

# FARKLI AMAÇLAR İÇİN KULLANILAN İÇ İÇE GEÇMİŞ KAPALI HACİMLER DE NEGATİF BASINÇ YÖNTEMİYLE HAVALANDIRMA SİSTEMİ UYGULAMASI

Mustafa ERTÜRK

## ÖZET

Farklı amaçlar için kullanılan iç içe geçmiş kapalı hacimler (aynı bina da değişik amaçlar için kullanılan bitişik,ayrık hatta değişik katlardaki kapalı hacimler)de gösterilen faaliyetin özelliğine göre çıkan hoş olmayan koku ve gazlar komşu hacimlerde faaliyet gösteren insanları rahatsız etmektedir.

Bu çalışma da havalandırma yöntemleri, farklı amaçlar için kullanılan iç içe geçmiş kapalı hacimlerde havalandırma sistemi uygulamaları açıklanıp, Üniversitemiz öğrenci kantinin de uygulamalı proje olarak gerçekleştirilen sistemin ölçüm sonuçları tablo, grafik haline getirilip sistemle ilgili olarak öğrenci arkadaşların görüşleri anket çalışması ile alınmıştır.

Okulumuz öğrenci kantinin de aralık, ocak, şubat, mart ve nisan aylarında manuel olarak çalışan bu sistem de sigara içilen bölüme gönderilecek **taze havanın zemin kattaki kantin koridorundan alınması ilave bir ısı yükü doğurmamaktadır**. Kantin doluluk oranı maksimum olduğu saatlerde CO<sub>2</sub> sensörü ile ölçtüğümüz sonuçlara göre **1500 m<sup>3</sup>/h negatif basınç etkisi** aynı hacimdeki sigara içilen hacimden sigara içilmeyen bölüme sigara dumanı geçirmediği gibi her iki bölümün CO<sub>2</sub> oranı 1400 ppm'in altında kalmakta, hacim içerisindeki sıcaklık düşmesi de 1~2 °C olmaktadır.

Bu uygulamalı çalışmayla öğrenci kantininde yaşanılır bir ortam oluşturulmuştur.

**Anahtar Sözcükler :** Havalandırma yöntemleri, negatif basınç etkisi, kantin havalandırması

## ABSTRACT

In this study, application of the ventilation system using ventilation method in crossed-by one with other volumes for various purposes was investigated. The system developed as a practical project was carried out in student canteen of our university. The results were presented in the form of table and graphics as well as considering the students opinion about the system as a survey.

With this practical work, the students canteen has been converted to a well-lived environment.

**Keywords :** Ventilation method, the effect of the negative pressure, canteen ventilation

## 1.GİRİŞ

Tüm canlıların hayatlarını sürdürebilmeleri için düzenli olarak oksijene ihtiyacı vardır. Canlılar oksijen ihtiyacını atmosfer havasından temin eder. Atmosfer havasının yaklaşık % 21'i oksijen olduğu için insanlar 1 m<sup>3</sup> oksijen için 4,76 m<sup>3</sup> atmosfer havası teneffüs etmek zorundadır. Bu durum ve ısı kaybını azaltmak için infiltrasyon sızıntılarının önemli oranda düşürülmesi, binalarda estetik amaçlı kullanılan silikon, kurşun, vernik vb esaslı malzemeler kapalı hacimlerin havalandırılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Kapalı mekanlarda bazı bileşenler veya faaliyetlerden oluşabilen toksit kimyasallar bir çok kanser çeşidinden başka, baş ağrısı, öksürük, gözlerde yanma, baş dönmesi gibi rahatsızlıklara neden olabilmektedir.[1]

İç mekanlarda oluşan gürültü seviyesi de çevre sağlığını bozan etkilerdendir. Hava, cisim ve su gürültüsü şeklin de iç ortamlara sızan gürültü, insanlarda fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklar meydana getirebilmektedir.[2]

## 2.KAPALI HACİMLERDEKİ KİRLETİCİLERİN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ [3]

Kapalı hacimlerde estetik amaçlı kullanılan yapı malzemeleri ve bu mekanlardaki aktiviteler sonucunda iç hava kirlenmektedir. Bu kirleticiler aşağıda açıklanmıştır.

**Karbonmonoksit:** İnsanlarda yorgunluk, kalp hastalıkları, göğüs ağrıları, görme bozuklukları, baş ağrısı, baş dönmesi, dengesizlik, mide bulantısına ve ölüme neden olabilir.

**Sigara dumanı:** Göz, burun ve boğaz tahrişleri, baş ağrısı, akciğer kanseri, kalp rahatsızlıkları, çocuklar için solunum güçlüğüne ve kulak enfeksiyonlarına neden olur. Astım oluşumunu hızlandırır.

**Formaldehit:** Göz, burun ve boğaz tahrişleri, öksürük, bitkinlik, alerjik gibi hastalıklara neden olur, kansere yol açabilir.

**Kurşun:** Böbrek, kan hücreleri ve merkezi sinir sistemine zarar verir, ölüme neden olabilir.

**Asbest:** Göğüs ve karınla ilgili kanser riski ve akciğer hastalıklarına neden olur.

**Azotoksitler:** Göz, burun ve boğaz tahrişlerine neden olur, akciğer fonksiyonlarını yavaşlatır ve gençlerde solunum yolları enfeksiyonlarını artırır.

**Biyolojik maddeler:** Göz, burun ve boğaz tahrişleri, baş dönmesi, alerji, ateş ve sindirim bozukluklarına neden olur. Astım, grip ve diğer enfeksiyon hastalıklarına neden olur.

**Organik Gazlar:** Göz, burun ve boğaz tahrişlerine neden olur ve karaciğer ve böbrek yetmezliğine yol açabilir. Merkezi sinir sisteminde hasara yol açabilir.

**Pestisitler:** Göz, burun ve boğazda tahrişlere neden olur ve merkezi sinir sisteminin zarar görmesine neden olur. Böbreklere zarar vererek kansere yakalanma riskini yükseltir.

**Radon:** Akciğer kanserine neden olabilir.

## 3.KAPALI HACİMLERDE HAVA TÜKETİMİ

Hava kapalı hacimlerde çeşitli yakıcılar (ocak, şofben, kombi), insanlar, süs bitkileri gibi canlılar tarafından tüketilmektedir.

