



**Bu bir MMO  
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **ENDÜSTRİYEL MUTFAKLARDA ÇİFT CİDARLI DAVLUMBAZ UYGULAMASI VE ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ**

**SÜLEYMAN KAVAS  
DOĞU İKLİMLENDİRME**

# ENDÜSTRİYEL MUTFAKLARDA ÇİFT CİDARLI DAVLUMBAZ UYGULAMASI VE ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

*Implementation of Double Skin Hood in Industrial Kitchens and Effects on Energy Efficiency*

**Süleyman KAVAS**

## ÖZET

Bu çalışmada endüstriyel mutfaklarda kullanılan klasik davlumbazlar ile yüksek performanslı çift cidarlı davlumbazların performansları, ilk yatırım ve işletme maliyetleri karşılaştırılmıştır. Çift cidarlı davlumbazların seçimi yapılırken VDI 2052 standardı dikkate alınmış, bu standardın avantaj ve dezavantajları da ayrıca irdelenmiştir. Çift cidarlı davlumbaz kullanılması durumunda mutfakta oluşacak hava değişim miktarındaki azalma ve buna bağlı olarak ısıtma/soğutma yüklerindeki düşüş ile gerçekleşecek enerji tasarrufu ve çift cidarlı davlumbaz yatırımının geri dönüş süresi analiz edilmiştir. Çalışmada ayrıca çift cidarlı davlumbazlarla birlikte ısı geri kazanım cihazı kullanılması durumu da dikkate alınmış ve gerçekleşen ilave enerji tasarrufu belirlenmiştir.

Örnek bir çalışma İzmir ilinde bulunan bir restoran mutfağı dikkate alınarak gerçekleştirilmiş ve çift cidarlı davlumbaz kullanılması durumunda %40'a varan oranlarda enerji tasarrufu yapılabileceği ve bu davlumbazların kısa süre içinde kendilerini amorti edebileceği ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Çift cidarlı davlumbaz, VDI 2052, Mutfak havalandırması.

## ABSTRACT

In this study, performance, initial investment and operating costs of industrial type conventional hoods and high performance double skin hoods were compared. While selecting kitchen hoods, the VDI 2052 standard has been taken into account and the advantages and disadvantages of this standard have also been discussed. In the case of a double-skin hood, the energy saving due to a decrease in the amount of air change in the kitchen and accordingly the decrease in heating/cooling loads and the payback period of the double-skin hood venture investment have been analyzed. The study also considered the use of heat recovery equipment in conjunction with double-skin hoods and stated additional energy savings.

A sample study has been carried out considering a restaurant kitchen in Izmir and it has been revealed that energy savings can be achieved up to 40% if double-skin hoods are used and these hoods can be depreciated within a short time.

**Key Words:** Double skin kitchen hood, VDI 2052, Kitchen ventilation.

## 1. GİRİŞ

Son zamanlarda ülkemizde AVM, otel ve restoran yatırımlarında bir artış görülmektedir. Bu tür yapılar günün önemli bir kısmında çalışmakta ve büyük miktarda enerji harcamaktadır. Mutfaklar ise bu yapıların en fazla enerji ihtiyacı gösteren mahallerinden birisi olarak tasarımı özel önem arz etmektedir. Endüstriyel mutfaklardaki ısıtma ve soğutma yüklerinin yarıdan fazlası davlumbaz ile atılan egzoz havasından kaynaklanmaktadır [1]. Mutfak havalandırmasının ana elemanı olan davlumbazın seçiminde ve havalandırma projesinin tasarımında yapılacak bir iyileştirme bu yüklerin düşmesini sağlayacak ve dolayısıyla enerji tüketiminde azalma olarak karşımıza çıkacaktır.

Uzun zamandır bilinmekte olan çift cidarlı davlumbazlar ülkemizde henüz yaygın bir şekilde kullanılmamaktadır. Bu çalışmada İzmir’de bulunan bir restoran örneği için klasik davlumbaz ve çift cidarlı davlumbaz kullanılması durumunda ortaya çıkan egzoz debileri, enerji tüketimleri ve yatırım maliyetleri karşılaştırılarak çift cidarlı davlumbazların avantajları ortaya konmaya çalışılmıştır.

Dünya’da endüstriyel mutfak havalandırmasına yönelik hazırlanmış başlıca standartlar şu şekildedir; Alman standardı VDI 2052 (Ventilation Equipment for Kitchens), İngiliz standardı DW/172 (Specification for Kitchen Ventilation Systems) ve Amerikan standardı ANSI/ASHRAE 154-2011 (Ventilation for Commercial Cooking Operations). Ülkemizde endüstriyel mutfak havalandırmasına yönelik hazırlanmış bir standart bulunmamaktadır.

