



**EGE ÜNİVERSİTESİ**



**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YAKLAŞIK SIFIR ENERJİLİ BİNALARDA  
KULLANILAN HAVADAN HAVAYA PLAKALI ISI  
GERİ KAZANIM CİHAZLARININ ENERJİ  
PERFORMANSINA KATKISININ İNCELENMESİ VE  
TEST PROSEDÜRLERİ**

**Mustafa Onur ŞEKER**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Orhan EKREN**

**Güneş Enerjisi Anabilim Dalı**

**Sunuş Tarihi: 25.10.2018**

**Bornova-İZMİR**

**2018**

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**YAKLAŞIK SIFIR ENERJİLİ BİNALARDA  
KULLANILAN HAVADAN HAVAYA PLAKALI ISI  
GERİ KAZANIM CİHAZLARININ ENERJİ  
PERFORMANSINA KATKISININ İNCELENMESİ VE  
TEST PROSEDÜRLERİ**

**Mustafa Onur ŞEKER**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Orhan EKREN**

**Güneş Enerjisi Anabilim Dalı**

**Sunuş Tarihi: 25.10.2018**

**Bornova-İZMİR  
2018**

Mustafa Onur ŞEKER tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “YAKLAŞIK SIFIR ENERJİLİ BİNALARDA KULLANILAN HAVADAN HAVAYA PLAKALI ISI GERİ KAZANIM CİHAZLARININ ENERJİ PERFORMANSINA KATKISININ İNCELENMESİ VE TEST PROSEDÜRLERİ” başlıklı bu alıŐma E Lisansüstü Eğitim ve Őđretim Yönetmeliği ile E Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Őđretim Yönergesinin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 25.10.2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri veleri:**

**İmza**

Jüri BaŐkanı : Doç.Dr. Orhan Ekren

.....

Raportör ye : Prof.Dr Serhan Küçüka

.....

ye : Dr. Őđr.y. Neslihan olak Güneş

.....



**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ****ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI**

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “YAKLAŞIK SIFIR ENERJİLİ BİNALARDA KULLANILAN HAVADAN HAVAYA PLAKALI ISI GERİ KAZANIM CİHAZLARININ ENERJİ PERFORMANSINA KATKISININ İNCELENMESİ VE TEST PROSEDÜRLERİ” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

25/ 10 / 2018

Mustafa Onur ŞEKER





**ÖZET****YAKLAŞIK SIFIR ENERJİLİ BİNALARDA KULLANILAN HAVADAN  
HAVAYA PLAKALI ISI GERİ KAZANIM CİHAZLARININ ENERJİ  
PERFORMANSINA KATKISININ İNCELENMESİ VE TEST  
PROSEDÜRLERİ**

ŞEKER, Mustafa Onur

Yüksek Lisans Tezi, Güneş Enerjisi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Orhan EKREN

Ekim 2018, 124 sayfa

Günümüzde fosil enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Bu kaynakların sebep olduğu emisyonlar nedeniyle küresel ısınma ve çevre kirliliği insanları etkileyen en büyük problemlerdendir. Yapılan araştırmalara göre çevre kirliliğinin ve sera gazlarının emisyonunun %33'ünden fazlasını inşaat sektörü oluşturmaktadır. Bu konuyla ilgili standartlar ve kanunlar oluşturularak çevre dostu çözümler getirilmiştir. Yaklaşık sıfır enerjili bina sistemleri de bu standartlar ve kanunlar çerçevesinde geliştirilmiştir. Yaklaşık sıfır enerjili binalar tasarlanırken enerji verimliliğinden iç hava kalitesine kadar birçok kriter dikkate alınmaktadır. Binalarda günümüzdeki enerji ihtiyacı ve iç hava kalitesi göz önünde bulundurulduğunda ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları büyük bir önem taşımaktadır. Havalandırma sistemlerinde uygulanan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları hem işletme masraflarını düşürerek enerji tasarrufu sağlarken hem de içeriye sağladığı taze hava ile iç ortam kalitesini arttırmaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı, yaklaşık sıfır enerjili bina sistemleri için çıkartılan ve farklı ülkelerde uygulanan kanun-yönetmeliklerin incelenmesi ve kullanılan sertifikasyon sistemlerinin karşılaştırılmasıdır. Buna ek olarak, yaklaşık sıfır enerjili binalarda kullanılması zorunlu olan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları ve bu cihazların sahip olduğu komponentler ile bu cihazlar için geliştirilen standartlar ve test yöntemleri anlatılmıştır. Ayrıca bir ısı geri kazanım cihazının standartlara göre testleri gerçekleştirilmiş ve bu cihazın bir binada kullanımının enerji verimliliğine katkısı incelenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Enerji verimliliği, ısı geri kazanımlı havalandırma cihazı, yaklaşık sıfır enerjili bina, ısı değiştirici





**ABSTRACT****INVESTIGATION OF THE CONTRIBUTION OF AIR TO AIR PLATE  
HEAT RECOVERY UNITS IN ZERO ENERGY BUILDINGS TO  
ENERGY PERFORMANCE AND TEST PROCEDURES**

ŞEKER, Mustafa Onur

MSc in Solar Energy

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Orhan EKREN

October 2018, 124 pages

Today, fossil-based energy sources are rapidly consuming. Global warming and environmental pollution are the biggest problems affecting people because of the emissions caused by these sources. According to the researches carried out, the environmental pollution and the fact that more than 33% of greenhouse gas emissions originate from the construction sector. Environment-friendly solutions have been developed by establishing relevant standards and laws about this issue. Nearly zero energy building systems have also been developed within these standards and laws. There are many criteria from energy efficiency to indoor air quality when designing nearly zero energy buildings. Considering today's energy needs and indoor air quality in buildings, heat recovery ventilation units are very important. The heat recovery ventilation units applied in the ventilation systems both reduce energy costs by lowering the operating expenses and increase the quality of indoor environment with the fresh air provided.

The aim of this study is compare certification systems used for nearly zero energy buildings and examination of regulations for different countries. In addition to this aim, different standards and test methods developed for heat recovery units and their components are explained which are required to use in nearly zero buildings. Furthermore, tests have been carried out according to the standards for a heat recovery unit and the contribution to building energy efficiency of this heat recovery unit has been examined.

**Keywords:** Energy efficiency, heat recovery ventilation unit, nearly zero energy building, heat exchanger



## TEŞEKKÜR

Bu çalışma sürecinde bana her konuda destek olan, çalışmamı sahiplenerek deneyimlerini, değerli zamanını ve güvenini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Orhan EKREN'e, yüksek lisans sürecim boyunca bana destek veren AERA İklimlendirme Teknolojileri San. Ve Tic. A.Ş.'ye, Genel Müdürü değerli Yük. Mak. Müh. Cihan ÇANGARLI'ya, AR- GE Müdürü Yük. Mak. Müh. Meltem KOÇAK'a ve test aşamasında bana yardımcı olan Test Mühendisi İ. Mert SALMAN'a çok teşekkür ederim.

Ayrıca tüm bu süreçte desteğini esirgemeyen annem Gülten ŞEKER'e, babam Tüncer Şener ŞEKER'e, kardeşim Anıl ŞEKER'e ve sevgili eşim Ecem MOĞULTAY ŞEKER'e çok teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	ix
TEŞEKKÜR .....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xviii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xxiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xxvii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....	3
2. YAKLAŞIK SIFIR ENERJİLİ BİNA .....	9
2.1. Yaklaşık Sıfır Enerjili Bina Sertifikasyon Sistemleri .....	12
2.1.1. BREEAM (Building research establishment environmental assessment method) .....	12
2.1.2. LEED (Leadership in energy and environmental design).....	14
2.1.3. Alman Sürdürülebilir Yapı Sertifikası (DGNB- German sustainable building council).....	16
2.1.4. Green star .....	17
2.1.5. Pasif Ev (Passiv Haus) .....	19

**İÇİNDEKİLER (devamı)**

	<u>Sayfa</u>
2.1.6. ÇEDBİK Konut Sertifikası .....	20
2.1.7. Enerji Kimlik Belgesi (EKB).....	22
3. ISI GERİ KAZANIM CİHAZI.....	30
3.1. İç Hava Kalitesi.....	31
3.2. Isı Geri Kazanım Cihazı Türleri .....	33
3.2.1. Rejeneratif.....	34
3.2.2. Reküperatif.....	35
3.3. Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Cihazlarında Kullanılan Komponentler .....	37
4. ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZLARI TEST PROSEDÜRLERİ .....	41
4.1. Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Cihazları İçin Kullanılan Ulusal ve Uluslararası Standartlar .....	41
4.1.1. TS EN 308 Isı Eşanjörleri- Havadan Havaya Ve Atık Gazlardan Isı Kazanımı Cihazlarının Performansının Tayini İçin Deney Metotları .....	41
4.1.2. TS EN 1886 – Havalandırma Binalarında Hava İşleme Ünitelerinin Mekanik Performansı.....	47
4.1.3. TS EN 13053 – Binaların Havalandırması-Hava Taşıma Birimleri- Birimler, Bileşenler Ve Bölümlerin Performans Ve Oranları .....	57