### 3.1 insanların Aktivitelerine Göre Hava Tüketimi

Kapalı hacimlerde oksijen miktarı en az %11, karbondioksit oranı %3 olabilir.İnsanların çalışma aktivitelerinde oksijen alt sınırı %17~%18 civarında olmalıdır. 68 kg ağırlığındaki bir insan 24 saat

boyunca  $12\text{m}^3$  (14,4 kg) hava solumaktadır. Çalışma şekline göre kullanılan hava miktarı değişmektedir. (Tablo-1)

**Tablo 1.** 68 kg ağırlığındaki bir insanın hava ve oksijen ihtiyacı ( $20^\circ\text{C}$ , 1 atm) [4]

Meşguliyet	Solunan Hava ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	Oksijen Sarfiyatı ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
Uyuma	0.360	0.0144
Oturma	0.420	0.0180
Ayakta Durma	0.480	0.0216
Hafif Beden İşİ	1.5 - 3.0	0.069 – 0.138

Normal atmosferden alınan %21 Oksijen ve %0.033  $\text{CO}_2$  içeren havanın bileşimi akciğerlerden çıkarken %16-17 Oksijen ve %4  $\text{CO}_2$ 'ye dönüşmektedir. İnsanın havadaki oksijenin %4'ünü kullandığı ve günde  $12\text{m}^3$  hava soluduğu kabul edilirse gerçek oksijen tüketimi  $0.48\text{m}^3\text{O}_2/\text{gün} = 0.64\text{kg}\text{O}_2/\text{gün}$  olur[4].

#### 4.HAVALANDIRMA YÖNTEMLERİ [5]

Havalandırma kapalı bir hacimde insanlar ve çeşitli maddeler tarafından çıkarılan gazların tabii veya cebri olarak egzoz edilip yerine cebri veya tabii olarak taze hava gönderme işlemidir.

Günümüzde binaların yapımında estetik ve yalıtım amaçlı kullanılan malzemelerin dış duvarlardaki hava akışını kısıtlaması, enerji ekonomisi nedeniyle pencerelerden infiltrasyon sızıntısının %10'lara inmesi, iç mekânlarda silikon esaslı üst yüzey malzemeleri kullanılması, eşya veya yapı malzemelerinden yayılan gazlar, sigara kokusu, çiğlenmeden dolayı dış duvarlara bakan iç duvar yüzeylerinde küf oluşumu iç hava kalitesinin düşmesine, üst solunum yolu enfeksiyonu ve romatizmal hastalıklar gibi sağlık problemlerine neden olmaktadır.

Ülkemizde kapalı ortamların havalandırmasında sadece kirli havanın egzoz edilerek sağlanmaya çalışılması sistem verimini oldukça etkilemektedir. Havalandırma sistemlerinin verimli çalışabilmesi için egzoz edilen hava kadar taze hava gönderilip kirli havanın tabii veya cebri olarak uzaklaştırılması gerekmektedir. Havalandırma yöntemlerini doğal, mekanik ve basınç farklarına göre sınıflandırmak mümkündür.

##### 4.1 Doğal Havalandırma

Kapalı bir ortamdan pencere ve kapı aralıklarından giren taze havanın baca ve havalandırma boşluklarından egzoz edilmesi veya karşılıklı olarak açılan pencere ve kapılardan oluşan hava değişimi doğal havalandırma değildir.

Doğal havalandırma baca ve rüzgar etkisi ile gerçekleşir. Kapalı ortamların üst kısımlarına konulan menfezler baca ile irtibatlandırıldığı da rüzgar baca içerisinde bir vakum oluşturarak pencere ve kapılardan sızan taze hava kadar havayı egzoz eden sistemdir. Kirlilik seviyesinin düşük olduğu sistemlerde tercih edilir.

##### 4.2 Mekanik (cebri )Havalandırma

Taze ve egzoz havalarının vantilatör ve/veya aspiratör olarak çalışan bir fan tarafından zoraki gerçekleştirilmesidir. Üç değişik yöntemle mekanik havalandırma yapılabilir.

#### 4.2.1 Mekanik giriş doğal çıkış

Mahal içerisine vantilatörle taze hava gönderilip kirli havanın da pozitif basınç etkisiyle baca, kapı ve pencerelerden egzoz edilme işlemidir.

#### 4.2.2 Doğal giriş mekanik çıkış

Bacaya takılan bir aspiratör vasıtasıyla mahalde meydana gelen negatif basınç nedeniyle kapı ve pencere aralıklarından giren taze havayla gerçekleştirilen sistemdir.

#### 4.2.3 Mekanik giriş ve çıkış

İnsanların kalabalık olarak uzun süre yaşamak zorunda oldukları hacimlerin havalandırılmasında kullanılan bu sistemde vantilatör tarafından ortama taze hava üflenerek kirli havanın aspiratör tarafından egzoz edilme işlemidir.

### 5. FARKLI AMAÇLAR İÇİN KULLANILAN İÇ İÇE GEÇMİŞ KAPALI HACİMLERDE HAVALANDIRMA SİSTEMİ UYGULAMALARI

Farklı amaçlar için kullanılan iç içe geçmiş kapalı hacimler pozitif ve negatif basınç altında bırakılarak havalandırma sistemleri tasarımı yapılabilir.

#### 5.1 Pozitif Basınç Yöntemi

Bu sistemde havalandırılan hacim, komşu hacimlerdeki havanın sızması için pozitif basınçta tutulur. Mahalin hacmi ve kullanım amacına göre hesaplanan taze hava miktarının %15~%30 fazlası alınarak hacim pozitif basınçta tutulur. Pozitif basıncın etkisiyle komşu hacimlerdeki havanın havalandırılan hacme sızması önlenmiş olur. Yoğun bakım odalarında, ameliyathane, ilaç sanayii ve komşu hacimlerden havalandırılan hacme hava sızması istenmeyen uygulamalarda kullanılabilir.

#### 5.2 Negatif Basınç Yöntemi

İç içe geçmiş kapalı hacimlerde yürütülen faaliyetler çok çeşitli olup aktivitelerin özelliklerine göre bu hacimlerde değişik koku, gaz vb komşu hacimlere sızmaktadır. Bu durum değişik amaçlar için kullanılan hacimlerdeki insanları rahatsız ederek çalışma şartlarını zorlaştırmaktadır.