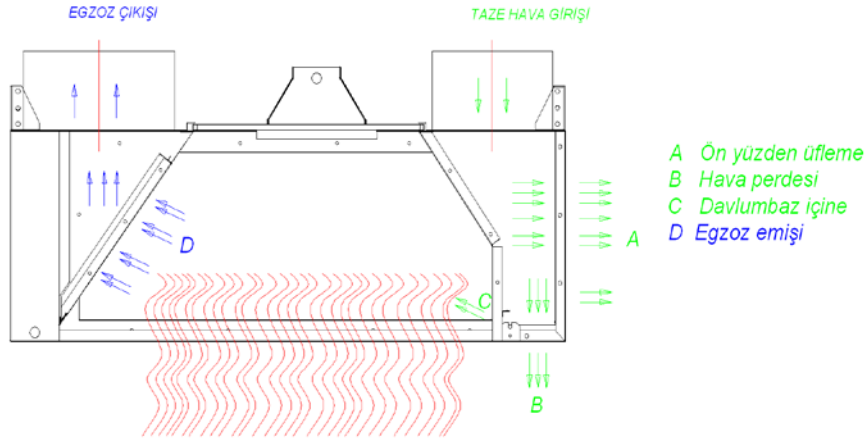
Bu çalışmada VDI 2052 standardı dikkate alınarak davlumbaz debileri belirlenmiştir. Hesap yapılırken mutfağın türü, birim zamanda hazırlanan kuver sayısı, çalışma süresi, pişirici cihazlarının boyutları, türü ve bağıl yükleri gibi birçok parametre göz önüne alındığı için bu çalışmada VDI 2052 standardının kullanılmasına karar verilmiştir. VDI 2052 diğer standartlara göre en kapsamlı ve hassas olanıdır.

## 2. ÇİFT CİDARLI DAVLUMBAZ

Klasik davlumbazlara göre yüksek verimli olarak tarif edilen çift cidarlı davlumbazların en önemli özelliği kendi üzerinden taze hava vermesidir. Klasik davlumbazlar sadece emiş yaparken, çift cidarlı davlumbazlar hem emiş hem de taze hava üfleme yaparlar. Bu yüzden klasik davlumbazlara göre şartlandırılmış ortam havasını daha az miktarda kullanarak enerji tasarrufu sağlarlar.

Davlumbaz üzerinden verilen taze hava düşük hızlarla (ortalama 0,25 m/s) üflendiği için mahale karışmadan davlumbaz tarafından geri emilmektedir. Bundan dolayı taze hava şartlandırılmadan kullanılabilir. Ancak taze hava, mahal havasından en fazla 10 °C daha soğuk olabilir. Daha düşük sıcaklıklar için taze havanın davlumbaza verilmeden önce ısıtılması önerilmektedir[4].

Isıtma işlemi davlumbazdan atılan egzoz havası kullanılarak ısı geri kazanım cihazı (IGK) ile yapılabilir. Bu tarz uygulamalarda IGK cihazı davlumbazın egzoz ve taze hava hattına bağlanarak egzoz hattından atılan sıcak havayla davlumbaza verilecek dış ortam havası ısıtılmaktadır. Böylelikle enerji tasarrufu daha da artacak ve çevreci bir sistem ortaya çıkacaktır. Yaz aylarında ise bypass damperi kullanımı ile ısı değiştirici pasif duruma getirilebilir.



**Şekil 1.** Çift cidarlı davlumbaz kesiti

Taze hava davlumbaz üzerinden farklı şekillerde verilebilmektedir. En sık görülen çeşitler:

1. Hava perdesi,
2. Ön yüzden üfleme,
3. Kısa devre (davlumbaz içine üfleme),
4. Tezgâh arkasına üfleme

Yukarıdaki listenin farklı kombinasyonları şeklinde de taze hava üfleme yapılabilir. Davlumbaz verimini ters yönde etkilememek için verilecek taze havanın belli değerleri geçmemesi önerilmektedir. Birçok üretici farklı değerler sunmakla birlikte, hava perdesi şeklinde üfleme yapılırken taze hava miktarı egzoz havasının %20'sini geçmemesi önerilir. Bu değer, kısa devre için %15 ve tezgâh arkasından üfleme için %46'dır [2]. Ön yüzden üfleme için önerilen en yüksek oran % 75'dir. [3]

Davlumbazın egzoz tarafındaki hava hızı 5-7 m/s, taze hava tarafında ise 3-5 m/s. Bu hızlar davlumbazın giriş ve çıkış boğazındaki değerlerdir [3].

