

- ❖ ISITMA
- ❖ HAVA KOŐULLANDIRMA
- ❖ HAVALANDIRMA
- ❖ SU ŐARTLANDIRMA
- ❖ SU ARITIMI
- ❖ ENERJİ
- ❖ OTOMATİK KONTROL
- ❖ BİNA OTOMASYON

- ❖ İŐ YÖNETİMİ VE ORGANİZASYON
- ❖ MALİYE / FİNANS
- ❖ MÜHENDİSLİK GELİŞTİRME
- ❖ PAZARLAMA / SATIŞ
- ❖ HALKLA İLİŐKİLER / REKLAM
- ❖ EĞİTİM
- ❖ AR-GE
- ❖ KİŐİSEL GELİŐİM
- ❖ ÜRETİM
- ❖ İHRACAT / İTHALAT
- ❖ MÜŐTERİ HİZMETLERİ
- ❖ SERVİS HİZMETLERİ

Alarko Carrier San. ve Tic. A.Ő.  
GOSB – Gebze Organize Sanayi Bölgesi  
Őahabettin Bilgisu Cad. 41480 Gebze / KOCAELİ  
[www.alarko-carrier.com.tr](http://www.alarko-carrier.com.tr)  
[info@alarko-carrier.com.tr](mailto:info@alarko-carrier.com.tr)

M. Oğuz AYDOĞDU

## KAPALI OTO PARKLARDA KANALSIZ HAVALANDIRMA SİSTEM TASARIMI VE KRİTERLERİ

- \* Yayın Tarihi: Haziran 2009
- \* Yayınlayan: Tesisat Dergisi
- \* Kaynak gösterilerek kısmen ya da tamamen yayınlanabilir.



## **Oğuz AYDOĞDU**

Alarko Carrier Sanayi ve Ticare A.Ş.  
Sistem Satışları Satış Müdür Yardımcısı  
[oguz.aydogdu@alarko-carrier.com.tr](mailto:oguz.aydogdu@alarko-carrier.com.tr)

1961 İstanbul doğumludur. Yıldız Üniversitesi (1983) ve Fen Bilimleri Enstitüsü (1986) mezunu olan Aydoğdu halen Alarko Carrier'da Sistem Satışları Satış Müdür Yardımcısı olarak çalışmaktadır. TMMO ve TTMD üyesidir.

## **Kapalı Otoparklarda Kanalsız Havalandırma Sistem Tasarımı ve Kriterleri**

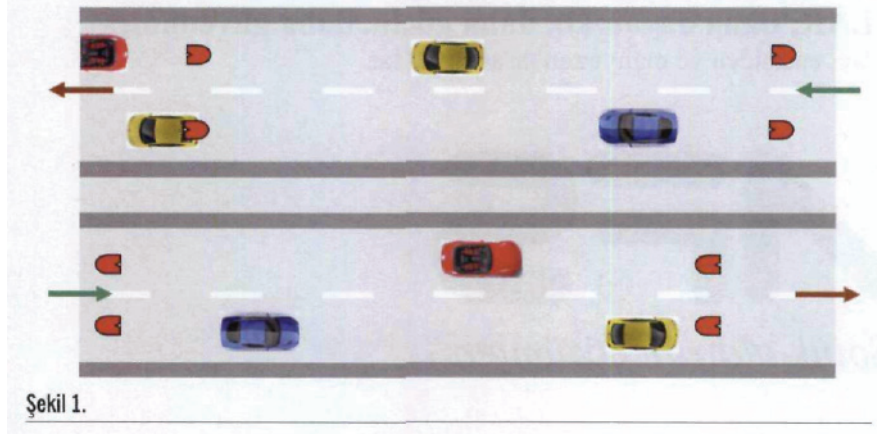
Bu yazıda, otoparklarda havalandırma (car park ventilation) ve duman egzostu konusunda yenilikler, atk gaz ve sıcaklığın insan vücuduna etkileri, tünel havalandırması temel bilgilerinin otoparklara uygulanması, duman geri akışının önlenmesi, kullanımı halindeki enerji tasarrufu anlatılmaktadır.

