybedilmez. Araç park yeri sayısında artış sağlar.
- Jet fan sisteminde kanal basınç kayıpları olmadığından, fanların üstüne yerleştirilen ana tahliye fanları 200-300 Pa gibi düşük basınçlarda seçilir ve fan motor güçleri kanallı sistemden 3-4 kat daha azdır.
- Toplam kurulu güç daha az olduğundan, acil durum jeneratör gücü ve maliyeti daha azdır.

3. FANLAR

3.1 DUMAN EGZOZ FANLARI

- EN 12101-3 Standardında ve F300 yangın sınıfında olmalıdır.
- IP55 Sızdırmazlık sınıfında olmalıdır.
- Aksiyal veya radyal tipte olabilir. Ancak tahliye fanları üzerine kolay yerleştirimi ve çift yönlü çalıştırılabilmeleri nedeniyle aksiyal fanlar tercih edilir.



- Emi ve atı tarafları yabancı madde girişlerini önlemek için tel kafesli olmalıdır.

3.2 JET FANLAR

3.2.1 Aksiyal Jet Fanlar (impulse):

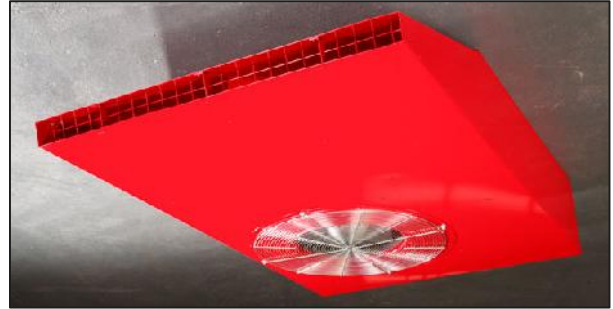
- EN 12101-3 Standardında ve F300 yangın sınıfındadır.
- Giri ve çıkı tarafı susturuculudur (ekil 5).
- Çift hızlı motor seçene i vardır.
- Tamir ve bakım anahtarı üzerindedir.
- Tek veya çift yönlü model seçenekleri vardır. Mimari duruma göre çift yönlü tasarım tercih edildi inde daha az sayıda fan kullanılır.
- Atı tarafı yönlendiricili, emi tarafı tel kafeslidir.
- Fan kanatları Alüminyum ala ımlı basınçlı dökümdür.
- Elektrik motoru IP55, H sınıfı yalıtımlı, 300°C 2 saat dayanımlıdır.
- Fan gövdesi sıcak daldırma galvanizli sacdan mamul veya fırın boyalıdır.



Aksiyal Jet Fan
ekil 5

3.2.2 Radyal Jet Fanlar (induction):

- EN 12101-3 standardına uygun sertifikalıdır. F300 sınıfında 300 °C, 2 saat sıcaklık dayanımlıdır.
- 350mm'den az gövde yüksekli i sayesinde dü ük kat yüksekliklerinde kolay çözüm sa lar (ekil 6).
- 100N itme kuvveti olan modeller kat yüksekli ine ba lı olarak 80m mesafeye kadar etkili olur. Daha az fan ve kablo kullanılır. Daha dü ük yatırım maliyeti ve enerji tüketimi sa lar.
- Geriye e ik seyrek kanatlı yüksek verimli radyal fan yapısı daha az türbülans ve ses yaratır.
- Çift hızlı motor ihtiyaca uygun çalı tırılarak enerji tasarrufu sa lanır.
- Tamir ve bakım anahtarı üzerindedir.



Radyal Jet Fan
ekil 6

4. MONTAJ ve DEVREYE ALMA

- Jet fanların emi ve atma ızları ile kiriş aralarında yeterli üfleme ve emi mesafelerinin bırakılması gereklidir (ekil 7).



<i>H (mm)</i>	<i>L min. (mm)</i>
400	2000
500	2500
600	3000

ekil 7

- Eğer yeterli mesafeler sağlanamıyorsa, mutlaka uygun bir konstrüksiyon yardımı ile jet fanlar önlerindeki engelden kurtarılacak şekilde tavandan aşağıya sarkıtılmalıdır (ekil 8).



ekil 8

- Emi ve üfleme ızlarının önlerinde sprinkler başlığı bulunmamalıdır. Sprinkler başlıkları patladı anda oluşacak su jeti hava hareketlerini perde gibi engelleyecektir (ekil 9).
- Elektrik tavası, aydınlatma, boru v.b. diğer mekanik ve elektrik elemanları engel teşkil etmemelidir.

- Standartlar gereği tahliye ağıflarına konacak olan ana fanlar her bir ağıfta %50 yedekli olarak 2 adet istenmektedir (ekil 10).

- Aksiyal fanların emi ve atma tarafında en az bir çap mesafede engel bulunmamalıdır.

- Fanlardan herhangi birinin arızalanması durumunda kısa devre hava akışı olmasını engellemek için her bir fan üzerinde damper olmalıdır. Fan arızasında damper kapalı konuma geçmelidir.