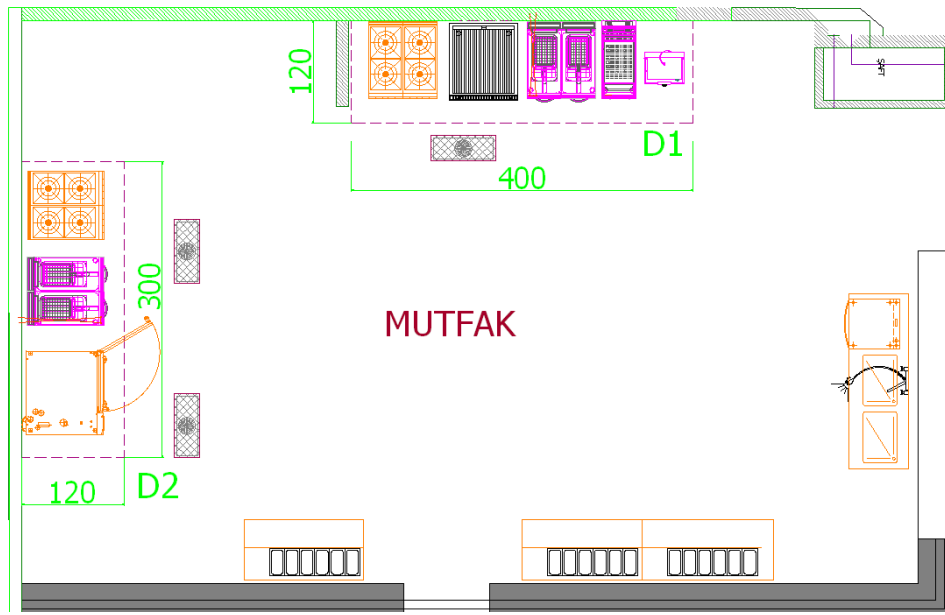
### 3. ÖRNEK PROJE

Mutfak 75 m<sup>2</sup> alandan oluşmakta ve mutfakta iki adet duvar tipi davlumbaz bulunmaktadır. D1 davlumbazı altında 3,6x1 m ve D2 davlumbazı altında 2,6x1 m ölçülerinde birer tezgah bulunmaktadır.

Davlumbaz boyutları belirlenirken VDI 2052 standardının önerileri dikkate alınmış ve mutfak bloğundan minimum 20 cm geniş olacak şekilde davlumbazlar boyutlandırılmıştır. Mutfak planı Şekil 2'de davlumbaz boyutları ise Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Mutfakta bulunan davlumbazların boyutları

Davlumbaz	Tipi	Uzunluk (cm)	Genişlik (cm)	Yükseklik (cm)
D1	Duvar tipi	380	120	40
D2	Duvar Tipi	300	120	40



Şekil 2. Mutfak yerleşimi

#### 4. HAVA DEBİLERİNİN HESABI

VDI 2052 standardına göre debi hesap yapılırken her cihazın gücü, yaydığı ısı ve nem miktarının bilinmesi gerekmektedir. Anma güçleri cihaz kataloglarından alınabilir. Referans ısı ve buhar yayınımları için ise VDI 2052'nin önerdiği değerler kullanılmaktadır. Bu iki davlumbaz için belirlenen değerler Tablo 2 ve 3'de verilmiştir.

**Tablo 2.** D1 davlumbazı altındaki cihazlar ve yaydıkları ısı ve buhar miktarları

No	Pişirme Cihazı	Adet	Anma Gücü P (kW)	Duyulur Isı Yayınımları		Buhar Yayınımları	
				$Q_s$ (W/kW)	$P \cdot Q_s$ (W)	g/h kW	g/h
1	Elektrikli Ocak	1	30	200	6000	118	3540
2	Makarna Pişirici	1	20	35	700	294	5880
3	Fritöz	1	35	50	1750	147	5145
4	Tost Makinesi	1	13,2	800	10560	257	3392,4
5	Elektrikli Izgara	1	16	800	12800	257	4112

**Tablo 3.** D2 davlumbazı altındaki cihazlar ve yaydıkları ısı ve buhar miktarları

No	Pişirme Cihazı	Adet	Anma Gücü P (kW)	Duyulur Isı Yayınımları		Buhar Yayınımları	
				$Q_s$ (W/kW)	$P \cdot Q_s$ (W)	g/h kW	g/h
1	Elektrikli Izgara	1	16	800	12800	257	4112
2	Elektrikli Fırın	1	22	120	2640	235	5170
3	Fritöz	1	35	50	1750	147	5145

#### 4.1. Egzoz Debisinin Hesabı

Davlumbaz altındaki cihazlardan yayılan ısının konvektif kısmını ( $Q_{S,K}$ ) bulmak için eşitlik (1) kullanılmaktadır.

$$Q_{S,K} = 0,5 \cdot P \cdot Q_S \quad (W) \quad (1)$$

Bu eşitlikte P pişirme cihaz için anma gücünü (W),  $Q_S$  ise cihazın duyulur ısı yayılımını (W/kW) ifade etmektedir. Her cihaz için bulunan  $Q_{S,K}$  değeri davlumbaz altında oluşan termal egzoz debisini hesaplamak için kullanılacaktır. Burada amaç ısı olarak etkilenmiş havanın debisini hesaplamak ve bu miktar havayı davlumbaz üzerinden dışarı atmaktır.

$$V_{th} = k \cdot Q_{S,K}^{\frac{1}{3}} \cdot (z + 1,7 \cdot d_{hydr})^{\frac{2}{3}} \cdot r \cdot \varphi \quad (m^3/h) \quad (2)$$

(2) eşitliğinde  $V_{th}$  termal egzoz debisi ( $m^3/h$ ), k ( $18 m^{4/3} W^{-1/3} h^{-1}$ ) ampirik olarak belirlenen bir katsayı,  $d_{hydr}$  ise pişiricinin veya mutfak bloğunun hidrolik çapıdır. Hidrolik çapın bulunması için eşitlik (3) kullanılmaktadır. Bu eşitlikte L pişiricinin veya mutfak bloğunun boyunu (m), B ise pişiricinin veya mutfak bloğunun enini (m) ifade etmektedir.