**İÇİNDEKİLER (devamı)**

	<u>Sayfa</u>
4.1.4. 1253/2014 sayılı EcoDesign AB Direktifi .....	58
4.1.4.1. EcoDesign Uygulama Kriterleri .....	63
4.1.4.2. EcoDesign Direktifinin Türkiye'ye Etkisi .....	67
5. ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZI TEST ODASI VE EKİPMANLARI .....	68
5.1. Test Odası .....	68
5.2. Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Cihazı Testi.....	71
5.2.1. EN 308 Performans Testleri.....	73
5.2.1.1. Debi- Basınç Testi.....	73
5.2.1.2. Termal Test .....	83
5.2.1.3. Kaçak Testleri .....	85
5.2.2. EcoDesign Uygunluk Testi .....	88
5.2.3. EN1886 Performans Testleri.....	91
5.2.3.1. Termal test .....	92
5.2.3.2. Mekanik dayanım testi .....	94
5.2.3.3. Kaçak testi.....	95

**İÇİNDEKİLER (devamı)**Sayfa

6.	ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZLARININ BİNA ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİ .....	96
6.1.	Örnek Bir Binada Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Cihazının Bina Enerji Performansına Etkisinin İncelenmesi .....	97
7.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	109
	KAYNAKLAR DİZİNİ.....	112
	ÖZGEÇMİŞ.....	124
	EKLER .....	





**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 AB binaların enerji performansı direktifi ve uygulamalarının zaman programı .....	9
2.2 Türkiye'nin ilk BREEAM sertifikalı binası.....	13
2.3 Türkiye'nin ilk LEED sertifikalı binası .....	15
2.4 Türkiye'nin ilk DGBN sertifikalı binası .....	17
2.5 Greenstar sertifikalı bina örneği .....	18
2.6 Türkiye'nin ilk Passiv Haus sertifikalı binası.....	20
2.7 Türkiye'nin ilk ÇEDBİK sertifikalı binası.....	21
2.8 Sınıflara göre enerji kimlik belgesi dağılımı .....	22
2.9 Bina tipine göre enerji kimlik belgesi dağılımı .....	23
2.10 Enerji sınıfını yükseltmek için uygulanabilecek yöntemler .....	26
2.11 EKB sisteminin iş akışı .....	27
2.12 Enerji kimlik belgesi.....	28
3.1 Isı geri kazanım cihazı.....	30
3.2 Isı geri kazanımlı havalandırma cihazı çalışma prensibi.....	30
3.3 Isı geri kazanım cihazı bileşenleri .....	34
3.4 Döner tamburlu ısı değiştirgeci .....	35
3.5 Çapraz akışlı plakalı ısı değiştirgeci.....	36

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devamı)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.6 Karşıt akışlı plakalı ısı değiştirgeci .....	37
3.7 Elektronik kontrollü fan .....	38
3.8 Hava filtresi .....	39
4.1 TS EN 308 standartlarına uygun ölçüm şeması .....	41
4.2 Kaçak deneyi tertibatı .....	44
4.3 İç kaçak deneyi tertibatı.....	45
4.4 Verim testleri ölçüm düzeneği.....	46
4.5 Sıcaklık ölçüm düzlemi .....	46
4.6 Klima santrallerinin panel ve çerçeve aralıklarının gösterimi.....	48
4.7 Klima santrallerinin panelleri ve çerçevelerinin bükülmesi.....	48
4.8 Gövde hava sızdırmazlığı test düzeneği .....	50
4.9 Filtre bölümlerini +400 Pa'da test etmek için test düzeneği- birinci aşama .....	51
4.10 Filtre bölümlerini +400 Pa'da test etmek için test düzeneği- ikinci aşama .....	51
4.11 Filtre bölümlerini -400 Pa'da test etmek için test düzeneği- birinci aşama .....	52
4.12 Isı geri kazanım bölümüne sahip filtre bölümlerini test etmek için test düzeneği.....	52
4.13 Termal test düzeneği.....	54

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devamı)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.14 Sirkülasyon fanlarının yerleşimi.....	54
4.15 Isıl köprüleme faktörlerine göre yoğuşmanın başladığı noktalar .....	56
4.16 SFPiç değerini hesaplamada kullanılan basınç kayıpları .....	63
4.17 Tek yönlü havalandırma ünitesi .....	65
4.18 Çift yönlü havalandırma ünitesi .....	66
5.1 Test Odası Şematik Görünümü .....	68
5.2 EN308 standardı ölçüm sistemi.....	69
5.3 Soğuk oda .....	69
5.4 İç ortam odası .....	70
5.5 Veri kaydedici .....	70
5.6 Kontrol panosu .....	70
5.7 Cihaz boyutları .....	72
5.8 Karşıt akışlı IGK cihazı ısı geri kazanım eşanjörü.....	72
5.9 Karşıt akışlı IGK cihazı EC Fan.....	73
5.10 Debimo hava debisi ölçüm cihazı.....	74
5.11 Debimo cihazı debi ölçüm şeması .....	74
5.12 Venturimetre .....	75
5.13 Fark basınç transmitteri (debi ölçümü).....	75

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devamı)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.14 Fark basınç transmitteri (cihaz dışı statik basınç kaybı ölçümü) .....	76
5.15 Basınç pipeti .....	76
5.16 Fark basınç ölçüm hortumu .....	76
5.17 Enerji analizatörü.....	77
5.18 Karşıt akışlı IGK cihazı 10V çalışma eğrisi .....	79
5.19 Karşıt Akışlı IGK Cihazı 10V besleme tarafı cihaz içi basınç kaybı eğrisi .....	80
5.20 Karşıt Akışlı IGK Cihazı 10V egzoz tarafı cihaz içi basınç kaybı eğrisi... .....	81
5.21 Ölçüm sistemi .....	82
5.22 Ölçüm sistemi .....	82
5.23 Karşıt Akışlı IGK Cihazı ısı geri kazanım eşanjör verimi eğrisi.....	85
5.24 Kanal içerisine yerleştirilmiş ısı çift düzlemi ve sıcaklık- nem sensörü .....	85
5.25 Karşıt Akışlı IGK Cihazı EN308 iç kaçak test düzeneği .....	86
5.26 Karşıt Akışlı IGK Cihazı iç kaçak- dış kaçak eğrisi.....	87
5.27 EN1886 Isı geri kazanımlı havalandırma cihazı model boxı .....	91
5.28 EN1886 Termal test düzeneği .....	92
5.29 Isıl köprüleme için en yüksek yüzey sıcaklığı ölçümü.....	93

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devamı)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.30 Mekanik dayanım test düzeneği .....	94
6.1 Almanya'daki konutların enerji tüketim değişimi.....	96
6.2 Taze hava santrali .....	98
6.3 Isı geri kazanımsız taze hava cihazı soğutma prosesi .....	98
6.4 Isı geri kazanımsız taze hava cihazı ısıtma prosesi .....	99
6.5 Hücreli egzoz aspiratörü.....	100
6.6 Isı geri kazanım prosesi .....	101
6.7 Isı geri kazanımlı taze hava cihazı soğutma prosesi.....	102
6.8 Isı geri kazanımlı taze hava cihazı ısıtma prosesi .....	103
6.9 İki uygulama arasındaki ilk yatırım maliyeti.....	105
6.10 İki uygulama arasındaki yıllık enerji sarfiyatı karşılaştırması .....	108

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Binalarda enerji verimliliğine yönelik yasal mevzuat listesi.....	1
2.1 Birincil enerjiye göre referans göstergesi (RG).....	24
2.2 Sera gazı referans göstergesi (SRG).....	24
2.3 EKB performans sınırlandırması (Birincil enerji tüketim sınıfı) .....	25
2.4 EKB performans sınırlandırması (Nihai enerji tüketimlerine göre sera gazı emisyon sınıfı) .....	25
3.1 Hava filtresi sınıflandırması .....	40
4.1 Sıcaklık ve nem verim testleri şartları .....	43
4.2 Soğuk iklimler için sıcaklık ve nem verim testleri şartları.....	44
4.3 EN 1886 Gövde Dayanımı .....	47
4.4 EN 1886 -400 Pa Gövde Hava Kaçağı.....	49
4.5 EN 1886 700 Pa Gövde Hava Kaçağı .....	49
4.6 EN 1886 izin verilen maksimum filtre bypass kaçak oranı.....	51
4.7 EN 1886 ısı geçirgenlik.....	53
4.8 EN 1886 ısı köprüleme faktörü (kb).....	56
4.9 Isı geri kazanım eşanjörlerinin sınıflandırılması .....	58
4.10 SFP sınıflandırması .....	61
4.11 EcoDesign uygulama kriterleri.....	63