Bu yöntemde mahalin hacmi ve kullanım amacına göre hesaplanan egzoz havasının %15~%30 fazlası alınarak hacmin negatif basınçta kalması sağlanır. Hacmin negatif basınçta olması, havalandırılan hacimden komşu hacimlere sızıntıyı önlediği gibi komşu hacimlerden de hava sızıntısı oluşturmaktadır. Negatif basınç etkisi aynı bina içerisinde değişik aktiviteler sonucunda açığa çıkan hoş olmayan koku ve gazları komşu hacme sızmadan uzaklaştırılmasına neden olmaktadır. Negatif basıncın etkisiyle komşu hacimlere hoş olmayan gaz ve kokuların sızması önlenmiş olur. Aynı bina içerisinde mutfak, çamaşırhane, laboratuvar gibi hacimlerin havalandırılmasında kullanılan yöntemdir.

#### 5.2.1 Balıkesir MYO öğrenci kantininde negatif basınç havalandırma sistemi uygulaması

BAÜ Balıkesir Meslek Yüksekokulu birbirleriyle bitişik nizamda bağlantılı beş bloktan oluşmaktadır. Kantin öğrenci girişinin bulunduğu blokta olup; servis (tost ızgara, ocak) bölümü, sigara içilen ve sigara içilmeyen hacimler iç içe geçmiş halde üç bölümden oluşmaktadır. Sigara içilen bölüme sigara içilmeyen bölümden girilmektedir.

Sigara içilen bölümün hacmi :  $10,60m \cdot 10,60m \cdot 3,75m = 421,35 m^3$

Sigara içilmeyen bölümün hacmi:  $17,23m \cdot 10,60m \cdot 3,75m = 684,89 m^3$  tür.

### 5.2.1.1 Projelendirme

Mekanik havalandırma sistemlerinin projelendirilmesinde izlenecek sıra ve yöntemler aşağıda açıklanmıştır. Bu sıra ve yöntemler sistemin en az hatayla ve verimli çalışmasını sağlayacaktır.

- **Toplam taze hava miktarının belirlenmesi**

Toplam taze hava miktarı hacmin kullanım amacına göre; hava değişim sayısına,  $m^2$ 'deki insan sayısına ve maksimum iş yoğunluğuna göre belirlenir.

Kantin uygulamasında taze havanın kış aylarında ilave bir ısı yükü oluşturmaması için sigara içilen bölüme komşu olan kantin koridorundan alınmıştır. Kantin yüksekliği 4m'nin altında olduğu için toplam taze hava miktarı kantinin saatteki hava değişim sayısına göre belirlenmiştir.(Tablo-2)

$$V_T = H_D \cdot V_m \text{ (taze hava debisi } m^3 / h \text{)}$$

$H_D$ =Hacmin kullanım amacına göre saatteki hava değişim sayısı

$V_m$ =Yapının hacmi ( $m^3$ )

$$V_T = H_D \cdot V_m \text{ (taze hava debisi } m^3 / h \text{)}$$

Tablo-2 'de sigara içilen kantin uygulamalarında saatteki hava değişim sayısı 6~8 olarak verilmekte fakat koridordaki havanın  $CO_2$  miktarı dış havaya göre fazla olması hava değişim sayısını artıracaktır. Projemiz de hava değişim sayısı 12 olarak alınmıştır.

$$V_T = 12 \cdot 421,35 \cong 5000 m^3 / h$$

- **Toplam egzoz havası miktarının belirlenmesi**

Öğrenci kantini iç içe geçmiş iki bölümden oluştuğu için sigara içilen hacimdeki toplam taze hava miktarının 1,30 kat fazlası toplam egzoz havası olarak belirlenmiştir. Bu durum sigara içilen hacimden sigara içilmeyen hacme duman, koku vb maddelerin geçişini engellemiştir. (Ölçüm sonuçları)

$$V_{Tegz} = 1,3 \cdot V_{Ttaze} \text{ (toplam egzoz havası debisi } m^3 / h \text{)}$$

$$V_{Tegz} = 1,3 \cdot 5000_{taze} \cong 6500 m^3 / h$$

- **Kanal tesisatının boyutlandırılması**

Kapalı hacmin mimari proje üzerinde asma tavan yüksekliği, en ekonomik kanal güzergahı, hava çıkış yerleri belirlenip tesisat bölümlere ayrıldıktan sonra taslak krokisi çizilip eşdeğer basınç kaybı, statik basıncı tekrar kazanma ve toplam basınç yöntemlerinden birisi seçilerek kanal tesisat boyutlandırılır.

Kanal tesisatında dallanma olmadığı için eş değer basınç kaybı yöntemi kullanılmıştır. Diyagram-1'den 100m kanaldaki basınç kaybı 25 mmSS olarak seçilerek yuvarlak kanal çapı ve hava hızı belirlenir. Kanal yüksekliği belirlendikten sonra eş değer kanal ebatları Tablo-3 yardımıyla kare veya dikdörtgen şekline dönüştürülür.

Bu uygulamada taze hava için hava atış ve düşme mesafelerine göre her biri  $1250m^3/h$  debide 4 adet menfez, egzoz havası için de her biri  $1300m^3/h$  debide 5 adet menfez üretici firma kataloglarından seçilmiştir.

**Tablo-2** Kapalı hacimlerin saatteki hava değişim sayıları [6]

	HACMİN CİNSİ	Hava Değişim Sayısı		HACMİN CİNSİ	Hava Değişim Miktarı
1	WC' ler: Binalarda	3-5	24	Kiliseler	1.5-3
	Bürolarda	5-8	25	Hastane (yatılan)	2-5
	Fabrikalarda	8-10	26	Mutfak: ufak (evlerde)	8-20
	Okullarda	5-8		orta mutfak (otel)	10-25
	Genel	10-15		büyük mutfak	10-25
				soğuk servis mutfağı	4-8
2	Çalışma yerleri	3-7	27	Laboratuvar	6-15
3	Akümülatör odaları	4-8	28	Emaye atölyeleri(emiş şek. göre)	15-40
4	Sergi binaları	1.5-3	29	Mağazalar	4-8
5	Fırınlr	6-15	30	Ozalit çekme yerleri	10-15
6	Banyolar	5-10	31	Çarşı-hal	1.5-3
7	Kromaj, nikelaj atölyeleri	5-15	32	Makine odaları	10-40
8	Kütüphaneler	4-6	33	Ölçme ve deney yerleri	8-10
9	Ütü Odaları	8-12	34	Montaj yerleri	5-7
	Ütü odaları (buharlı)	10-30	35	Okullar (salonlar)	3-7
10	Büro odaları (özel)	4-7	36	Yüzme salonları	3-5
	(genel)	5-8			
11	Trenlerde	15-40	37	Toplantı salonları	6-8
12	Nem giderme tesisatı	10-20	38	Ahırlar (500 kg hayvan için 60 m <sup>3</sup> /h)	1-3
13	Fabrikalar (büyük)	1.5-3	39	Telefon santralleri	5-10
	(küçük)	2-4			
14	Boyahane (emmeli)	5-15	40	Kasa daireleri	3-6
	Boyahane (püskürmeli)	20-60			
15	Film atölyeleri	5-20	41	Kurutma Tesisatı	
16	Bina sahanlıkları	1-4		boya kurutma	20-30
				(büyük)	
17	Garajlar (büyük)	4-8		boya kurutma	30-80
	(küçük)	8-12		(orta)	350
				boya kurutma	
				(küçük)	
18	Gardroplar	4-6	42	Çamaşır kurutma	20-40
19	Misafir odaları, (sigaralı)	6-12	43	Tuğla kurutma	10-30
	(sigarasız)	4-8	44	Basınçlı hacimlerde,	
20	Çelik su verme, serleştirme y.	60-100		tozları etkisinin azaltılması	4-8
21	Toplantı salonları	6-8		kokuların etkisinin azaltılması	1-3
22	Kantinler	6-8	45	Toplantı salonları (genel)	5-10
23	Sinema (sigaralı)	5-8	46	Çamaşırhaneler	10-15
	(sigarasız)	4-6	47	Satış mağazaları	4-7
			48	Atölyeler (özel kirlenme olmayan)	3-8