### **1. Giriş**

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de park alanı gereksinimini karşılamak üzere çok sayıda kapalı ve çok katlı otoparklar yapılmaktadır. Gelişen pazara daha ekonomik çözümlerin sunulması araştırmaları aralıksız sürdürülmektedir. Bu yazıda, Holland Conditioning Parking Ventilation System firmasının (HCPS) ülkemiz için yeni sayılabilecek sistemi açıklanacaktır. Havalandırma kanalı gerektirmeyen bu yeni çözüm yöntemi, jet etkili fanlar ile havalandırma olarak ifade edilmektedir. Jet fanlar, etkilerine göre impuls ve/veya indüksiyon fanları olarak adlandırılmaktadır. Otopark içinde güvenli, havalandırılmış bir ortam oluşturmak için, egzost havasının veya gerektiğinde yangın dumanının tavan boyunca yerleştirilmiş kanallar ile toplanması yerine, kanal olmadan fanlar yardımı ile egzost fanlarının yer aldığı: şaflara yönlendirilmesi esas alınmıştır.

HCPS, itme etkili (impuls / jet) fanlarının kullanımı temeline dayanan otopark havalandırma sistemlerinde getirdiği yeniliklerle tanınır. "Jet Fan" tanımı da HCPS tarafından yapılan geliştirme araştırmaları sonucunda, aşağıda olduğu gibi; itme etkili (impuls) yerine, "indüksiyonlu" (hızla üflenen hava huzmesinin, hareketsiz havayı hareketlendirmesi) olarak ifade edilecektir. Bu çeşit havalandırma, tünel havalandırılması uygulamalarında elde edilen bilgi birikimi sonrasında uygulamaya konulmuştur.

Tünel uygulamalarında trafik akışına dik havalandırma yöntemlerinin, yaşanan yangın faciaları sonrasında gerekli havalandırmayı sağlamadığı tespit edilmiş ve trafik akışına paralel havalandırma metoduna geçiş yapılmıştır. Günümüzde tüm tünellerin trafik akışına paralel havalandırılmakta olduğu görülecektir (Şekil1).



## 2. Hedefler

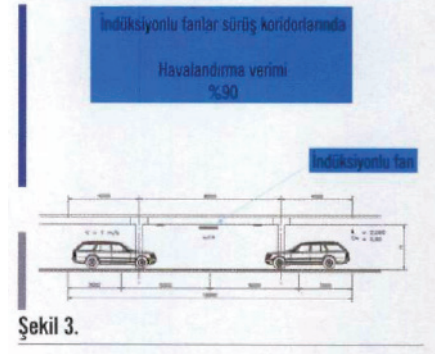
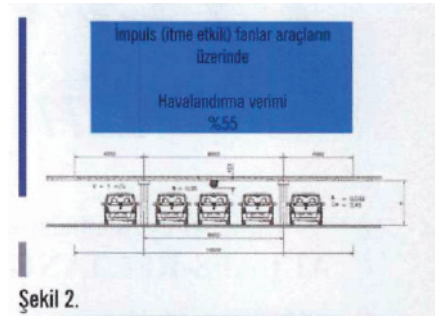
- Otopark havalandırması,
- Atık gazların yoğunluğunun kabul edilen sınırların altında tutulması,
- Egzost gazlarını ve gerekli olduğunda yangın dumanının uzaklaştırılmasıdır.

## 3. Tasarım

Kapalı otoparklarda da tünel çözümüne benzer olarak ortalama 8 metrelik genişliğe 3 aracın park ettiği 16 m uzunlukta bölümlenmeler yapılmaktadır. Şekil 2 ve Şekil 3 ile bölüm büyüklükleri ve havalandırma verimliliği gösterilmektedir. Fanlar otopark tavanlarına araçların üzerine denk gelecek şekilde yerleştiriliyor ise, havalandırma verimliliği düşmektedir (% 55). Tavanlarda sürüş koridorlarına yerleştiriliyor ise verim artmaktadır (% 90). Araçlar hava akışı için birer direnç oluşturmakta ve hava akışım olumsuz etkilemektedir. Tasarım aşamasında dikkate alınacak hususlar için;

- 2007 yılında yayınlanan Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği ve
- İngiliz Standartları arasındaki BS7346 Kısım 7'de yer alan tanımlamalar referans alınmalıdır.