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devamı)**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.12 Tek yönlü havalandırma ünitelerinin ErP uygulamaları .....	65
4.13 Çift yönlü havalandırma ünitelerinin ErP uygulamaları) .....	65
5.1 Test bilgileri.....	71
5.2 Karşıt Akışlı IGK Cihazı 10V ölçüm sonuçları .....	78
5.3 Karşıt Akışlı IGK Cihazı kullanılan fanın teorik değerleri .....	79
5.4 Karşıt Akışlı IGK Cihazı besleme tarafı cihaz içi basınç kaybı değerleri.....	80
5.5 Karşıt Akışlı IGK Cihazı egzoz tarafı cihaz içi basınç kaybı değerleri .81	
5.6 Karşıt Akışlı IGK Cihazı ısı geri kazanım veriminin hesaplanması .....	84
5.7 Karşıt Akışlı IGK Cihazı EN308 iç ve dış kaçak sonuçları .....	87
5.8 Üfleme tarafı EcoDesign tablosu.....	89
5.9 Egzoz tarafı EcoDesign tablosu.....	89
5.10 SFPLimit değeri tablosu .....	90
5.11 EcoDesign uyumluluk kontrolü.....	91
5.12 EN1886 Termal test sonuçları .....	93
5.13 EN1886 Sehim testi sonuçları .....	95
5.14 EN1886 Kaçak testi sonuçları .....	95
6.1 Proje verileri .....	97



6.2	Isı geri kazanımsız uygulama değerleri .....	100
6.3	Isı geri kazanım prosesi verileri .....	102
6.4	Isı geri kazanımlı uygulama değerleri .....	104
6.5	İki uygulama arasındaki ilk yatırım maliyeti farkı .....	105
6.6	İki uygulama arasındaki enerji sarfiyatı farkı.....	106





## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$A$	Dış yüzey alanı ( $m^2$ )
$c_p$	Özgül ısı ( $kJ/kg^{\circ}C$ )
$D$	Mekanik dayanım sınıfı
$E$	EcoDesign kriterlerine göre ısı geri kazanım verimlilik eklentisi
$E_p$	Birincil enerji performansı
$F_a$	EcoDesign kriterlerine göre filtre düzeltme katsayısı
$F$	Filtre sınıfı
$f_{400}$	+400 Pa test basıncındaki kaçak miktarı ( $lxs^{-1}xm^{-2}$ )
$f_{700}$	+700 Pa test basıncındaki kaçak miktarı ( $lxs^{-1}xm^{-2}$ )
$f_{-400}$	-400 Pa test basıncındaki kaçak miktarı ( $lxs^{-1}xm^{-2}$ )
$f_m$	Test basıncındaki kaçak miktarı ( $lxs^{-1}xm^{-2}$ )
$H$	Isı geri kazanım verimi sınıfı
$k$	By-Pass kaçak faktörü (%)
$k_b$	Isıl köprüleme faktörü
$L$	Sızdırmazlık sınıfı
$q_{me}$	Dış kaçağın kütleli debisi ( $kg/s$ )

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$q_{mn}$	Isı geri kazanım cihazının imalatçı tarafından belirtilen kütleli anma debisi (kg/s)
$q_{mep}$	Pozitif basınçta dış kaçağın kütleli debisi (kg/s)
$q_{men}$	Negatif basınçta dış kaçağın kütleli debisi (kg/s)
$q_{mil}$	İç kaçağın kütleli debisi (kg/s)
$q_{m11}$	Egzoz havası giriş kütleli debisi (kg/s)
$q_{m22}$	Besleme havası çıkış kütleli debisi (kg/s)
$q_{Lt}$	Toplam kaçak miktarı ( $m^3/s$ )
$q_L$	Gövde içerisindeki kaçakların toplamı ( $m^3/s$ )
$q_{Lf}$	Filtre hücresi, çerçeve ve gövde arasındaki bağlantılar boyunca sızıntıların toplamıdır; ( $m^3/s$ )
$q_{max}$	Egzoz ve Besleme fanları maksimum hava debisi ( $m^3/s$ )
$q_{m1}$	Egzoz havası kütleli debisi (kg/s)
$q_{m2}$	Besleme havası kütleli debisi (kg/s)
$P_1$	Egzoz tarafı ısı etkisi (kj/s)
$P_2$	Besleme tarafı ısı etkisi (kj/s)
$P_{sf}$	Besleme fanı çektiği elektrik gücü (W)
$P_{ef}$	Egzoz fanı çektiği elektrik gücü (W)

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$P_{el}$	Elektrikli ısıtıcı ve sirkülasyon fanları için elektrik gücü (W)
$P_d$	Ölçülen toplam dinamik basınç kaybı (Pa)
$P_s$	Ölçülen toplam statik basınç kaybı (Pa)
$P_t$	Ölçülen toplam basınç kaybı (Pa)
$S$	Yüzey alanı (m <sup>2</sup> )
$SFP$	Özgül fan gücü (W/m <sup>3</sup> /s)
$SFP_{iç}$	EcoDesign kriterlerine göre özgül fan gücü (W/m <sup>3</sup> /s)
$SFP_{limit}$	EcoDesign kriterlerine göre cihazın özgül fan gücü limiti(W/m <sup>3</sup> /s)
$SFP_{cihaz}$	EcoDesign kriterlerine göre cihazın özgül fan gücü (W/m <sup>3</sup> /s)
$t_{11}$	Egzoz havası giriş kuru termometre sıcaklığı (°C)
$t_{21}$	Besleme havası giriş kuru termometre sıcaklığı (°C)
$t_{22}$	Besleme havası çıkış kuru termometre sıcaklığı (°C)
$t_{12}$	Egzoz havası çıkış kuru termometre sıcaklığı (°C)
$t_i$	Ortalama iç yüzey sıcaklığı (°C)
$t_a$	Ortalama dış yüzey sıcaklığı (°C)
$t_{max}$	Maximum yüzey sıcaklığı (°C)
$t_{w11}$	Egzoz havası giriş yağ termometre sıcaklığı (°C)

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$t_{w21}$	Besleme havası giriş yaş termometre sıcaklığı (°C)
$t_{w22}$	Besleme havası çıkış yaş termometre sıcaklığı (°C)
$t_{w12}$	Egzoz havası çıkış yaş termometre sıcaklığı (°C)
$T$	Termal iletkenlik sınıfı
$TB$	Isı köprüsü sınıfı
$U$	Isıl geçirgenlik katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
$U_d$	Pasif Ev yalıtım yüzeyi ısı iletim katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
$U_p$	Pasif Ev cam, pencere ısı iletim katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)
$V$	Ölçülen hava debisi (m <sup>3</sup> /h)
$x_{11}$	Egzoz havası giriş nem oranı (kg <sub>su</sub> /kg <sub>kuru hava</sub> )
$x_{21}$	Besleme havası giriş nem oranı (kg <sub>su</sub> /kg <sub>kuru hava</sub> )
$x_{22}$	Besleme havası çıkış nem oranı (kg <sub>su</sub> /kg <sub>kuru hava</sub> )
$x_{12}$	Egzoz havası çıkış nem oranı (kg <sub>su</sub> /kg <sub>kuru hava</sub> )
$\eta_t$	Sıcaklık verimi
$\eta_x$	Nem verimi
$\eta_{fan}$	Fan verimi
$\Delta p$	Basınç düşümü (Pa)

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$\Delta p_1$	Egzoz havası tarafı basınç düşümü (Pa)
$\Delta p_2$	Besleme havası tarafı düşümü (Pa)
$\Delta p_{meas}$	Ölçüm değeri basınç düşümü (Pa)
$\Delta t_{air}$	İç yüzey ve dış yüzey arasındaki sıcaklık farkı (°C)
$\psi$	Doğrusal termal geçirgenlik katsayısı (W/mK)
$h_{giris}$	Taze hava entalpi değeri (kcal/kg)
$h_{cikis}$	Üfleme havası entalpi değeri (kcal/kg)
$T_{giris}$	Taze hava kuru termometre sıcaklığı (°C)
$T_{cikis}$	Üfleme havası kuru termometre sıcaklığı (°C)
$\rho$	Havanın özgül ağırlığı (kg/m <sup>3</sup> )