- **Kanal sistemindeki sürekli basınç kayıplarının bulunması**

Bu yöntem de kanal tesisatı boyunca birim uzunluktaki basınç kaybı sabit kabul edildiği için boyutlandırılacak kısmın kanal boyu ile özgül direnç (R) çarpılarak o bölümdeki sürekli basınç kaybı bulunur. Hesaplanan değer Föy 1'de boyutlandırılan tesisat bölümüne yazılır.

$$H_s = R.L \text{ (mmSS)}$$

- **Kanal sistemindeki fittingsler den oluşacak lokal basınç kayıplarının hesaplanması**

Kanal sistemin de kullanılan her fittings elemanı basınç kaybı oluşturmaktadır. Boyutlandırma yapılacak her tesisat bölümünde lokal basınç kaybı oluşturacak fittingsler tek tek dikkate alınır. Lokal basınç kaybı oluşturan tesisat elemanlarının basınç kaybı aşağıdaki formülasyon yardımıyla bulunabilir.

$$H_L = k \cdot (0,06 \cdot v^2) \text{ (mmSS)}$$

k= fitting elemanın özelliğine göre basınç kaybı katsayısı,

v= incelenen tesisat bölümündeki hava hızı (m/s)

Boyutlandırma yapılacak tesisat bölümün deki lokal basınç kaybı katsayısı Tablo-2 den bulunup Föy 1'de boyutlandırılan tesisat bölümüne kaydedilir.

### **Toplam basınç kaybı ve yüke göre besleme fanının seçilmesi**

Fan imal eden firmaların kataloglarına göre fan seçiminin yapılması uygulamadaki problemleri en aza indirmektedir. Fan çıkışındaki basınç kaybı, menfez çıkışındaki basınç kaybı,  $H_s$  ve  $H_L$  nin toplamalarına göre üretici firma kataloglarına göre fanlar seçilir.

## **6.SİSTEM VERİMLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

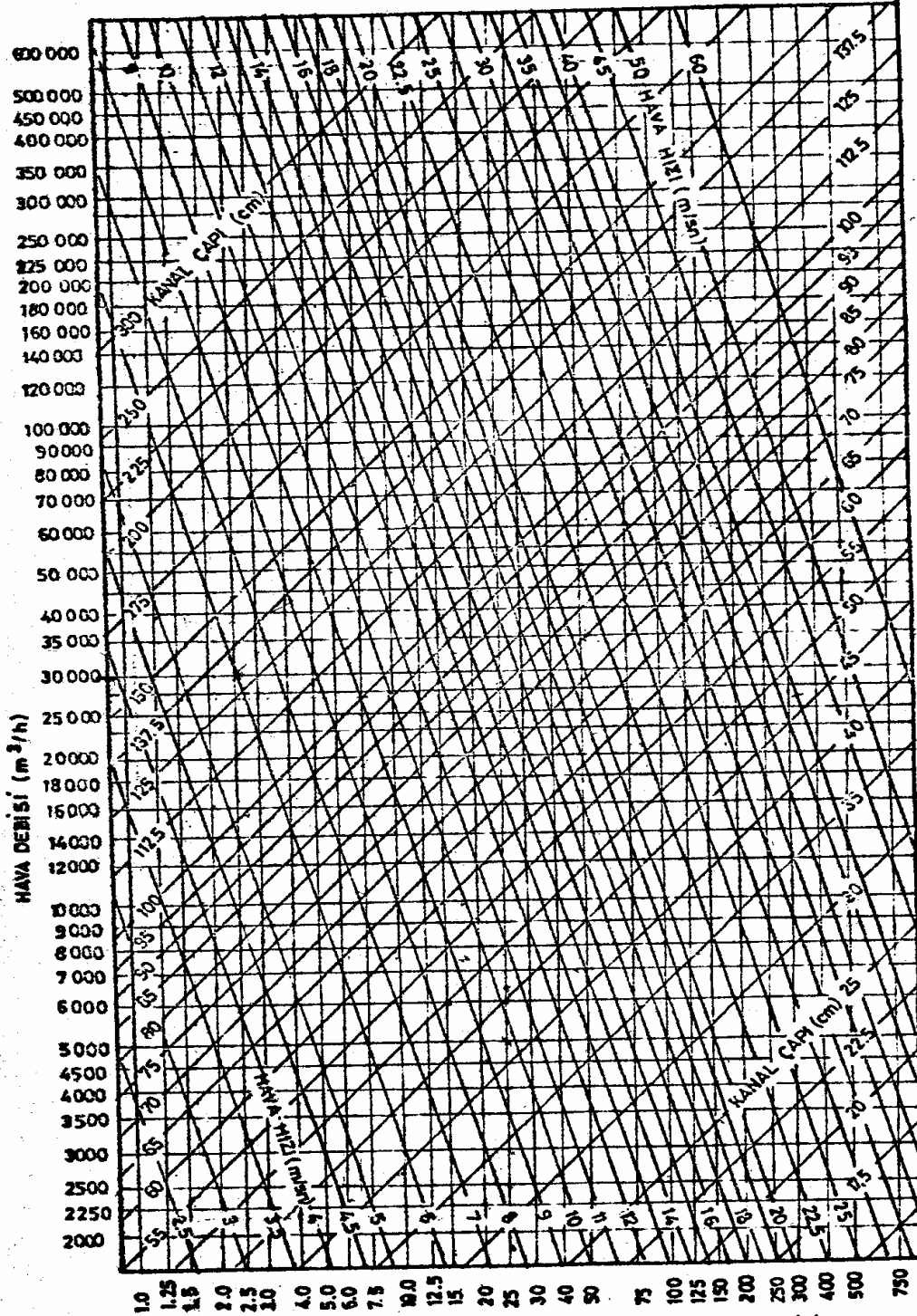
Sistem verimliliğini araştırmak için pasta grafiklerde görülen birimlerdeki CO<sub>2</sub> miktarlarının belirlenmesi ve anket yoluyla öğrenci görüşleri alınmıştır.