- Ağıfta damperlerinde kullanılan motorlar on-off tipte olmalıdır.



ekil 9

- Mekanizmalarının; harç, boya ve montaj hatası nedeni ile sıkı madeni kontrol edilmesi gerekmektedir (ekil 11).



ekil 10



ekil 11

5. ELEKTRİK PANOLARI VE OTOMASYON

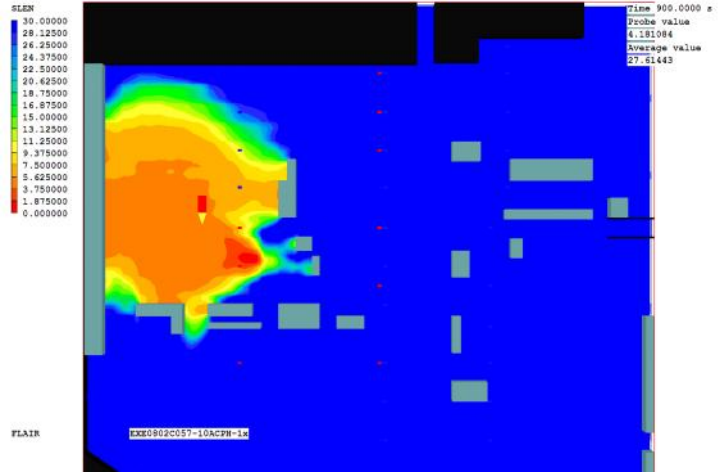
- Elektrik panoları yangına dayanıklı odalarda yer almalıdır.
- Hem CO hem de yangın paneli ile jet fan sistem kontrol panoları entegre edilmeli ve oluşturulan senaryolar denenmelidir.
- Duman tahliye fanları ve varsa taze hava fanları frekans dedektörlerle sürülmelidir (ekil 12).
- Yangın esnasında frekans dedektörlerle devreden çıkarılarak fanların doğrudan sürülmesini sağlayan by-pass sistemi olmalıdır.
- Egzoz fanlarının; hem sürücü ile hem de direkt çalışması durumu için üfleme yönleri ayrı ayrı kontrol edilmelidir.
- Kontrol panosu üzerinden tüm fanlar tek tek çalıştırılmalı ve projeye uygun doğru fanın/damperin çalışması gözlemlenmelidir.
- Jet fanların düşük ve yüksek hızda dönüş ve üfleme yönleri kontrol edilerek çalıştırılmalıdır. Saha da uygulama amacıyla en çok yaşanan problemlerden biri, düşük ve yüksek devir hız balantılarının karıştırılmasıdır. Fan üfleme yönlerinin de doğru olarak kontrol edilmelidir.
- CO ve yangın paneli ile jet fan sistem kontrol panoları entegre edilmeli ve oluşturulan senaryolar denenmelidir.
- PLC kontrol sistemi ile CO seviyesine göre fanlar ihtiyaca uygun hızda çalıştırılarak enerji tasarrufu sağlanır.
- İtfaiyenin kendi planına göre veya başka bir acil durum nedeniyle her bir pano grubunun uzaktan elle kumanda edilmesini sağlayan acil durum kumanda paneli olmalıdır.
- Kontrol sisteminin çalışmaması durumunda hem pano üzerinde hem de acil durum panosu yakınında acil durum alteri olmalıdır. Bu alter çalıştırıldığında ilgili panoya ait tüm ana fanlar egzoz konumunda ve tam kapasitede çalıştırılır.



ekil 12

6. CFD (Computational Fluid Dynamics – Hesaplanabilir Akı kanlar Dinami i) ANALİZ

Yapılan tasarımın kontrolü CFD analizi ile gerçeğe çok yakın bir benzeşimle canlandırılarak yapılabilir (ekil 13). Bu sayede hava ve duman hareketleri, hava hızı, sıcaklık ve görüş mesafesi kontrol edilir. 10 hava deşimimli sistemlerde mü teri isteşine başlı olarak yapılabilir. Duman ve ısı kontrol sistemlerinde ise CFD analizinin yapılması gereklidir. Bazı Avrupa ülkelerinde, “Duman ve ısı kontrol” sistemleri için yapılan CFD çalışmasının itfaiye tarafından onaylanması halinde otopark için sprinkler sistemi yapılmaması mümkün olabilmektedir.



4 MW yangın dumanı dağılımı CFD analizi
ekil 13

7. SONUÇ

Sonuç olarak, mekanik, elektrik ve mimari avantajlar sağlayan jetfan sistemi hızlı sonuç almayı sağlayan güvenilir, düşük enerjili ve çevre dostu bir havalandırma ve duman tahliye sistemidir.

8. KAYNAKÇA

- (1) Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği, 2002
- (2) BS 7346-7:2006, Components for smoke and heat control systems
- (3) VDI-Handbuch Raumlufttechnik, VDI 2053 Air treatment systems for car parks, 2004
- (4) Car Park Ventilation – An Application Guide, Eltafans, 2008
- (5) CAR Park Ventilation System, Colt, 2007