### Kısaltmalar

LEED	Leadership in energy and environmental design
BREEAM	Building research establishment environmental assessment method
ÇEDBİK	Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
EKB	Enerji Kimlik Belgesi
EU	European Union
EPBD	Avrupa Birliği Binalarda Enerji Performansı Direktifi

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)**

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
TS	Türk Standartı
EN	Avrupa Normları
AB	Avrupa Birliği
DGNB	German sustainable building council
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
BEP	Bina Enerji Performansı
EC	Elektronik Kontrollü
USGBC	United States Green Building Council
VOC	Uçucu Organik Bileşik
GBCA	Avustralya Yeşil Bina Konseyi
RG	Referans Göstergesi
SRG	Sera Gazı Referans Göstergesi
IGK	Isı geri Kazanım
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
EuP	Enerji Kullanan Ürünler
ErP	AB Çevreye Duyarlı Tasarım Direktifi
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu



**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devamı)**

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
RVU	Evsel Havalandırma Cihazları
NRVU	Evsel Olmayan Havalandırma Cihazları
BVU	Çift Yönlü Havalandırma Cihazları
UVU	Tek Yönlü Havalandırma Cihazları
COP	Performans Katsayısı
WHO	Dünya Sağlık Örgütü



## 1. GİRİŞ

İnsanların günlük hayatlarında olmazsa olmazlarından biri Enerji'dir. İnsanlar gün içerisinde konfor şartlarında yaşayabilmek için buldukları ortamları aydınlatmak, ısıtmak, serinletmek gibi temel ihtiyaçlarını karşılamak isterler, bunun için de tabii enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden ülkemizde ve dünyamızda sürekli gelişen teknoloji, nüfus artışı gibi sebeplerden dolayı ihtiyaç olan enerjiyi karşılama kritik bir önem kazanmıştır.

Fosil yakıtlı enerji kaynaklarının giderek azalması ve buna karşılık olarak enerji tüketiminin her geçen yıl hızla artması nedeni ile enerji tüketimindeki tasarruf önemli bir hal almıştır. Bu amaçla kullanılan sistemlerin yüksek verimli olması sağlanarak enerji tasarrufu sağlanabilir. Sistem verimliliğini ise binanın işletim sürecindeki kullanımı, bina üretiminde kullanılan malzemeler ve binanın projelendirme aşamasındaki tasarımı etkilemektedir. Yapılan çalışmalar ve alınan önlemlerle birlikte binalardaki enerji harcamalarının ortalama %50'ye yakın azaltılabileceği ön görülmektedir (Yüksekkaya, 2016).

Enerji verimliliği ile ilgili ülkemizde uygulanmak istenen politikalar aşağıdaki gibidir,

- Enerji arz güvenliğinin sağlanması
- Enerjide dışa bağımlılıktan kaynaklanan risklerin azaltılması
- İklim değişikliği ile mücadele etkinliğinin artırılması

Enerji verimliliğinin artırılması ve çevrenin korunmasına yönelik yasa ve yönetmelik oluşturulmaktadır. Çizelge 1.1'de gösterildiği üzere binaların enerji tüketimini azaltmak ve yakıt tasarrufu sağlamak üzere 1970 yılından beri çeşitli mevzuatlar yürürlüğe konulmuştur (Yüksekkaya, 2016).

Çizelge 1.1. Binalarda enerji verimliliğine yönelik yasal mevzuat listesi (Yüksekkaya, 2016)

Tarih	Mevzuat Adı	Hazırlayan ve Sorumlu Kurum
1970	TS 825 Standardı (ihtiyari standart)	Türk Standartları Enstitüsü-TSE

1977	Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlaması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
1981	Bazı belediyelerin İmar Yönetmeliklerinde Değişiklik Yapılması ve bu Yönetmeliklere Yeni Maddeler Eklenmesi Hakkında Yönetmelik	İmar ve İskân Bakanlığı
1984	Mevcut Binalarda Isı Yalıtım ile Yakıt Tasarrufu Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Dair Yönetmelik	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
1985	Bazı belediyelerin İmar Yönetmeliklerinde Değişiklik Yapılması ve bu Yönetmeliklere Yeni Maddeler Eklenmesi Hakkında Yönetmelik Değişikliği	Bayındırlık ve İskân Bakanlığı
1998	TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı	Türk Standartları Enstitüsü-TSE
2000	Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği	Bayındırlık ve İskân Bakanlığı
2007	Enerji Verimliliği Kanunu	
2008	Merkezi Isıtma ve Sıhhi Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik	Bayındırlık ve İskân Bakanlığı
2008	Isı Yalıtım Yönetmeliği Değişikliği	Bayındırlık ve İskân Bakanlığı
2008	Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği	Bayındırlık ve İskân Bakanlığı
2010	EKB Ulusal Hesaplama Yöntemine Dair Tebliğ	Bayındırlık ve İskân Bakanlığı
2013	Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği Değişikliği	Bayındırlık ve İskân Bakanlığı

Dünya üzerindeki enerji tüketiminin büyük bir bölümü, yaşam alanlarındaki konfor şartlarının sağlanabilmesi için harcanmaktadır. Bu nedenle binalarda yaşam döngüsü gözlemlendiğinde toplam enerjinin neredeyse %80'ini insanların bina içerisinde faaliyette bulunduğu sırada harcadığı gözlenmiştir. Binalarda taze hava ihtiyacı konfor şartları için en önemli parametrelerden biridir. Ancak taze hava bir ihtiyaç olmasının yanı sıra havalandırma sistemleri için (soğuk havanın ortam şartlarına ısıtılması veya soğutulması nedeniyle) ekstra bir yük ve maliyet kalemi oluşturmaktadır. Bu yükü ve maliyeti azaltmak için ısı geri azanım cihazları kullanılmaktadır.

2018 yılının başından itibaren Avrupa'da yeni binaların yaklaşık sıfır enerjili binalar olması böylece konfor şartlarının verimli şekilde sağlanması en büyük hedefler arasındadır (Händel, 2011). Bu bağlamda bina hava sızdırmazlıklarının

maksimum seviyede olması, verimi yüksek ısı geri kazanım cihazlarının ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılarak taze hava kaynaklı yüklerin minimuma indirilmesi yöntemlerden sadece bir tanesidir. Yaklaşık Sıfır Enerjili Bina Sertifikasyon sistemlerinde havalandırma sistemlerinde ısı geri kazanım cihazları kullanımı bir zorunluluktur. Bu sayede bina enerji tüketimini düşürmenin yanında CO2 salınımları da minimize edilmektedir.

## 1.1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu tez çalışmasında, yaklaşık sıfır enerjili binalar kapsamında belirlenen hedeflere ulaşabilmek için bina havalandırma sisteminde ısı geri kazanım cihazı kullanımının enerji performansına etkisi incelenmiştir. Bu bağlamda öncelikle yaklaşık sıfır enerjisi binalar için kriterleri ortaya koyan farklı ülkelere ait standartlar veya sertifikasyonlar incelenmiştir. Bunlardan en çok bilinenleri LEED, BREEAM, ÇEDBİK, Enerji Kimlik Belgesi vb. bina sertifikasyon sistemleri incelenmiştir. Ayrıca Türkiye ve Dünyada kullanılmakta olan ve enerji verimliliğine katkıda bulunmak için çıkartılan Bina Enerji Performansı Direktifi (2010/31/EU), Enerji Verimliliği Direktifi (2012/27/EU), Enerji Verimliliği Kanunu (Kanun No. 5627,2007), Avrupa Birliği Binalarda Enerji Performansı Direktifi (EPBD) gibi yönetmelik, direktif ve kanunlar incelenmiştir.

Nüfus ve tüketim mallarına olan ihtiyaç artarken, genel enerji tüketimi de artmaktadır. Araştırmalar ve istatistikler, dünya çapında enerji talebinin çoğunlukla fosil yakıtlarla karşılandığını ve sürekli artan enerji talebinin, enerji kaynaklarının yok olmayla ilgili endişelerini uyandırdığını göstermektedir. Dünya enerji tüketim miktarları incelendiğinde ihtiyacımız olan enerjinin %90'ının fosil (doğalgaz, petrol ve kömür) kaynaklı olduğu görülmektedir (Yılmaz, 2017). Tükenme riski ve çevreye olan olumsuz etkileri nedeniyle bu kaynakların verimli kullanımı ve en nihayetinde temiz kaynaklarla değiştirilmesi gereklidir. Şayet yeni rezerv bulunmaz ise bu kaynaklardan kömür rezervlerinin yaklaşık 150 yıl içerisinde, doğal gaz rezervlerinin yaklaşık 100 yıl içerisinde, petrol kaynaklarının ise yaklaşık 50 yıl içerisinde tükeneceği ön görülmektedir (Koç ve Şenel, 2013).