$$d_{hydr} = 2 \cdot L \cdot B / (L + B) \quad (m) \quad (3)$$

**Tablo 4.** Eşitlik 2’de kullanılan parametreler

Parametre	Tanım	Açıklama	Değer
z	Davlumbaz - mutfak bloğu arasındaki mesafe		1,1 m
$\varphi$	Eşzaman faktörü	Gastronomik tesis – küçük mutfak	1
r	Azaltım faktörü	Davlumbaz duvara dayalı	0,63

Değerler eşitlik (2) de yerine konduğunda her iki davlumbaz için egzoz debileri bulunur. Davlumbaz çevresinden yapılan hava beslemesinin türüne bağlı olarak egzoz hava akışında bozulmalar meydana gelmektedir. Bu bozulmaları dikkate almak için bulunan egzoz debisi “a” katsayısı (hava taşıma faktörü) ile çarpılır ve davlumbazdan atılması gereken egzoz debisi ( $V_{Erf}$ ) bulunur. a değeri çift cidarlı davlumbazlar için 1,10 klasik davlumbazlar için 1,35 olarak alınmıştır.

$$V_{Erf} = V_{th} \cdot a \quad (m^3/h) \quad (4)$$

Bulunan  $V_{Erf}$  değerleri Tablo 5’de verilmiştir.

**Tablo 5.** D1 ve D2 davlumbazları için hesaplanan  $V_{Erf}$  değerleri

	$V_{Erf} (m^3/h)$	
	Klasik davlumbaz	Çift cidarlı davlumbaz
D1	3501,64	2853,19
D2	2597,42	2116,41

Davlumbaz içinde yoğuşma oluşmaması için gerekli minimum egzoz debisi de ( $V_{ABL}$ ) hesaplanmalıdır. Hesaplanan değer  $V_{Erf}$  değeri ile karşılaştırılır. Eğer  $V_{ABL}$  değeri  $V_{Erf}$  değerinden büyük ise yeni egzoz debisi olarak alınır, küçük ise  $V_{Erf}$  değeri aynı kalır. Yoğuşma kontrolü için eşitlik (5) kullanılmaktadır [4].

$$V_{ABL} = \frac{\sum_{i=1}^n m_d \cdot \varphi}{(\omega_{ex} - \omega_{sup}) \cdot \rho} \quad (m^3/h) \quad (5)$$

$\omega_{ex} - \omega_{sup} = 6g/kg$  kuru hava (Egzoz havasının ve taze havanın özgül nemleri arasındaki fark)

Eşitlik (5)’de  $\rho$  ( $1,2 kg/m^3$ ) havanın yoğunluğunu,  $\varphi$  eşzaman faktörünü ve  $m_d$  kütleli buhar debisini ( $g/h$ ) ifade etmektedir.

**Tablo 6.** Çift cidarlı davlumbazlar için yoğuşma kontrolü ve egzoz debileri

Davlumbaz	Kütleli Buhar Debisi (g/h)	$V_{ABL}$ ( $m^3/h$ )	$V_{Erf}$ ( $m^3/h$ )	$V_{Erf,son}$ ( $m^3/h$ )
D1	22069,4	3065,194	2853,19	3065,19
D2	14427	2003,75	2116,41	2116,41
			Toplam	5181,60

**Tablo 7.** Klasik davlumbazlar için yoğuşma kontrolü ve egzoz debileri

Davlumbaz	Kütleli Buhar Debisi (g/h)	$V_{ABL}$ ( $m^3/h$ )	$V_{Erf}$ ( $m^3/h$ )	$V_{Erf,son}$ ( $m^3/h$ )
D1	22069,4	3065,19	3501,64	3501,64
D2	14427	2003,75	2597,41	2597,41
			Toplam	6099,05

#### 4.2. Taze Hava Debisinin Hesabı

Davlumbazdan atılacak egzoz debileri bulunduktan sonra mutfağa verilmesi gereken taze hava miktarının hesaplanması gerekecektir. Mutfaktan restoran kısmına hava kaçışını engellemek için VDI 2052 mutfağın bir miktar negatif basınçta tutulmasını önermektedir. Ancak taze hava debisi egzoz debisinden en fazla %3-5 eksik olabilir [4]. Bu çalışmada taze hava debisi egzoz debisinden %3 küçük seçilmiştir.

Çift cidarlı davlumbazlar üzerinde verilecek taze hava (iyileştirme havası) miktarı Bölüm 2'de anlatıldığı gibi farklı değerlerde olabilir. Bu çalışmada kullanılan çift cidarlı davlumbazlar hava perdesi ve ön yüzden üfleme yapacak şekilde tasarlanmış ve iyileştirme havası debisi egzoz debisinin %40 olarak belirlenmiştir. Bu değerler dikkate alınarak hesaplanan egzoz ve taze hava debileri filtreli davlumbaz ve çift cidarlı davlumbaz olması durumuna göre Tablo 8'de gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Mutfak egzoz ve taze hava debileri

Davlumbaz	Egzoz Havası Debisi ( $m^3/h$ )	Mahale Verilecek Taze Hava Debisi ( $m^3/h$ )	Davlumbazdan Verilecek İyileştirme Havası Debisi ( $m^3/h$ )
Çift Cidarlı Davlumbaz Durumu			
D1	3065,19	1783,94	1189,30
D2	2116,41	1231,75	821,17
Klasik Davlumbaz Durumu			
D1	3501,64	3396,59	-
D2	2597,41	2519,49	-