Bununla birlikte, mimar, mekanik tasarımcı ve konusundaki uzman tedarikçilerin birlikte yapacağı toplantılar ile, ön tasarıma başlarken, shaft pozisyonlarının tespit edilmesi ve havalandırma sistemi ön tasarımı gerçekleştirilmesi, yetkili yangın departmanı ile ve/veya devlet otoriteleri ile gerçekleştirilen toplantılar sırasında gerekli görülür ise, bilgisayar destekli modelleme



(CFD) yapılması gerekecektir. İşletmeye alma aşamasında ise soğuk duman ve/veya sıcak duman testleri yaparak hava akış kontrolü yapılmalıdır (Şekil 6, Şekil 14, Şekil 15).

#### Tasarım aşamaları:

- Debinin saptanması,
- Şaft konumları,
- Geri akışı 'ceilingjet' kontrolü,
- İndüksiyon fanlarının konumları.
- Havalandırma dizaynı,
- Sprinkler ile etkileşim,
- Havalandırma senaryosu ve kontrol,
- Bakım gereksinimi.

CFD analizi ve testler de tasarımın gerçekleşmesi için önemli yardımcı unsurlardır.



Tablo 1, konu ile ilgili gelişmeleri ifade etmektedir. Çalışmaların son aşamasında 2.nesil fan ile oluşturulabilecek İndüksiyon etkisinin artışı ortaya konmaktadır. Ölçümler 35 m uzakta ve 20 m<sup>2</sup> alanda yapılmıştır.

Çalışmalar Debi_Hız	1	2	3	4	5	6	2. Nesil Fan
m <sup>3</sup> / h	51.000	37.000	72.000	49.000	77.000	108.700	112.300
m/s ortalama hız	0,71	0,515	1,05	0,68	1,07	1,51	1,56
IDV-100 2.Nesil Hacimsel kapasite artışı	46%	33%	67%	44%	69%	97%	100%

#### 4. Kanalsız Havalandırma - "İndüksiyonlu Jet Fan" Sistemi

Tavana yerleştirilen fanın üfleme ağzından yüksek hızla üflenilen havanın mahal havasını hareketlendirmesi İndüksiyon olarak ifade edilmektedir.

Fandan 15 m uzakta fan debisinin 16 katı hava hareketi elde edilebilmektedir. Otoparkı bölmelere ayırmak gerekliliği ortadan kalkacak, havalandırılmayan köşelerdeki ölü hacimlerin oluşması önlenecek, en önemlisi park alanı kaybı önlenecektir. Kanal için ayrılacak yükseklik farkı gereği ortadan kalkacak ve park inşaat yüksekliği için sadece 2350 mm yeterli olabilecektir. Bu durum çok katlı park uygulamalarında ilave kat yapılabilmesine olanak verebilir.

#### 5. Otoparka Yayılabilir Gazlar ve İnsan Sağlığına Etkileri

Havalandırmayı önemli kılan araçlardan yayılan ve sağlığı tehdit eden gazlar ve parçacıklar; ozon (O<sub>3</sub>), nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>), karbon monoksit {CO}, benzen (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), benaprin (BaP), sülfür dioksit (SO<sub>2</sub>), kurşun (Pb) ve kurum (C) olarak belirtilmektedir. Sağlık üzerindeki etkileri ise;

- **Nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>):** Soluk alıp vermeyi zorlaştırır, kronik bronşite neden olur, enfeksiyonlara direnci azaltır.

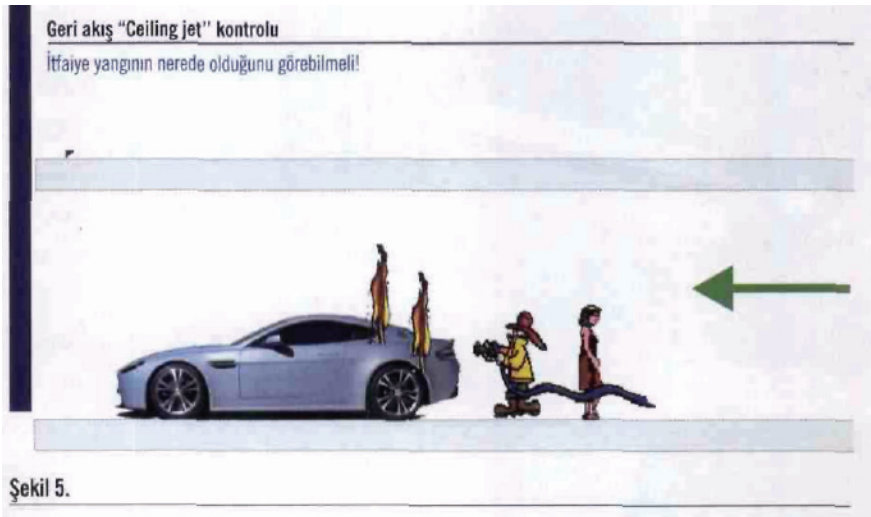
• **Karbon monoksit (CO):** Kandaki oksijeni tüketir. Zehirlenme olarak ülkemizde sıkça karşılaştığımız ölümlerin sebebidir.