### **6.1 Karbondioksit Miktarlarına Göre Verimliliğinin Araştırılması**

Öğrenci kantininde havalandırma tesisatı kurulmadan önce sigara içilen bölümün pik kullanım saatlerin(10<sup>00</sup>, 12<sup>30</sup>, 15<sup>30</sup>)de CO<sub>2</sub> miktarı 2850~3150 ppm, sigara içilmeyen bölümde ise 2100~2500 ppm civarında olduğu tespit edilmiştir.

Sistem verimliliğini araştırmak için pasta grafiklerde görülen birimlerin CO<sub>2</sub> miktarları her gün düzenli olarak ölçülmüştür. Ölçme işlemi 6 hafta (07-03-2005~15-04-2005) boyunca haftanın beş günü düzenli olarak tespit edilip kaydedilmiştir. Ölçümler her hacmin pik kullanım saatlerinde üç değişik noktada 1,80 m yükseklikte tespit edilip excel programında ortalamaları alınarak kaydedilmiştir. Aşağıdaki ölçüm sonuçları bildiri sayfa sayısının artmaması için beş günün ortalaması alınarak özet halinde verilmiştir.

Diyagram-1 [7]  
Basınç kaybı (mmSS) 100m kanal boyu için







Tablo-4 Bağlantı elemanlarının basınç kaybı katsayıları[6]

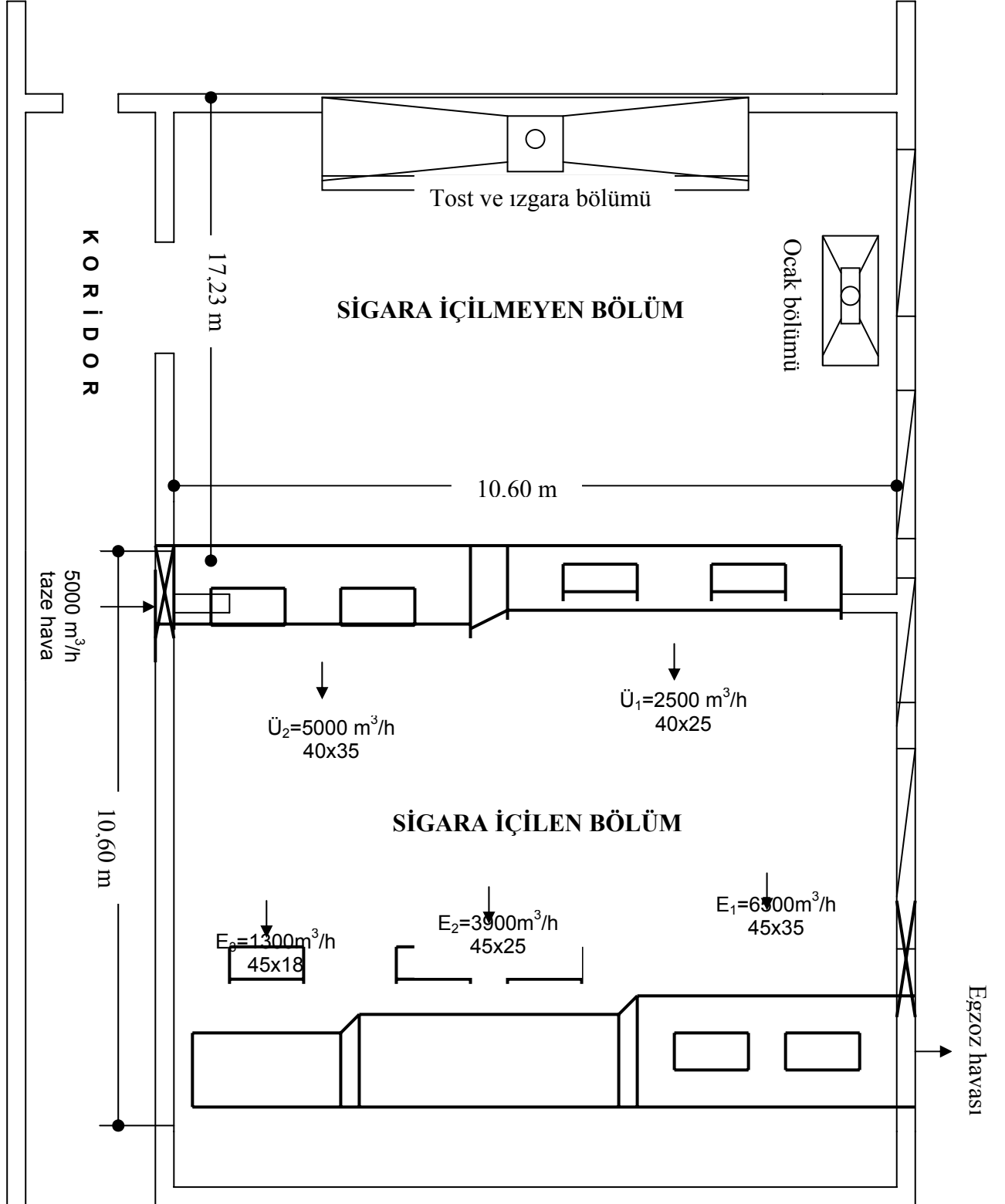
BAĞLANTI ELEMANI		KAYIP KATSAYISI (K)									
Ani genişleme		$A_1/A_2=0,1$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
		$K=$	0.81	0.64	0.49	0.36	0.25	0.16	0.09	0.04	0.01
Ani daralma		$A_1/A_2=10$	5	3.33	2.5	2	1.66	1.42	1.25	1.11	
		$K=$	0.366	0.34	0.31	0.27	0.221	0.16	0.103	0.05	0.01
Yavaş genişleme		$\theta=5^\circ$	$7^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$				
		$K=$	0.17	0.22	0.28	0.45	0.59	0.73			
Konik daralma		$\theta=30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$						
		$K=$	0.02	0.04	0.07	0.12					
Yuvarlak dirsek		$R/D=0.5$	0.73	1.0	1.5	2.0					
		$K=$	0.90	0.45	0.33	0.24	0.19				
Dikdörtgen dirsek		$B/H=0.25$	0.5	1	2	4					
		$R/H=10$	$K=$	1.1	0.95	0.8	0.7	0.55			
		$R/H=5$	$K=$	0.85	0.75	0.6	0.53	0.43			
		$R/H=2.5$	$K=$	0.60	0.50	0.35	0.30	0.25			
		$R/H=1.6$	$K=$	0.42	0.35	0.25	0.20	0.17			
Keskin dirsek		$45^\circ$	$90^\circ$								
		$K=$	0.2	0.5							