#### 5. MUTFAK HVAC YÜKLERİ ve ENERJİ TÜKETİMİ

Davlumbazlardan kaynaklı ısıtma/soğutma yükleri hesaplanırken mutfağın tasarım şartları yaz için 24 °C, %60 bağıl nem ve kış için 20 °C, %60 bağıl nem olarak alınmıştır. Seçilen tasarım şartları VDI 2052 standardının önerdiği değer aralığında seçilmiştir. Dış hava tasarım şartları için ise Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün İzmir için uzun dönem sıcaklık ve nem istatistikleri kullanılmıştır. 12 ay için dış hava tasarım şartları Tablo 9'da verilmiştir. Mayıs-Eylül ayları arası soğutma, diğer aylar ısıtma yapılacaktır. Davlumbazdan verilecek iyileştirme havası sıcaklığı ile mahal havası sıcaklığı arasında 10 °C'den daha büyük bir fark var ise iyileştirme havası şartlandırılacak yok ise şartlandırılmadan içeri

verilecektir [4]. Ocak, Şubat, Mart ve Aralık aylarında davlumbazdan verilecek iyileştirme havası ısıtılırken diğer aylarda sıcaklık farkı 10 °C'nin altında olduğu için şartlandırılmasına gerek yoktur.

**Tablo 9.** İzmir için sıcaklık ve nem değerleri [5].

	Ocak	Şub.	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Eylül	Ekim	Kas.	Ara.
Dış Sıcaklık (°C)	5,9	6,2	7,8	11,3	26	30,7	33,2	32,9	29,1	14,7	10,7	7,7
Bağıl Nem (%)	70	68	66	63	60	53	51	52	57	63	65	67
Dış havanın Entalpisi (kJ/kg)	16	16,2	18,7	24,5	58,4	68,5	75,3	75,1	66,1	31,3	23,8	18,7

Davlumbaz üzerinden atılan havadan kaynaklı ısıtma ve soğutma yükleri havanın entalpisine ve debisine bağlıdır.

$$Q = m \cdot \rho \cdot \Delta h \quad (\text{kJ/h}) \quad (6)$$

Eşitlik (6)'da m hava debisini (m<sup>3</sup>/h), ρ havanın yoğunluğunu (kg/m<sup>3</sup>) ve Δh iç-dış hava arasındaki entalpi farkını (kJ/kg) ifade etmektedir. Eşitlik (6) kullanılarak her ay için mutfağa ve davlumbaza verilmesi gereken taze havanın ısıtma/soğutma yükleri hesaplanmış, Tablo 10 ve 11'de gösterilmiştir.

**Tablo 10.** Klasik davlumbazlar için egzoz havasından kaynaklanan ısıtma/soğutma yükleri

Ay	D1	D2	
	Mahal Taze Hava Yüğü (kJ/h)	Mahal Taze Hava Yüğü (kJ/h)	Toplam Isıtma/Soğutma Yüğü (kJ/h)
Ocak	107196,49	79515,16	186711,65
Şubat	106381,31	78910,49	185291,79
Mart	96191,53	71352,01	167543,54
Nisan	72551,24	53816,35	126367,58
Mayıs	23640,29	17535,66	41175,95
Haziran	64807,00	48071,91	112878,91
Temmuz	92523,21	68630,96	161154,16
Ağustos	91708,02	68026,28	159734,30
Eylül	55024,81	40815,77	95840,58
Ekim	44835,03	33257,29	78092,33
Kasım	75404,37	55932,72	131337,09
Aralık	96191,53	71352,01	167543,54



**Tablo 11.** Çift cidarlı davlumbazlar için egzoz havasından kaynaklanan ısıtma/soğutma yükleri

Ay	D1			D2			Toplam Isıtma/Soğutma Yükü (kJ/h)
	Mahal Hava (kJ/h)	Taze Yükü	İyileştirme Havası (kJ/h)	Mahal Hava (kJ/h)	Taze Yükü	İyileştirme Havası (kJ/h)	
Ocak	56301,25		37534,16	38874,08		25916,05	158625,54
Şubat	55873,10		37248,73	38578,46		25718,97	131700,29
Mart	50521,27		33680,85	34883,21		23255,47	119085,32
Nisan	38105,03		-	26310,21		-	64415,24
Mayıs	12416,24		-	8572,99		-	20989,24
Haziran	34037,64		-	23501,82		-	57539,46
Temmuz	48594,61		-	33552,91		-	82147,53
Ağustos	48166,47		-	33257,29		-	81423,76
Eylül	28899,88		-	19954,38		-	48854,26
Ekim	23548,05		-	16259,12		-	39807,17
Kasım	39603,54		-	27344,89		-	66948,42
Aralık	50521,27		33680,85	34883,21		23255,47	119085,32

Mutfağın şartlandırılması COP 'si 3,5 olan DX bataryalı bir klima santrali ile yapılmaktadır. Eğer çift cidarlı davlumbaz ile birlikte ısı geri kazanım cihazı da kullanılırsa iyileştirme havasını ısıtmak için klima santraline ihtiyaç kalmayacaktır. Bu durumda davlumbaza verilecek iyileştirme havası egzoz havası tarafından ısıtılarak davlumbaza verilecektir. Isıtma ihtiyacı olmayan aylarda ise bypass damperi vasıtasıyla hava ısı değiştirici üzerinden geçmeden davlumbaza verilecektir. Üç şart için ortaya çıkan ısıtma/soğutma güçleri Tablo 12'de özetlenmiştir.