• **Kurum (C):** Sülfürdioksit oluşumunu destekler. ( $SO_2$ ), akciğerlerde enfeksiyona yol açar.

Otoparklarda sağlıklı ortamların oluşturulması için izin verilebilecek en yüksek yoğunluk (Maximum Allowable Concentration - MAC) Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından,

- 8 saat için 25 ppm (WHO1987)
- 1 saat için 75 ppm (WHO 1987) Limit CO seviyesi olarak belirlenmiştir.

Otoparklarda bulunma süresi ise, yaklaşık 1-10 dakika arasında öngörülmektedir. Pek çok yangında ölümlerin boğulma ile gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu sebeple yönetmeliklerde yer aldığı şekli ile duman akış kontrolü yapılmalı, fanlar ile gerekli hava debisi sağlanmalıdır. Yangın sırasında sıcaklık etkisi ile havanın yoğunluğunun azalacağı, genişleyen havanın uzaklaştırılması için uygun hava debisinin hesabı ve dumanın yangın noktasından egzosta doğru yönlendirileceğinden emin olunmalıdır.

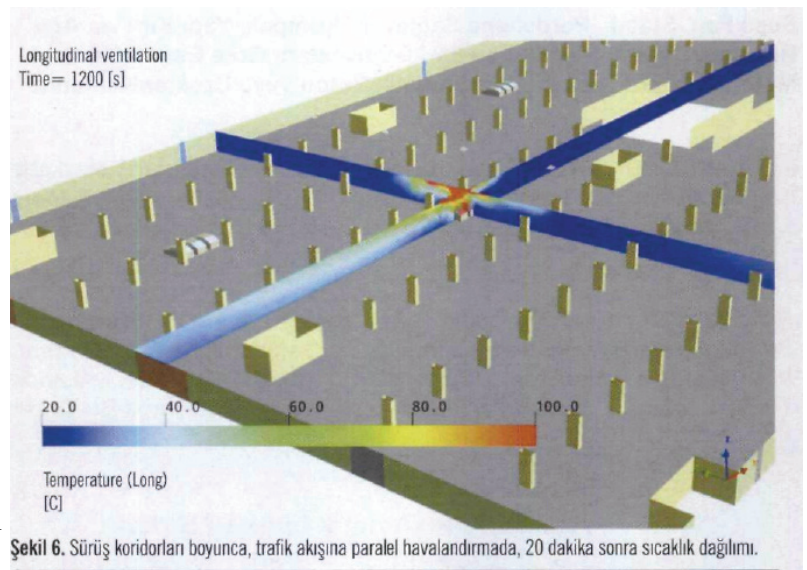


Şekil 5.

## 6. İnsan Vücudu Üzerinde Sıcaklık Etkisi

Yangın ortam sıcaklığını da artıracaktır. Doğru hava debisi hesaplanmış örnek bir çalışmada oluşacak sıcaklık dağılımları Şekil 6'da gösterilmiştir.

Yangınla mücadele senaryosunda, havalandırma başlatılmadan önce insanların tahliye edilmiş olacağı varsayılsa da duman kontrolü sırasında sıcaklığın, insan sağlığını tehdit edecek kadar



Şekil 6. Sürüş koridorları boyunca, trafik akışına paralel havalandırmada, 20 dakika sonra sıcaklık dağılımı.



yükseimeyeceğinden de emin olunmalıdır.

Genel olarak;

- 70 °C'ye dek konforsuz olsa da uzun süre ortam emniyetli sayılır.
- 127 °C'de soluk alıp vermede problemler başlar.
- 140 °C'de tolerans sadece 5 dakikadır.
- 149 °C'de ağız yolu ile de soluk alıp vermede problemler, deride yanıklar başlar.
- 160 °C'de dayanılmaz ağrılar duyulur.
- 182 °C'de 30 saniye içinde kalıcı zarar oluşur.
- 200 °C'de 4 dakika içinde solunum durur.