Föy.1 Üfleme ve Egzos Kanallarındaki Toplam Basınç Kayıplarının Belirlenmesi

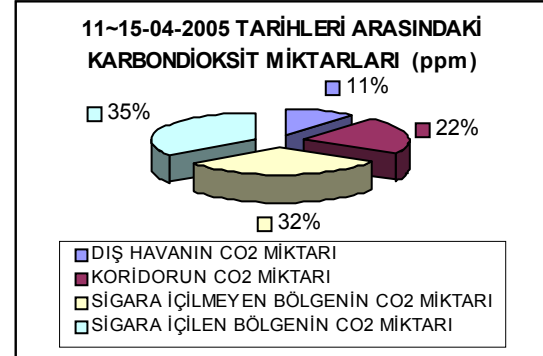
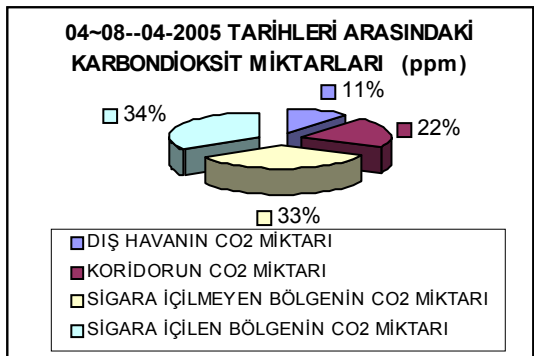
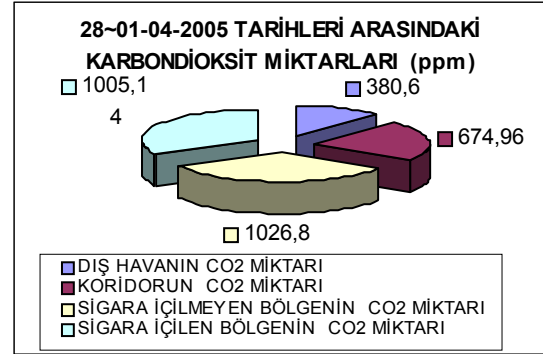
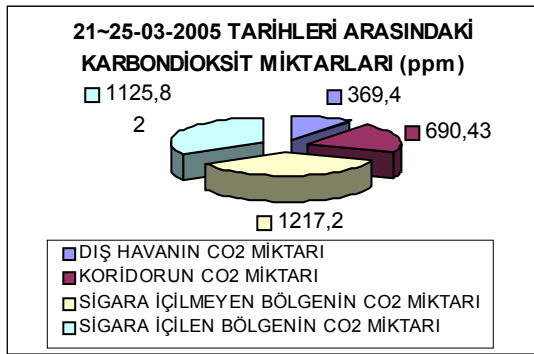
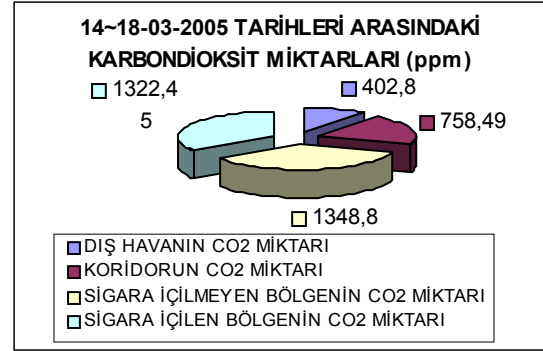
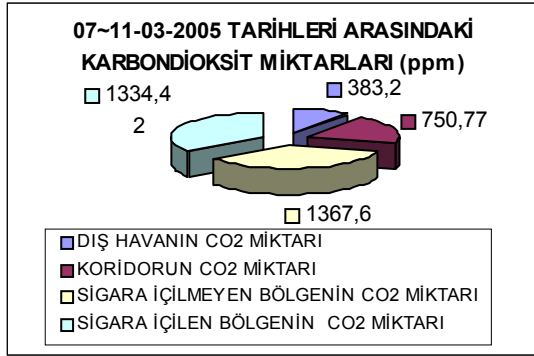
Tesisat Bölümü	Kanal Elemanı	Hava Debisi	Hız	Kanal Çapı	Eşdeğer Kanal ebatı	Kanal Uzunl.	Özgül Direnç	Sürekli Basınç Kaybı	Fittings Direnç Katsayısı	Lokal Basınç Kaybı	Toplam Basınç Kaybı mmSS
		L/s	m/s	cm	A . B	L (m)	R(mmSS)	$H_s:R.L$	k	$H_L:k(0,06.v^2)$	$H_T:H_s+H_L$
Ü <sub>1</sub>	DK	2500	8,5	32	40.25	4	0,25	1	-	-	
Ü <sub>2</sub>	DK	5000	9,8	42	40.35	4	0,25	1	-	-	
K <sub>1</sub>	Dar.Par	-	9,8	-	-	-	-	-	0,02	0,115	
Üfleme kanalı toplam basınç kaybı											2,115
Fan çıkışındaki basınç kaybı											3,00
Menfez çıkışlarındaki basınç kaybı											2,00
Toplam											5,115
E <sub>1</sub>	DK	6500	10,5	48	45.35	4	0,25	1	-	-	
E <sub>2</sub>	DK	3900	9,2	38	45.25	4	0,25	1	-	-	
E <sub>3</sub>	DK	1300	8	28	45.18	1	0,25	0,25	-	-	
K <sub>2</sub>	Dar.Par	-	10,5	-	-	-	-	-	0,02	0,1323	
K <sub>3</sub>	Dar.Par	-	10	-	-	-	-	-	0,02	0,12	
Egzos kanalı toplam basınç kaybı											2,502
Fan çıkışındaki basınç kaybı											1,00
Menfez girişlerindeki basınç kaybı											1,00
Toplam											4,502