Fosil kaynaklı yakıtların en önemli dezavantajlarından biri de çevre kirliliğine yol açmalarıdır. Buna örnek olarak kömürün yakılması ile ortaya çıkan CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> insan sağlığını ve küresel ısınmayı olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Kömürün kullanımından meydana gelen salınım doğalgaza göre %200 petrole göre ise %25 daha fazladır (Towler, 2014).

Birçok ülke, imzalanan Kyoto protokolüne göre CO<sub>2</sub> salınımını azaltmayı taahhüt etmiştir. Bu çerçevede en çok tüketimin gerçekleştiği binalarda enerji verimliliğinin artması gerekmektedir. İnsanlar günlük yaşantılarının büyük bir kısımlarını kapalı alanlarda geçirmektedir. Dolayısıyla binalarda iç hava kalitesi konfor ve insan sağlığı için büyük öneme sahiptir. İç hava kalitesi iç ortam içerisindeki havada bulunan kirleticilerin hava içerisindeki oranı ile alakalı bir olgudur. Kirleticilerin hava içerisindeki oranları ne kadar düşük ise solunan o havanın kalitesi de o kadar yüksektir. İç hava kalitesi insanların sağlığına ve performansına direkt olarak etki etmekte ve iç ortam havasında bulunan kirleticilerin düzeyleri dış ortam havasına göre 2 ile 5 kat, bazı durumlarda ise 100 kat daha fazla olabilmektedir. Ayrıca zamanımızın %80-90'lık bir kısmını iç ortamda geçirdiğimizi düşünürsek iç havanın kalitesinin ne kadar önemli olduğu daha iyi anlaşılabilir (Okullarda İç Hava Kalitesi, 2015).

Yaklaşık sıfır enerjili binalarda en önemli kriterlerden biri de iç hava kalitesidir ve ortamdaki taze hava oranıyla doğru orantılı olarak değiştiği bilinmektedir. Artan taze hava ile iç hava kalitesi sağlanırken artan havalandırma kaynaklı enerji tüketim miktarı ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının kullanımı ile azaltılabilmektedir. Bu nedenle ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının kullanılması yaklaşık sıfır enerjili binalarda zorunlu hale getirilmiştir.

Binalardaki enerji tasarrufunun sağlanmasında ısıtma, soğutma ve iklimlendirme sistemlerinin önemi çok büyüktür. Isı geri kazanımlı havalandırma cihazı kullanılan iklimlendirme sistemlerinde enerji maliyetlerinin %40 ile 80 oranlarında azaldığı bilinmektedir. (Budak, 2017). Havalandırma sistemi kötü yapılmış binalarda enerjinin büyük bölümü ortamın havalandırması amacı ile açılan pencerelerden kaybedilmektedir. Bu nedenle ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının binalarda kullanımı enerji tasarrufu açısından büyük önem taşımaktadır ve sertifikasyon sistemlerinin gelişmesi ile kullanımı yaygınlaşmaktadır (Altın, 2016).

Kaya (2013) tarafından yapılan çalışmada, ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının TS EN 308 standardına göre termal testlerinin gerçekleştirilebileceği bir test düzeneği tasarlanmış ve üretilmiştir. Bu düzenek kullanılarak ısı geri kazanımlı havalandırma cihazı üzerinde termal testler gerçekleştirilmiştir. Test sonucunda düzenekten elde edilen sonuçların TS EN 308 standardının gerekliliklerini sağladığı görülmüştür.

Altın (2016) tarafından yapılan çalışmada, ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının test prosedürleri, tasarım prensipleri, performans değerleri ve temel özellikleri anlatılmıştır. Çalışma kapsamında ısı geri kazanımlı havalandırma cihazı tasarlanmış ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemi ile akış ve ısı analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu analiz sonunda ısı geri kazanım cihazının seçim yazılımı ile karşılaştırmış ve gerekli düzenleme çalışmaları rapor halinde sunulmuştur.

Çangarlı (2008) tarafından yapılan çalışmada, ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının dış hava koşullarına göre veriminin gösterdiği değişkenlikler incelenmiştir. Altı farklı il için dış hava koşulları meteorolojiden alınarak ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının performansları bu illere göre teorik olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda en yüksek verimin iç ortam ile dış ortam arasındaki sıcaklık farkının en fazla olduğu ilde saptandığı görülmüştür.

Brelh & Seppänen (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Avrupa Komisyonu tarafından desteklenen HealthVent projesindeki İş Paketi 5'ten bazı sonuçlar sunulmaktadır. Projenin amaçlarından biri, ulusal bina yönetmeliklerinde ve Avrupa standartlarında tanımlanan havalandırma ve iç hava kalitesi üzerindeki mevcut gereklilikleri gözden geçirmek ve eleştirel olarak değerlendirmektir. Projenin odak noktası iç ortamlardaki havalandırma, kirleticiler, gürültü, sıcaklıktır. Bu çalışma Avrupa yönetmeliklerinde verilen değerlerin bir özetini ve karşılaştırma sonuçlarını sunmaktadır. Ulusal mevzuat ve kodlardaki güncel veriler, proje ortaklarına ve güvenilir uzmanlara havalandırma konusunda gönderilen anketlerle 16 Avrupa ülkesinden toplanmıştır. Havalandırma oranlarının farklı birimlerde verildiği görülmüştür, bu nedenle verileri ortak bir birim bazında karşılaştırmak için gerçek yaşam tasarım durumları test vakaları tanıtılmıştır. Sonuçlar, yönetmeliklerde verilen havalandırma oranlarının tutarsız ve homojen olmadığını göstermektedir. Ayrıca, yönetmeliklerdeki birçok değer, Avrupa standartlarında ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kılavuzlarında yayınlanan ve tavsiye edilen değerlerden daha esnek olduğu, dolayısıyla daha düşük havalandırma oranlarına ve önerilenden daha yüksek kirletici seviyelere izin verdiği gözlemlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, havalandırma ve iç hava kalitesi düzenlemelerini uyumlaştırmak ve bunları standartlar ve kılavuzlarda verilen değerlere göre ayarlamak için Avrupa düzeyinde önemli bir ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Altun (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yaklaşık sıfır enerjili bina sertifika sistemlerinin dünya genelinde en çok kullanılan LEED, BREEAM

sertifikalarının yanı sıra Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanan Ulusal Yeşil Bina Sertifikası da incelenmiştir. Ayrıca bu sistemlerin değerlendirme yöntemleri, performans kriterleri, enerji performansı sınıflandırma kriterleri karşılaştırılmıştır. Bunların yanı sıra hali hazırda bulunan bir otel binası, TSE Yeşil Bina Sertifikasyonu enerji verimliliği kriterlerine uygun bir şekilde yenilenmiştir. Bu sayede binada enerji tasarrufu sağlanmış ve sera gazı salınımı azaltılmıştır.

Gökbayrak (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yaklaşık sıfır enerjili bina sertifikasyon sistemleri araştırılmış ve bu sertifikasyon kriterlerine göre kıyaslama yapılacak ülkeler “2015 İnsani Gelişmişlik Raporu’na göre belirlenmiştir. Daha sonra da bu sertifikasyon sistemlerinden en çok kullanılan LEED değerlendirme sisteminden elde edilen veriler ile yaklaşık sıfır enerjili bina sayıları, türleri, sertifika tipleri, yeni ve mevcut binalar için LEED kriterleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda gelişmiş ülkelerde bu sertifika sayısının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kriterlerden alınan toplam puanlara bakıldığında ise ülkelerin farklı kriterleri yerine getirmede zorluk yaşadığı belirlenmiştir.

Osmançelebioğlu (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada sürdürülebilirlik ve yaklaşık sıfır enerjili bina kavramları ile günümüzdeki kaynakların yetersiz olduğundan ve bu kaynaklardan minimum bir şekilde yararlanıp maksimum enerji elde edilebilmesi üzerinde durulmuştur. Bu çalışmaların mimarlık ve inşaat sektörü üzerine yansımaları irdelenmiş yaklaşık sıfır enerjili bina uygulamaları somut ve objektif olarak karşılaştırılarak ülkemizdeki örnekleri incelenmiştir.