Kapalı hacimlerde yaşam sürelerimizin artışı, kapalı mekanların iklimlendirilmesinin önemini daha da artırmaktadır.

## 7. İndüksiyon Etkisi

Fandan 15 m uzakta, fan debisinin 16 katı hava hareketi elde edilebilmektedir. İndüksiyonlu fanların özel üfleme ağız ile yapısal engellerin olumsuz etkisi de azaltılmaktadır (Şekil 7).

İndüksiyonlu fan üstte, impuls (jet) fan altta yer almaktadır.

Eşit hacimli otoparklar için daha az sayıda indüksiyon fanı kullanımı ekonomik çözüm elde etmekte önemli bir fayda sağlamaktadır.

## 8. Kanallı Tip Havalandırma ile Farklılıklar

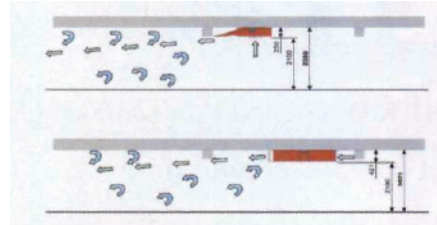
- Kanal yapılmasına, menfezlere ve otomasyon ile kontrolüne, ayarlarına gerek kalmaz.
- Hava akışı çok daha hızlıdır.
- Duman kontrolü yapılabilir.

Kanalsız yöntem ile elde edilecek avantajlar:

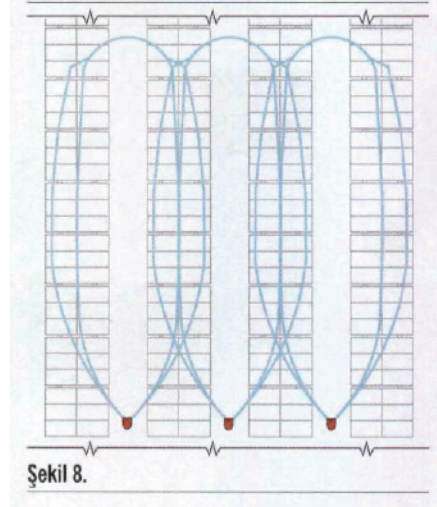
- Yükseklik ve hacimden daha fazla yararlanabilmek,
  - Montaj esnekliği,
  - Hava karışımı ve atık gazların konsantrasyonun daha hızlı düşürmek,
  - Otopark içinde daha iyi hava hareketinin sağlamak,
  - Kolay işletmeye alma kolaylığı
- İşletme için enerji tasarrufu olarak sıralayabiliriz.

## 9. Yangın Dumanı Yönlendirilmesi

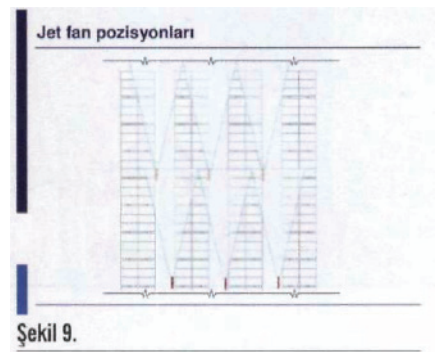
Yangının bulunduğu yere ulaşmak ve söndürülmesi için duman akışından arındırılmış, geri akışı önlenmiş sahaya gerek duyulacaktır. Sağlanan akışın gücü, alevi ve dumanı yönlendirecek kadar fazla olmalıdır (Şekil 14, Şekil 15). Havanın katı bir madde gibi Şekil 10'daki doğrultuları izlemeyeceği kolayca öngörülebilir.



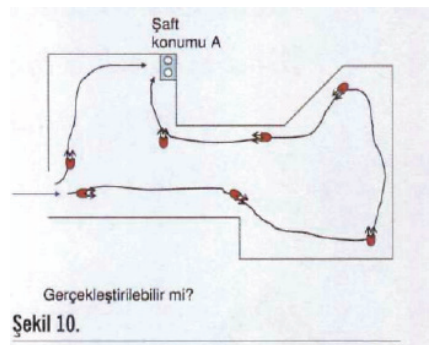
Şekil 7.