**Tablo 12.** Üç uygulama için ihtiyaç duyulan ısıtma/soğutma güçleri

Ay	Isıtma/Soğutma Güçleri (kW)		
	Klasik Davlumbaz	Çift Cidarlı Davlumbaz	Çift Cidarlı Davlumbaz + IGK
Ocak	14,83	12,60	7,56
Şubat	14,72	10,46	7,50
Mart	13,31	9,46	6,78
Nisan	10,04	5,12	5,12
Mayıs	3,27	1,67	1,67
Haziran	8,97	4,57	4,57
Temmuz	12,80	6,52	6,52
Ağustos	12,69	6,47	6,47
Eylül	7,61	3,88	3,88
Ekim	6,20	3,16	3,16
Kasım	10,43	5,32	5,32
Aralık	13,31	9,46	6,78
TOPLAM	128,17	78,68	65,33

Not: Mayıs-Eylül ayları arasında soğutma, diğer aylarda ısıtma yapılmıştır.

Tablo 12'den de görüleceği gibi çift cidarlı davlumbaz kullanılması durumunda iklimlendirme amacıyla harcanan enerjiden %38,7 oranında tasarruf yapılabilmektedir. Çift cidarlı davlumbaz ile birlikte ısı geri kazanım cihazı kullanılması durumunda ise bu oran %49'a kadar çıkmaktadır.

## 6. YATIRIM MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE GERİ DÖNÜŞ SÜRELERİNİN HESABI

Maliyetler karşılaştırılırken ilk yatırım ve işletme maliyetleri her durum için hesaplanmış ve sistemin geri dönüş süreleri belirlenmiştir. Geri dönüş süreleri NPV (net present value – net bugünkü değer) yöntemi ile hesaplanmıştır.

### 6.1 İlk Yatırım Maliyeti

İlk yatırım maliyetinin içinde davlumbaz, hava kanalları, aspiratör, vantilatör, ısı geri kazanım cihazı ve sistemin kurulum maliyeti bulunmaktadır.

Aspiratörler metal filtreli ve geriye eğik fanlı hücreli tip olarak, vantilatör ise G4 panel ve F7 torba filtreli hücreli tip olarak seçilmiştir. Isı geri kazanım cihazı aspiratör ve vantilatörle aynı özelliklerde olup plakalı tip ısı değiştiricisi bulunmaktadır.

**Tablo 13.** Üç uygulama için belirlenen cihazların elektrik güçleri

	Klasik Davlumbaz Durumu	Çift Cidarlı Davlumbaz Durumu		Çift Cidarlı Davlumbaz + IGK Durumu	
	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör
Fanın Çektiği Güç (kW)	2,69	0,85	2,36	0,88	2,45

**Tablo 14.** Üç uygulama için ilk yatırım maliyetleri

	Klasik Davlumbaz (€)	Çift Cidarlı Davlumbaz (€)	Çift Cidarlı Davlumbaz + IGK (€)
Davlumbaz 1	1500	2300	2300
Davlumbaz 2	1400	2000	2000
Kanal	500	800	800
IGK			2500
Aspiratör	1000	850	
Vantilatör		600	
Nakliye, Montaj ve İşçilik	1100	1750	1750
TOPLAM	5500	8300	9350

### 6.2 İşletme Maliyeti

Restoranın günde 12 saat, haftada 7 gün çalıştığı kabul edilmiştir. İklimlendirme için harcanan güç, aspiratör ve vantilatörlerin çektiği elektrik ve bakım maliyetleri dikkate alınarak üç sistem için işletme maliyetleri hesaplanmıştır. 2016 yılı elektrik birim fiyatı 8,794 Cent/kWh olarak alınmıştır [6].

**Tablo 15.** Üç uygulama için iklimlendirme amacıyla aylık bazda tüketilen elektrik

	Klasik Davlumbaz Uygulaması (€)	Çift Cidarlı Davlumbaz Uygulaması (€)	Çift Cidarlı Davlumbaz + IGK Uygulaması ((€)
Ocak	469,50	398,88	239,33
Şubat	434,87	309,09	221,67
Mart	435,35	309,43	221,92
Nisan	317,76	161,98	161,98
Mayıs	106,99	54,54	54,54
Haziran	283,84	144,69	144,69
Temmuz	418,74	213,45	213,45
Ağustos	415,05	211,57	211,57
Eylül	241,00	122,85	122,85
Ekim	202,92	103,43	103,43
Kasım	330,26	168,35	168,35
Aralık	435,35	309,43	221,92
TOPLAM	4091,63	2507,69	2085,69