Öztürk (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada enerji verimliliği hakkında bilgilendirme yapılmış ve enerji verimliliği açısından çok önemli olan yaklaşık sıfır enerjili bina sistemlerinin değerlendirilmesi hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra dünyadaki ve ülkemizdeki sistemler karşılaştırılmış ve sertifikasyon sistemleri arasındaki benzerlikler ve farklılıklar anlatılmıştır. Bunun sonucunda uygulanmakta olan standartların ülkemizde uygulanan yönetmeliklere ülkemizin coğrafi ve kültürel yapısına uygun olarak nasıl adapte edileceğinden bahsedilmiştir.

Kurnitski (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Mekanik ısı geri kazanımlı havalandırma sistemleri uygun bir şekilde tasarlanır ve çalıştırılırsa, iç hava kalitesinin iyileşmesine, konfor ve sağlıkla ilgili sorunların azaltılmasına yol



açığına dair yeni kanıtlar elde edilmiştir. Isı geri kazanımlı havalandırma sistemlerinin gelecekteki yaklaşık sıfır enerjili binalarda özellikle daha soğuk iklimlerde ortak bir çözüm olması beklendiğinden bahsedilmiştir. Tasarımcıların, danışmanların ve yüklenicilerin, özel yüksek performanslı havalandırma sistemlerinin başarılı bir şekilde uygulanması için iyi bir şekilde bilgilendirilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur.

Taşkın (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Avrupa'da 2018 yılından itibaren yeni binaların yaklaşık sıfır enerjili binalar olarak dizayn edilmesinin hedeflenmesinden bahsedilmiştir. Bu çalışmaya göre binaların sızdırmaz bir şekilde tasarlanması ve ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının bu binalarda kullanılmasıyla gerekli olan ısıtma ve soğutma yüklerinin en aza indirgeneceği sonucuna ulaşılmıştır. Yaklaşık sıfır enerjili bina sertifikasyon sistemlerinde çevre dostu binalar yapılmasında ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının enerji tüketimini minimuma indirmesinin yanı sıra CO<sub>2</sub> salınımlarını da azaltacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Son yıllarda gerçekleştirilmiş çalışmalara bakıldığında yaklaşık sıfır enerjili binaların ve ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının ayrı ayrı olarak incelendiği gözlenmiştir. Bu tez çalışmasında yaklaşık sıfır enerjili bina sistemleri ve sertifikasyon sistemleri ile Dünya'da ve ülkemizdeki yönetmelikler ve kanunlar incelenmiştir. İç hava kalitesini ve bina enerji performansını arttırmaya yönelik olarak binalarda kullanılan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları ile ilgili bilgiler verilmiştir. Tez çalışmasında diğer çalışmalardan farklı olarak ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının yaklaşık sıfır enerjili binalardaki önemi detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Bunun yanı sıra ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının enerji performansları incelenmiş ve test prosedürleri anlatılarak örnek bir test sonucu verilmiştir.

Tezin içeriğine bakıldığında 1. bölümde teze giriş yapılmış ve yaklaşık sıfır enerjili binalar ve bu binalarda kullanılan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları için gerçekleştirilen literatür çalışmasından bahsedilmiştir. Çalışmanın 2. bölümünde ise yaklaşık sıfır enerjili bina sistemlerinin tanımı ve günümüze kadar nasıl geliştiği anlatılmıştır. Bu bina sistemlerinin hangi prensipler ve kurallar çerçevesinde gerçekleştirildiği açıklanmıştır. Ülkemizde ve dünyada gelişen sertifikasyon sistemleri ve bu sertifikasyon sistemlerinin enerji verimliliğine etkilerinden bahsedilmiştir. Çalışmanın 3. bölümünde yaklaşık sıfır enerjili bina sistemlerinde enerji verimliliğine katkı sağlayan, iç hava kalitesini arttıran ısı geri

kazanımlı havalandırma cihazlarından ve iç hava kalitesinden bahsedilmiştir. Tezin 4. bölümünde ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları için ulusal ve uluslararası standartlar ve bu standartlara göre ısı geri kazanımlı havalandırma cihazında bulunması gereken özellikler anlatılmıştır. Tezin 5. Bölümde yaklaşık sıfır enerjili binalarda bulunan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının testlerinin yapıldığı ulusal ve uluslararası standartlara göre geliştirilmiş test odası ve bu test odasında bulunan ekipmanlar incelenmiş ve testlerin nasıl yapıldığı ve bu testlerin sonuçları incelenmiştir. Gerçekleştirilen testlerde EN308, EN1886 ve EN13053 standartlarına göre inceleme yapılmış, ayrıca testi gerçekleştirilen ısı geri kazanım cihazının EcoDesign kriterlerine uygunluğu farklı çalışma noktalarına göre incelenmiştir. Çalışmanın 6. bölümünde testi gerçekleştirilen cihazın bina enerji performansına etkisi incelenmiştir ve örnek bir enerji hesabı gerçekleştirilmiştir. Tezin son bölümünde ise yapılan çalışmalar değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar anlatılarak çeşitli önerilere yer verilmiştir.

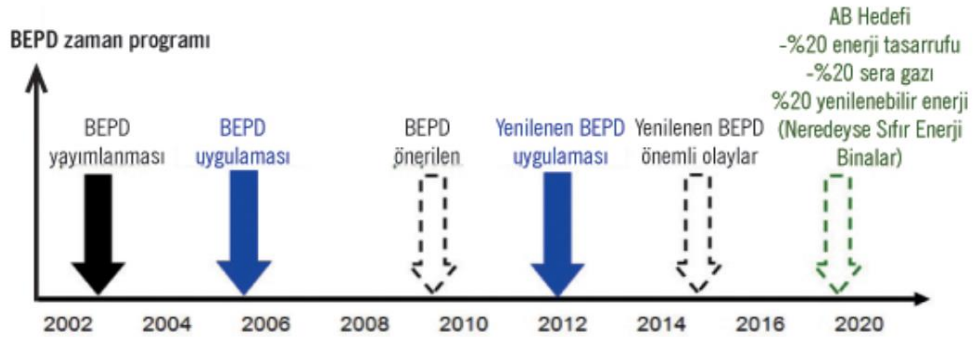
Bu tezde diğer çalışmalardan farklı olarak bir ısı geri kazanım cihazının EN1886 standartlarına göre testlerinin yapılması ve EcoDesign kriterlerine uygunluğu incelenmiştir. Ayrıca testi gerçekleştirilen ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının bina enerji performansına katkısı incelenmiştir.

## 2. YAKLAŞIK SIFIR ENERJİLİ BİNA

Dünya genelinde binalardaki enerji tüketimi toplamın en az %40'ını oluşturmaktadır. Ülkemizde ise bu oran %31 olup toplam enerji tüketimimizde en büyük paya sahiptir (Yılmaz, 2018). Gelecek yıllarda da bu oranların artacağı öngörülmektedir. Bu nedenle binaların enerjiyi daha verimli kullanacak şekilde tasarlanması çok büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde hali hazırda bulunan binalarda enerji performansının artırılma potansiyeli en az %30 seviyelerindedir, bu oranın yenilenebilir enerjilerin katkısı ile %80-90'lara çıkabileceği öngörülmektedir (Yılmaz, 2018).

Dünya genelinde binaların artan bu enerji tüketimleri binalarda sürdürülebilir hedefler ve enerjinin verimli kullanılması amacıyla yönelik olarak yaklaşık sıfır enerjili bina sistemleri kavramını ortaya çıkarmıştır. Avrupa Birliğinin 2010 yılında çıkardığı “Binaların Enerji Performansı” direktifinde ilk kez yaklaşık sıfır enerjili bina kavramından bahsedilmektedir. Çeşitli kaynaklara göre yaklaşık sıfır enerji tanımı yapılmakla birlikte doğal kaynakları ve enerjiyi daha az ve yüksek verimli kullanan, yüksek bir iç yaşam kalitesi sunan ve işletim maliyetleri düşük olan binalardır denebilir. Yaklaşık sıfır enerjili binaların m<sup>2</sup> başına enerji kullanımı standart binalara göre yaklaşık %70 daha düşüktür (Sandıkçı, 2017).

Avrupa Birliği Binalarda Enerji Performansı Direktifinde (EPBD) yaklaşık sıfır enerjili binalar düşük seviyede fosil kaynaklı enerji tüketimini gerçekleştiren ve enerji performansı yüksek olan binalar olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizde uygulanan yönetmelikte belirtilen değerler dikkate alındığında A sınıfı binaların bile olması gereken değerlerden çok uzakta olduğu görülmektedir (Çakmanus, 2013).