Şekil 8.



Şekil 9.

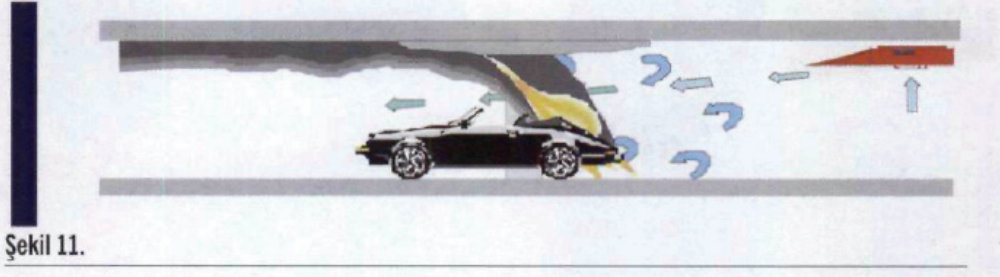


Gerçekleştirilebilir mi?

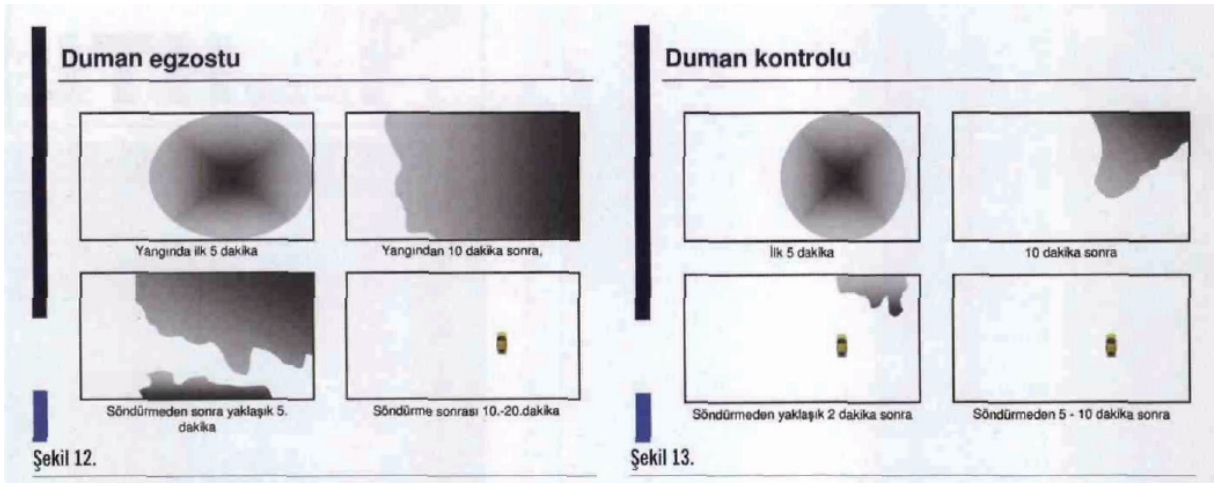
Şekil 10.

Yangın dumanı geri akışının 10 m'yi geçmemesi gereği, İngiliz Standardı BS7346 Kısım 7'de yer alan tanımlamalar arasında ifade edilmektedir.

Debi hesaplanırken, geri akışın belirtilen sınır içinde kalacağından emin olunmalıdır. Duman egzostunun geri yayılımı yangınla etkin müca deleyi engelleyecektir (Şekil 11).



Şekil 11.



Şekil 12.

Şekil 13.

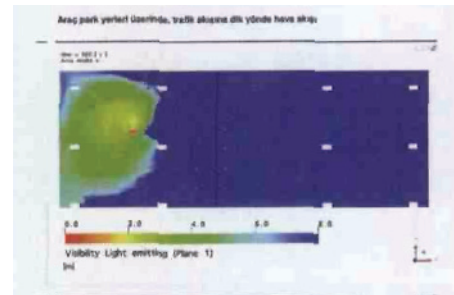
## 10. Farklı İki Metod

- Smoke extract- yangın dumanının boşaltılması ve
- Smoke control - yangın dumanı akış kontrolü

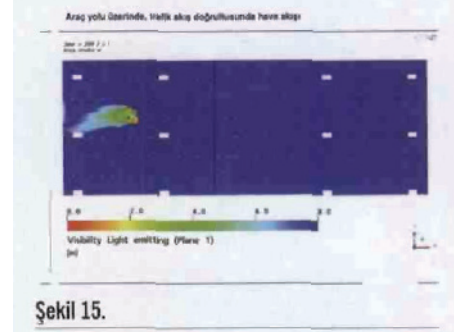
Aralarındaki fark. hava değişim /çevrim katsayılarıdır. Yangın egzostu için yönetmelikler 10 hava değişimi öngörmektedir. Duman akış kontrolünde ise 14-20 hava değişimi sağlanabilmektedir.