**Tablo 16.** Üç uygulama için fanların aylık bazda tükettiği elektrik

	Klasik Davlumbaz Uygulaması (€)	Çift Cidarlı Davlumbaz Uygulaması (€)		Çift Cidarlı Davlumbaz + IGK Uygulaması (€)	
		Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör
Ocak	88,00	77,20	27,81	80,15	28,79
Şubat	79,48	69,73	25,12	72,39	26,00
Mart	88,00	77,20	27,81	80,15	28,79
Nisan	85,16	74,71	26,91	77,56	27,86
Mayıs	88,00	77,20	27,81	80,15	28,79
Haziran	85,16	74,71	26,91	77,56	27,86
Temmuz	88,00	77,20	27,81	80,15	28,79
Ağustos	88,00	77,20	27,81	80,15	28,79
Eylül	85,16	74,71	26,91	77,56	27,86
Ekim	88,00	77,20	27,81	80,15	28,79
Kasım	85,16	74,71	26,91	77,56	27,86
Aralık	88,00	77,20	27,81	80,15	28,79
TOPLAM	1036,13	909,02	327,40	943,68	338,96

Fanların bir yılda tükettiği elektrik klasik davlumbaz uygulamasında 1036,13 €, çift cidarlı davlumbaz uygulamasında 1236,42 €, çift cidarlı davlumbaz ve ısı geri kazanım cihazının birlikte çalıştığı uygulama için ise 1282,64 €dur.

Yıllık bakım maliyeti klasik davlumbaz uygulaması için 100 €, çift cidarlı davlumbaz uygulaması için 150 €, ısı geri kazanım cihazının olduğu uygulama için ise 200 € alınmıştır.

### 6.3 NPV Analizi ile Yatırım Geri Dönüş Sürelerinin Hesabı

Yatırımın geri dönüş süreleri ve tasarruf miktarlarının analizi için NPV (net present value – net bugünkü değer) yöntemi kullanılmıştır. Cihazların ekonomik ömürleri 10 yıl ve 10 yılın sonunda hurda değerleri ilk yatırım maliyetlerinin %10 olarak kabul edilmiştir. Yıllık faiz oranı ise %10 olarak hesaba katılmıştır.

İlk olarak çift cidarlı davlumbaz ve klasik davlumbaz uygulamalarının maliyet karşılaştırmaları yapılarak yatırımın geri dönüş süresi ve tasarruf miktarları analiz edilmiştir. İki alternatifin ilk yatırım maliyetleri karşılaştırıldığında çift cidarlı davlumbaz uygulamasının 2800 € daha pahalı olduğu görülür. Yıllık işletme maliyeti ise 1333,64€ daha azdır. Bu değerler dikkate alınarak NPV analizi gerçekleştirildiğinde Tablo 17’de de görüleceği gibi çift cidarlı davlumbaz uygulaması ilk yatırım maliyeti farkını 2 yıl 6 ayda kapatmaktadır. On yılın sonunda ise 5714,67€ tasarruf sağlamaktadır.

**Tablo 17.** Çift cidarlı ile klasik davlumbaz uygulamalarının maliyet karşılaştırması

Yıl	Yatırım Farkı (€)	Yıllık Tasarruf (€)	Hurda Değeri (€)	Net Nakit Akışı (NNA) (€)	NPV	NNA x NPV (€)	Toplam (€)
0	-2800	0	0	-2800,00	1	-2800,00	-2800
1	0	1333,64	0	1333,64	0,91	1212,40	-1587,60
2	0	1333,64	0	1333,64	0,83	1102,19	-485,41
3	0	1333,64	0	1333,64	0,75	1001,99	<b>*516,58</b>
4	0	1333,64	0	1333,64	0,68	910,90	1427,47
5	0	1333,64	0	1333,64	0,62	828,09	2255,56
6	0	1333,64	0	1333,64	0,56	752,81	3008,37
7	0	1333,64	0	1333,64	0,51	684,37	3692,74
8	0	1333,64	0	1333,64	0,47	622,15	4314,89
9	0	1333,64	0	1333,64	0,42	565,60	4880,49
10	0	1333,64	830	2163,64	0,39	834,18	5714,67
10 yılın sonunda toplam tasarruf						5714,67	

İkinci olarak çift cidarlı davlumbaz ile ısı geri kazanım cihazının birlikte kullanılması durumunda klasik davlumbaz uygulamasına göre ne kadar zamanda ilk yatırım maliyetini karşıladığı ve ekonomik ömrü sonunda elde edilen tasarruf miktarı hesaplanmıştır. İki uygulama arasında 3850€ ilk yatırım maliyeti farkı bulunmaktadır. Aradaki yıllık işletme maliyeti farkı ise 1659,43€'dur. NPV analizi sonucunda ısı geri kazanım cihazlı sistemin ilk yatırım maliyeti farkını 2 yıl 10 ayda kapattığını ve ekonomik ömrü sonunda diğer sisteme göre toplam 6706,94€ tasarruf elde ettiği görülmektedir.