Şekil 2.1. AB Binaların enerji performansı direktifi ve uygulamalarının zaman programı,  
Erişim tarihi: 20.06.2018

### ***Yaklaşık sıfır enerjili bina kriterleri,***

Yaklaşık sıfır enerjili binalar günümüzde aşağıda belirtilen amaçlara yönelik olarak inşa edilmektedir,

- Minimum tüketim,
- Minimum emisyon,
- Minimum atık,
- Maksimum iç ortam kalitesi,
- İnsanların doğayla en verimli şekilde bütünleşmesi,
- İçerisinde yaşayanların sağlığını koruması,
- Verimli çalışanlar,
- Doğal kaynakların verimli kullanılması,
- Minimum olumsuz çevre etkileri,

Yaklaşık sıfır enerjili binalar yukarıdaki amaçlar doğrultusunda inşa edilirken aşağıda belirtilen faydaları sağlamaktadırlar,

#### *i. Çevre*

- Yağmur suyunu etkili bir biçimde kullanır,
- Yenilenebilir enerji ile enerji tüketimini azaltır,
- Ortaya çıkan atık ve kirlilik miktarının azaltır,
- Doğal kaynakların korunması, hava ve su kalitesini artırır,

#### *ii. İnsan*

- Yaşam kalitesi daha yüksek ve stresten uzak bir ortam sağlar,
- Çalışanların verimliliğini artırır

### iii. *Ekonomi*

- Yatırım maliyetleri çok yüksek olsa da bu maliyet hesabını tüm yaşama yaydığımızda işletme maliyetlerinin düşük olduğunu görürüz. Bu yüzden uzun vadede çok önemli verimlilik sağlar,
- Kiralama ve satışlarda avantaj sağlar,
- Yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde enerji maliyeti çok düşer.

Amerika Birleşik Devletleri'nde 2007 yılında çıkarılan "Enerji Bağımsızlığı ve Güvenliği Yasası" ile devlet binalarında ve ticari binalarda enerji performansı yüksek teknolojiler ve yenilenebilir enerji kullanımları zorunlu hale getirilmiştir. Buna benzer bir yasa da Avrupa Birliği'nce 2010 yılında Bina Enerji Performansı Direktifi (2010/31/EU) ve 2012 yılında Enerji Verimliliği Direktifi (2012/27/EU) olarak çıkartılmıştır. Bu kapsamda binalarda CO<sub>2</sub> salınımının azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemler bu direktiflerde yer almaktadır. Ülkemizde ise 2014-2018 Kalkınma Planı'nda enerji tüketiminde diğer ülkelere bağımlılığın minimuma indirilebilmesi, kendi enerjimizi kendimizin üretebilmesi, yaşanabilir mekanlar ve sürdürülebilirlik ele alınmaktadır. Ayrıca 2010 yılında TÜBİTAK tarafından belirlenen 2011-2016 Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi'nde enerji konusu önemli alanlar arasında yer almaktadır. Ülkemizde 2007 yılında Enerji Verimliliği Kanunu (Kanun No. 5627), 2008 yılında ise Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik ve Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği çıkarılmıştır. Bütün bu mevzuat üretim teknolojilerinin geliştirilmesine, tasarım teknolojilerinin geliştirilmesi ve enerji-çevre teknolojilerinin geliştirilmesine ilişkin kanun ve yönetmeliklerdir. Tüm bu gelişmeler bina performansını arttıracak ve enerji tüketimini azaltacak politikaların, teknolojilerin ve araçların geliştirilmesinin ne derece önem arz ettiğini gözler önüne sermektedir (Altun, 2016)

Türkiye'de enerji verimliliğine önem verilmeye başlanmasının en önemli göstergelerinden biri 2007 yılında yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunudur. Bu kanunla birlikte farklı bakanlıklar tarafından çok sayıda yönetmelik ve genelge yayınlanmış ve ülkemizin enerji verimliliği çerçevesi oluşturulmuştur. Bu kanundan daha önce de enerji verimliliği ve CO<sub>2</sub> salınımının azaltılmasıyla ilgili bazı çalışmalar yapılmış, standartlar ve yönetmelikler hayata geçirilmiştir. (Yüksekkaya, 2016)

En önemlisi yapılarda enerji kaynaklarının ve enerjinin verimli kullanılabilmesi, gereksiz enerji tüketiminin önlenmesi ve çevrenin korunmasına yönelik olarak Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP)'dir. Bu yönetmelikte Avrupa Birliğinin 2002/91/EC çerçeve direktifi baz alınmıştır. (Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği, 2008)

## **2.1. Yaklaşık Sıfır Enerjili Bina Sertifikasyon Sistemleri**

Yaklaşık sıfır enerjili binalar için farklı ülkelerin hedefleri ve sertifikasyon sistemleri bulunmaktadır ve bu sertifikasyon sistemleri birbirinden çeşitli farklılıklar göstermektedir. Örneğin Avrupa'da 2018 yılından itibaren inşa edilecek olan binaların yaklaşık sıfır enerjili binalar olması hedeflenmektedir. Binaların sızdırmaz hale getirilmesi, ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının kullanılması, iklimlendirme için harcanacak olan enerjinin minimuma indirilmesi ve en önemlisi olan taze hava ihtiyacının sağlanması bu süreçteki en önemli hedeflerdendir. Farklı ülkelere ait sertifikasyon sistemleri aşağıdaki bölümlerde incelenmiştir. (Taşkın, 2017)

### **2.1.1. BREEAM (Building research establishment environmental assessment method)**

Bina Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Metodu (BREEAM) yapılmış ve yapılması planlanan binalar için çevresel performans kriterlerini doğru bir şekilde belirlemek amacı ile 1990 yılında BRE tarafından İngiltere'de geliştirilen derecelendirme sistemidir.

BREEAM sertifikasyon sisteminin değerlendirme kriterleri aşağıdaki gibidir;

1. Bina Yönetimi
2. Sağlık ve İyi Hal
3. Enerji
4. Su
5. Arazi Kullanımı ve Ekoloji
6. Ulaşım
7. Malzeme
8. Atıklar
9. Kirlilik
10. İnovasyon

Bu kriterlerin sertifikanın verileceği ülkenin ve bulunduğu coğrafi konumun koşullarına göre etki oranları değişmektedir. Avrupa’da bu kriterlerin oranları aşağıdaki gibidir,

Bina Yönetimi: 12%, Sağlık ve İyi Hal: 15%, Enerji: 19%, Ulaşım: 8%, Su: 6%, Malzeme: 12.5%, Atıklar: 7.5%, Arazi Kullanımı ve Ekoloji: 10%, Kirlilik: 10% ve İnovasyon:10% ağırlık veriyor. Bu bölgeye göre değişen oranlar, bu sertifikasyon sisteminin diğer sistemlere göre farklı bölgelerdeki adaptasyonunda avantajlı kılmaktadır (Çelik, 2009).

BREEAM Sisteminin 5 farklı seviye derecesi bulunmaktadır. Bunlar;

1. BREEAM Pass >30%
2. BREEAM Good >45%
3. BREEAM Very Good >55%
4. BREEAM Excellent >70%
5. BREEAM Outstanding >85%

35.000 m<sup>2</sup> alan üzerinde kurulan Erzurum Alışveriş Merkezi Türkiye’nin ilk BREEAM sertifikalı binası olmuştur. Bu bina sertifikasını 2009 yılında “Çok İyi” sertifika düzeyinde derecelendirilmiştir. Derecelendirilirken binanın dikkat çeken özellikleri kendi enerjisini üretebilmesi, kojenerasyon ve absorpsiyonlu soğutma gruplarının kullanılması ayrıca merkezi ısıtma, soğutma ve elektrik üretiminden kaynaklı CO<sub>2</sub> salınımının düşük tutulmasıdır. (Kaya, 2012)



Şekil 2.2. Türkiye’nin ilk BREEAM sertifikalı binası, Erişim Tarihi: 20.06.2018

BREEAM sertifikasına sahip şu an için dünyada 564.959 adet yapı bulunmaktadır. Bunların 87 tanesi ülkemizde bulunmaktadır. (<https://www.breeam.com/>, Erişim tarihi: 20.06.2018)

### 2.1.2. LEED (Leadership in energy and environmental design)

LEED “Leadership in Energy and Environmental Design” cümlesinin baş harflerinin kısaltmasıdır. Türkçe’ye “Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik” olarak çevrilmiştir. LEED, Amerikan Yeşil Binalar Konseyi (USGBC) tarafından yeşil ve sürdürülebilir binaların derecelendirilmesi için oluşturulmuş olan bir sertifikasyon sistemidir (Mousa & Farag 2016).