Dumanın boşaltılması ve otoparkın tekrar kullanılabilir hale gelmesi için geçen süreler farklıdır. Aşağıda hazırlanmış şekillerde gösterilmektedir (Şekil 14-Şekil 15).

Duman boşaltılması ile duman kontrolü metotlarının uygulanabilmesi otopark boyutlarına bağlıdır. "Duman Akış Kontrolü" için otoparklarda taze hava ve egzost şaftları birbirlerinden olabildiğince uzakta olmalıdır. Tasarım çalışmaları, bilgisayar destekli akış dinamiği hesapları ile desteklenmelidir. Yapılan bir çalışmada yukarıda anlatıldığı gibi hava akışının trafik akışına dik



Şekil 14.



Şekil 15.

ve paralel olması hali incelenmiş olup, akışın nasıl gerçekleşebileceği şekillerle görsel olarak açıklanmaya çalışılmıştır. CFD tasarımı ile elde edilmiş örneklemeler enine ve uzunluğuna yönlendirmeye ait bilgileri içermektedir (Şekil 14, Şekil 15).

Trafik akışına dik uygulama tasarım örneğinde, araç park yerlerine doğru yapılan havalandırmada araçların hava akışına karşı oluşturduğu dirençlerin etkisi ile duman boşaltılmasındaki gecikme, hava sıcaklığında artışa ve havanın hacimsel genişlemesine sebep olmakta, dumanın park içindeki yayılımını engellenememektedir. Bu tasarımda egzost şaftları uzun kenarlarda olacak biçimde bölümlenme yapılmıştır.

Hızın önemi CFD çözümleri ile Şekil 16'da ifade edilmektedir. Hava debisi doğru hesaplandığında, gerekli hızlar elde edilebilir. İtme kuvveti de hıza bağlıdır.

Yanda hız profili oluşumuna ait CFD analiz sayfaları yer almaktadır (Şekil 17, Şekil 18).

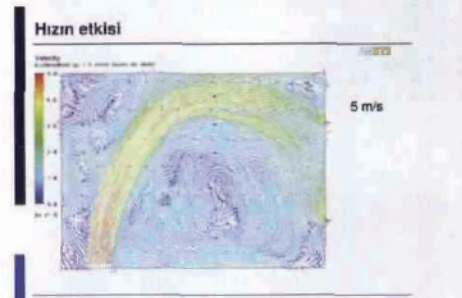
## 11.Sonuç

Gerekli konfor, emniyet şartlarının sağlanması, yatırım ve işletme maliyetlerinin azaltılması için yeni bir yöntem olarak bilgilerinize sunulmaktadır.

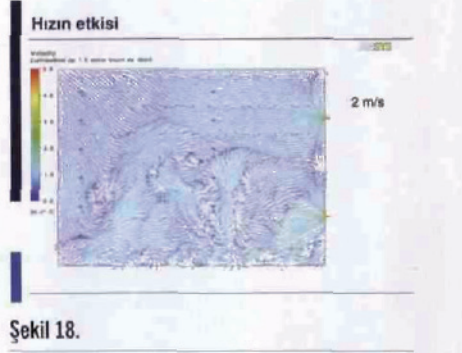
Havalandırma, atık gaz yoğunluğunun azaltılması ve yangın duman egzostu için hava debisi hesapları ile birlikte şaft kesit hesapları, işletme sırasındaki gürültü analizi, sistemin otomatik kontrolü tasarımı bir bütün olarak ele alınmalı, tasarımda mimari, mekanik elektrik grupları arasında eşgüdüm sağlanmalıdır.

## Kaynaklar

- (1) Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği 2007.
- (2) İngiliz Standardı BS7346, Kısım 7.
- (3) HCPS firması tasarım kılavuzu, 2008. •



Şekil 17.



Şekil 18.