## KANTİN PROJESİ

T E R A S



### 6.1.1 Altı haftalık ölçüm sonuçları



### 6.1.2 Altı haftalık ölçüm sonuçlarının yorumlanması

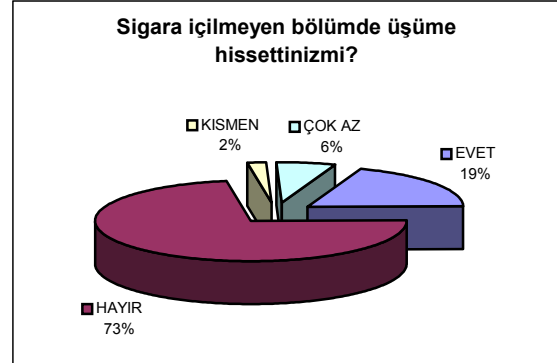
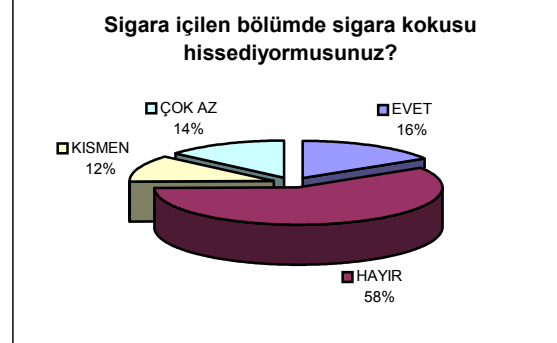
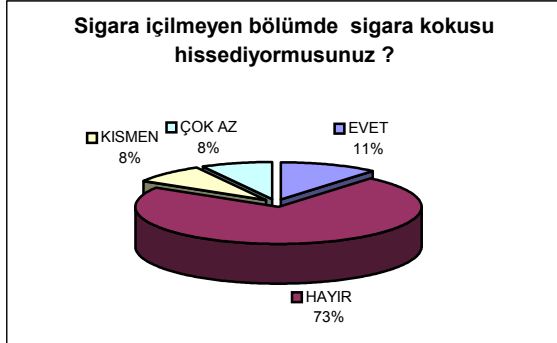
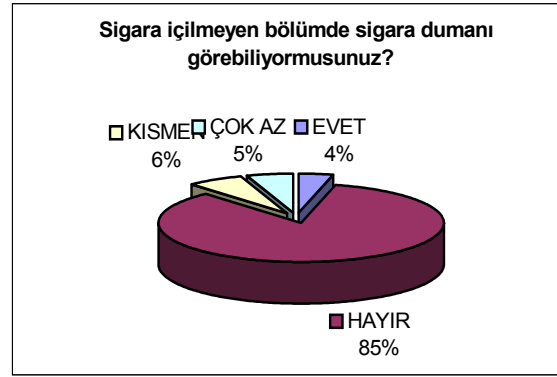
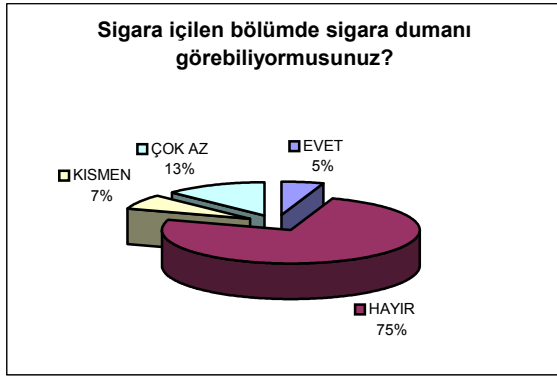
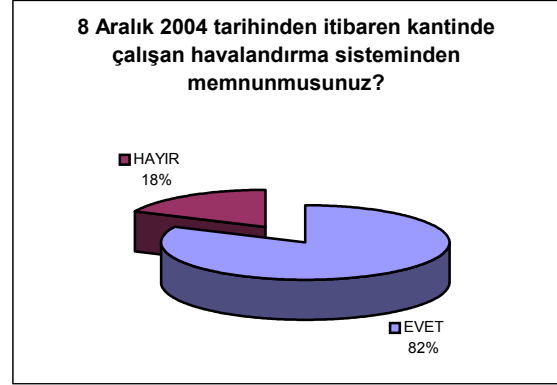
Tüm haftalarda sigara içilen hacimdeki CO<sub>2</sub> miktarı sigara içilen hacimden az çıkmıştır, sigara içilmeyen hacmin CO<sub>2</sub> miktarında 1000 ppm civarında azalma olmuştur. Bu durum negatif basıncın önemini ortaya koymaktadır.

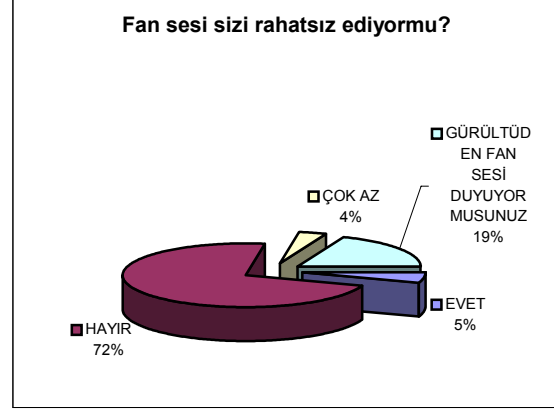
Koridordan alınan taze havanın CO<sub>2</sub> miktarı dış havaya göre iki katına yakındır. Taze havanın koridordan alınması durumunda hava değişim sayısı mutlaka artırılmalıdır.

### 6.2 Anket Yoluyla Verimliliğin Araştırılması

Anket formu basılı olarak kantinin pik kullanım saatlerinde 4500 öğrenci içerisinde rasgele seçilen 300 öğrenciye dağıtılarak katılım sağlandı. Anket sonuçları pasta grafik halinde aşağıda verilmiştir.