**Tablo 18.** IGK + çift cidarlı davlumbaz ile klasik davlumbaz uygulamalarının maliyet karşılaştırması

Yıl	Yatırım Farkı (€)	Yıllık Tasarruf (€)	Hurda Değeri (€)	Net Nakit Akışı (NNA) (€)	NPV	NNA x NPV (€)	Toplam (€)
0	-3850	0	0	-3850,00	1	-3850	-3850
1	0	1659,43	0	1659,43	0,91	1508,57	-2341,43
2	0	1659,43	0	1659,43	0,83	1371,43	-970,00
3	0	1659,43	0	1659,43	0,75	1246,75	<b>*276,75</b>
4	0	1659,43	0	1659,43	0,68	1133,41	1410,16
5	0	1659,43	0	1659,43	0,62	1030,37	2440,53
6	0	1659,43	0	1659,43	0,56	936,70	3377,24
7	0	1659,43	0	1659,43	0,51	851,55	4228,79
8	0	1659,43	0	1659,43	0,47	774,14	5002,92
9	0	1659,43	0	1659,43	0,42	703,76	5706,68
10	0	1659,43	935	2594,43	0,39	1000,26	6706,94
10 yılın sonunda toplam tasarruf						6706,94	

## SONUÇ

Bu çalışmada klasik davlumbazlar ile çift cidarlı davlumbazların VDI 2052 standardına göre egzoz ve taze hava debileri İzmir'de bulunan bir restoran mutfağı örneği üzerinden hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre iki sistemin yılın on iki ayı dikkate alınarak ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanmış ve yıllık tükettikleri enerji miktarları belirlenmiştir. Ayrıca çift cidarlı davlumbazlarla birlikte ısı geri kazanım cihazı kullanılması durumu da irdelenmiş ve elde edilen ilave enerji tasarrufu hesaplanmıştır.

Klasik davlumbaz kullanılması durumunda yıllık iklimlendirme amacıyla harcanan enerji gideri 4091,63 €, çift cidarlı davlumbaz kullanılması durumunda 2507,69 € ve ısı geri kazanım uygulaması yapılan durumda ise 2085,69 €'dur. Sonuç olarak çift cidarlı davlumbaz kullanmakla %38,7 iklimlendirme amacıyla harcanan enerji giderinden tasarruf yapılabilmektedir. Fanların harcadığı enerji de dikkate alındığında tasarruf oranı çift cidarlı davlumbaz için %27, ısı geri kazanım cihazı ile birlikte kullanılması durumunda ise %34,3 olmaktadır.

Bu üç sistem için ilk yatırım ve işletme maliyetleri hesaplanmış, çift cidarlı davlumbaz sisteminin ilk yatırım maliyet farkını 2 yıl 6 ayda, ısı geri kazanım cihazı ile birlikte kullanılması durumunda ise 2 yıl 10 ayda kapattığı görülmüştür. Isı geri kazanım cihazı ile birlikte kullanılması durumunda daha uzun zamanda maliyet farkını kapatmasının sebebi ısı geri kazanım cihazı ilk yatırım maliyetinin göreceli yüksek olmasıdır.

Klasik davlumbazların ilk yatırım maliyeti daha uygun olsa da çift cidarlı davlumbaz kullanımı aradaki farkı kısa sürede kapatabilmektedir. Ayrıca çift cidarlı davlumbazlar düşük enerji tüketimlerinden dolayı daha çevreci bir alternatif olarak tercih edilmelidir.

Yaz ve kış dış hava tasarım sıcaklıklarının daha uç noktalarda olduğu şehirlerde davlumbaz egzozundan atılan havanın yerine mahale alınacak taze havanın şartlandırılması için harcanan enerji artacaktır. Dolayısıyla çift cidarlı davlumbazlar ilk yatırım maliyeti farkını daha kısa bir süre içinde kapatacaklardır. Bu çalışmada davlumbaz debileri küçük olduğundan çift cidarlı ve klasik davlumbaz kullanılması durumunda mutfağı şartlandırmak için gerekli iklimlendirme cihazının kapasitesindeki fark göz ardı edilmiştir. Daha büyük tesisler için iklimlendirme cihazındaki kapasite farkından kaynaklanan ilk yatırım maliyeti, çift cidarlı davlumbazı daha ilk yatırım anında kara geçirebilmektedir.

## KAYNAKLAR



- [1] FISHER, D., SWIERCZYNA, R., KARAS A., “Future of DCV for Commercial Kitchens” ASHRAE Journal Şubat 2013, P. 48.
- [2] SWIERCZYNA, R. T., SOBISKI P. A., “The Effect of Makeup Air on Kitchen Hoods” ASHRAE Journal Temmuz 2003.
- [3] DW/172 Specification for Kitchen Ventilation Systems, 2005.
- [4] VDI 2052 Ventilation Equipment for Kitchens, Nisan 2006.
- [5] <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR>
- [6] [http://www.tedas.gov.tr/#!tedas\\_tarifeler](http://www.tedas.gov.tr/#!tedas_tarifeler) .

## ÖZGEÇMİŞ

### Süleyman KAVAS

1982 yılı Aydın doğumludur. 2005 yılında Ege Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 2008 yılında yüksek mühendis unvanını almıştır. 2014 yılında Liege Üniversitesi, Ecole Centrale de Nantes ve Rostock Üniversitesi ortak programından Gemi Mühendisliği alanında bir yüksek lisans derecesi daha almıştır. 2016 yılında ise İzmir Ekonomi Üniversitesi Yöneticiler için MBA programından mezun olmuştur. Halen Ege Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde doktora çalışmalarına devam etmekte ve Doğu İklimlendirme San. Tic. A.Ş. firmasında iş geliştirme müdürü olarak çalışmaktadır.