## ANKET SONUÇLARI





### 6.2.1 Anket sonuçlarının değerlendirilmesi

Katılımcıların %82 oranında sistemden memnun olduklarını, sigara içilen ve içilmeyen bölümlerde sigara dumanı görme oranının %5 olarak belirtmeleri, kantin kullanma sıklığının artması, Mayıs ayına kadar her iki bölümde de %76 oranında üşüme hissedilmemesi sistemin kullanılabilirliğini açıklamaktadır.

Sigara içilen bölümde sigara kokusu hissetme oranının %58 oranında düşük çıkması tütün içerisinde yanmayı kolaylaştıracak çeşitli maddeler, yanma sonunda dumanla birlikte açığa çıkan kokunun anında egzoz kanalına ulaştırılmayışı bu oranın düşük çıkmasına neden olabilir. Bu durum araştırılması gerekmektedir.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu uygulamalı proje havalandırma tesisat kurulmamış haliyle karşılaştırıldığında;

Sigara içilen bölümde CO<sub>2</sub> miktarı ortalama 3000 ppm'den 1205 ppm'e (2,849 kat), Sigara içilmeyen bölümde CO<sub>2</sub> miktarı ortalama 2300 ppm'den 1220 ppm'e (1,85 kat) düşmüştür. Bu durum aynı bina içerisinde değişik aktiviteler sonucu ortaya çıkan değişik koku ve gazların negatif basınç etkisiyle komşu hacimlere **sızmamasını** sağlamıştır.

Anket çalışmasında öğrencilerimiz sistemden %82 oranında memnun olduklarını, sigara içilmeyen bölümdeki sigara dumanı **görülme** oranının %75 olarak, her iki bölümde de üşüme **hissetme** oranının %70'in üzerinde olduğunu belirtmişlerdir.

CO<sub>2</sub> ölçüm sonuçları ve anket çalışması sonuçlarına göre öğrenci kantini bu projeye iç hava kalitesi yönünden yaşanılabilir ortam haline geldiğini ispatlamaktadır.

Kapalı hacimlerde ASHRAE CO<sub>2</sub> miktarını 1000 ppm değerini konfor üst sınırı olarak belirlemiştir.[8] Bu uygulamada ASHRAE standartlarının üzerinde CO<sub>2</sub> miktarı çıkmıştır. Egzoz havasının 1500m<sup>3</sup>/h fazla seçilmesi sigara içilmeyen bölümde bulunan ocak, tost ve ızgara sistemlerindeki gaz ve kokuların davlumbaz dışına çıkmasına neden olmaktadır. Pik kullanım saatlerinde ocak, tost ve ızgara aktivitelerini geçici olarak durduğumuzda CO<sub>2</sub> miktarı 950ppm'e kadar düşmüştür. İç içe geçmiş kantin havalandırması proje uygulamalarında negatif basınç davlumbaz verimini etkilemektedir. Kantin içerisinde davlumbazların bulunduğu ocak, tost ve ızgara kısmı negatif basınçın etkilemeyeceği şekilde ayrılmalıdır.

Taze havanın atmosfer havasından temin edileceği durumda (dış hava sıcaklığı, oda sıcaklığı, hacim içerisindeki CO<sub>2</sub> miktarına göre) değişken hava debili (VAV) fan hız kontrolü, taze havanın ısıtılması

durumunda ısıtıcıları yüke göre devreye alan kontrol sistemleri ve ısı geri kazanım sistemleri hava kalitesini yükseltip işletme giderlerini % 50 den daha fazla düşürecektir,

Edirne ve Kayseri İllerimizin hastanelerindeki problemler, havalandırma sistemlerinin iyileştirilmesi ve periyodik bakımlarının düzenli olarak yapılarak çözülebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] ÖZTÜRK, M., GÜVENSAN, A., YÜCEL, E. "İç Mekanlardaki Kirlilik Sorunu ve Bitkilerin Rolü", Yanma ve Hava Kirliliği İkinci Ulusal Sempozyumu, Anadolu Üniversitesi, 1994, s.287-295.
- [2] ATEŞ, E., İLTEN, N., "Mekanik Tesisatlardaki Cihazların Polimer Beton İle Tesbitinde Titreşim ve Gürültü İncelenmesi", IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 1999, İzmir.
- [3] Anonim, "Kapalı Bir Ortamdaki Hava sağlığını Nasıl Etkiliyor?", Bursa Çevre Merkezi, Aylık Bülten, Ocak 2000.
- [4] BORAT, O., BALCI, M., SÜRME, AS., "Hava Kirlenmesi ve Kontrol Tekniği", Teknik Eğitim Vakfı Yayınları-3, Ankara, 1992, s.1-4.
- [5] ERTÜRK Mustafa, "Havalandırma Sistem Tasarımı", BMYO III. Uygulamalı İklimlendirme ve Soğutma Semineri . Balıkesir Üniversitesi 6 -10 Eylül 2004
- [6] BULGURCU Hüseyin, "Havalandırma Sistemleri" Basılmamış Ders Notu, Balıkesir Üniversitesi BMYO
- [7] ÖZKOL N, "İklimlendirme" ETYÖO Matbaası Ankara
- [8] Internet/IAQ/Robert S. ZIMMERMAN, "Indoor Air Quality Guidelines for Pennsylvania Schools, August 1999

## ÖZGEÇMİŞ

### Mustafa ERTÜRK

1965 Afyon doğumludur. 1987 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Tesisat Ana Bilim Dalından mezun oldu. 1979-1988 yılına kadar baba mesleği olan tesisat sektöründe çalıştı. 1 Ağustos 1988~30 Kasım 1989 tarihleri de vatani görevini yedek subay olarak yerine getirdi. 1 Aralık 1989' da Balıkesir 100.Yıl Teknik ve EML Tesisat Teknolojisi bölümünde Meslek dersleri öğretmeni olarak göreve başladı, 1995-1997'de bölüm şefi olarak görev yaptı. 1998 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Bölümünden yüksek lisans derecesini aldı. 6 Nisan 1998'de Balıkesir Meslek Yüksekokulu İklimlendirme ve Soğutma Programında öğretim görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2002 yılından bu güne ek görev olarak Teknik Programlar Bölüm Başkan Yardımcılığını da yürütmektedir. Soğutma, Havalandırma, İklimlendirme, Isıtma, Güneş enerjisi, Doğal gaz, tesisat mühendisliği, uzaktan e-öğretim ve Lisans~Ön lisans düzeyinde soğutma, iklimlendirme, tesisat alanlarına yönelik eğitim cihazlarının tasarımı, projelendirilmesi ve imalatı konularında çalışmaktadır.