LEED sertifikasyon sistemi dünyada ve ülkemizde yaklaşık sıfır enerjili bina sertifikasyon sistemleri arasında en çok tercih edilen sistemdir. LEED sertifikasyon sistemi tüm yapı türleri için alınabilmektedir. Binaların sahip olduğu özelliklere göre LEED AP tarafından yapılan puanlama sonucunda, bina aşağıdaki 4 sertifika seviyesinden birisi ile LEED Sertifikası alabilmektedir (Mousa & Farag 2016).

#### LEED Sertifika Puantajı:

1. Sürdürülebilir Araziler 10 Puan
2. Su Verimliliği 11 Puan
3. Enerji ve Atmosfer 33 Puan
4. Malzeme ve Kaynaklar 13 Puan
5. Yerleşim ve Ulaşım 16 Puan
6. İç Mekân Kalitesi 16 Puan
7. İnovasyon 6 Puan
8. Bölgesel Öncelik Kredileri 4 Puan

#### LEED Sertifika Seviyeleri:

1. LEED Certified 40-49 puan
2. LEED Silver 50-59 puan
3. LEED Gold 60-79 puan
4. LEED Platinum >80 puan

10.000 m<sup>2</sup> alan üzerinde kurulan Unilever Ofis Binası Türkiye’nin ilk LEED sertifikalı binası olmuştur. İstanbul Ümraniye’de inşa edilen bu bina sertifikayı



2009 yılında Gümüş sertifikalı olarak almıştır. Bina sertifikayı alırken aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır, (Kaya, 2012)

1. Ofis binasının dışı aydınlatılırken enerji tasarruflu özel aydınlatmalar kullanılmıştır.
2. Mekanik sistemlerde çevreye zararlı olmayan gazlar tercih edilmiştir.
3. Su tasarrufuna önem verilmiştir.
4. Enerji tasarrufu yüksek aydınlatmalar ve armatürler seçilerek bunların çektiği güç %20'ye varan bir şekilde azaltılmıştır.
5. Yağmur suları geri dönüşümde kullanılmıştır.
6. Çevre düzenlenmesinde kullanılan bitkilerin az su tüketmesine dikkat edilmiştir.
7. Isı geri kazanımlı klima santralleri kullanılarak, ASHRAE standartlarının %30 üstünde bir taze hava sağlanmıştır.
8. Sıcak su ihtiyacı güneş enerjisi ile sağlanmıştır.
9. Tüm bina otomasyon sistemi ile kontrol altına alınmıştır.
10. CO<sub>2</sub> salınımlarında, enerji tasarrufu sayesinde %30 azalma hedeflenmiştir.
11. Elektronik cihazların "Energystar" etiketli olmasına önem verilmiştir.
12. VOC oranlarının (uçucu organik bileşik) en düşük seviyede olduğu çevre dostu inşaat malzemesi kullanılmıştır.



Şekil 2.3. Türkiye'nin ilk LEED sertifikalı binası, Erişim Tarihi: 20.06.2018

LEED sertifikasına sahip şu an için dünyada 109.674 adet yapı bulunmaktadır. Bunların 426 tanesi ülkemizde bulunmaktadır. (<http://www.gbig.org/>, Erişim tarihi: 20.06.2018)

### 2.1.3. Alman Sürdürülebilir Yapı Sertifikası (DGNB- German sustainable building council)

Alman Sürdürülebilir Yapı Sertifikası binaların derecelendirilmesi ve değerlendirilmesinde kullanılmak için kurulmuş bir sertifikasyon sistemidir. Bu sertifikasyon sistemi binaların planlanabilmesi için çok pratik bir araç geliştirmiştir. Binaların planlamasında ve değerlendirilmesinde kullanılmak üzere kurulmuş bir sistemdir. Sürdürülebilir binalar ile ilgili tüm konuları kapsamaktadır. Alman Kaliteye önem veren bir bakış açısı içeren, yapı planlaması ve değerlendirilmesi amacı ile Alman Yeşil Bina Konseyi ve Almanya Devleti tarafından 2010 yılında kurulmuştur. (Anbarcı, Giran ve Demir, 2011).

Değerlendirmeyi etkileyen altı madde şu şekilde belirtilmiştir:

1. Çevrebilim,
2. Ekonomi,
3. Sosyal Kültürel ve Operasyonel konular,
4. Teknik konular,
5. Arazi Yerleşimi
6. Süreçler.

DGNB Sertifika Seviyeleri:

1. DGNB Certified >34%
2. DGNB Silver >49%
3. DGNB Gold >64%
4. DGNB Platinum >80%

Quasar İstanbul projesi DGNB'nin ön sertifikasını Türkiye'de alan ilk ve tek proje olmuştur. Bu yapı 2012 yılında Gold derecesinde sertifikalandırılmıştır. Derecelendirilirken binanın dikkat çeken özellikleri binanın sürdürülebilir temelli olması, enerji verimliliğinin yüksek olması, kültürel ve sosyal açıdan gelişmiş olmasıdır.



Şekil 2.4. Türkiye'nin ilk DGBN sertifikalı binası, Erişim tarihi: 20.06.2018

DGBN sertifikasına sahip şu an için dünyada 1.437 adet yapı bulunmaktadır. Bunların 1 tanesi ülkemizde bulunmaktadır. (<http://www.gbig.org/>, Erişim tarihi: 20.06.2018)

#### 2.1.4. Green star

BREEAM ile Green Star sertifikasyon sistemi büyük benzerlikler taşımaktadır. 2003 yılında Avustralya Yeşil Bina Konseyi (GBCA) tarafından kurulmuştur. Bu sertifikasyon sisteminin amacı yapıların yaşam döngüsü etkilerini değerlendirmektir (Yumurtacı, 2018).

Green Star sisteminin de diğer sertifikasyon sistemlerinde olduğu gibi performans kriterleri bulunmaktadır. En önemli kriterler ise İç hava kalitesi, enerji korunumu ve malzeme seçimidir (Yumurtacı, 2018).

GREEN STAR Sertifika Seviyeleri:

1. 1 yıldızlı 10-19 Puan
2. 2 yıldızlı 20-29 Puan
3. 3 yıldızlı 30-34 puan
4. 4 yıldızlı 54-59 puan
5. 5 yıldızlı 60-74 puan
6. 6 yıldızlı 75-100 puan

Bu sertifikasyon sistemine örnek olarak Avustralya inşa edilen Green Square South Tower projesini örnek verebiliriz. Bina 21.000 m<sup>2</sup> üzerine kurulmuştur. Bina değerlendirme sonucunda 5 yıldızlı sertifikasyon değerine uygun görülmüştür. Değerlendirmede aşağıdaki noktalar üzerinde durulmuştur ([https://www.gbca.org.au/uploads/73/1609/green\\_square\\_south\\_tower.pdf](https://www.gbca.org.au/uploads/73/1609/green_square_south_tower.pdf), Erişim Tarihi: 21.06.2018)

1. CO<sub>2</sub> miktarının izlenmesi ve kontrolünün sağlanması
2. Gün ışığından verimli bir şekilde yararlanılması
3. 400 Lux'a sınırlandırıcı elektrik aydınlatma seviyelerini içeren aydınlatma sistemi
4. Düşük emisyonlu formaldehit ürünleri ve düşük VOC kaplamaları
5. CO<sub>2</sub> sensörleri tarafından kontrol edilen değişken hızlı otopark havalandırma fanları
6. Klima yükünü azaltmak için gece tahliyesi
7. Ziyaretçi bisikletleri için park alanları
8. Personelin %10'u için bisiklet tesisleri (güvenli bisiklet depolama, soyunma odaları, duşlar ve kilitli dolaplar)
9. Yağmur suyunun peyzaj sulama için kullanılması
10. Atık suyun %40 azaltılması
11. Dış mekân aydınlatmasında ışık kirliliğinin olmaması



Şekil 2.5. Greenstar sertifikalı bina örneği, Erişim Tarihi: 20.06.2018

Green Star sertifikasına sahip şu an için dünyada 1.005 adet yapı bulunmaktadır. Ülkemizde henüz bu sertifikaya sahip bina bulunmamaktadır. (<http://www.gbig.org/>, Erişim tarihi: 20.06.2018)

### 2.1.5. Pasif Ev (Passiv Haus)

Pasif ev yapıları gerekli olan oda sıcaklığına ulaşabilmek için, temiz havayı ısıtarak ya da soğutarak gerekli termal rahatlığı sağlayabilen yapılardır. Pasif Ev yapıları Almanya'daki Pasif Ev Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu standartlar doğrultusunda tasarlanır ve inşa edilir. Daha sonra bu yapılar enstitünün vermiş olduğu standartlara uygun olmalarına bağlı olarak sertifikalandırılır (Pak,2015).

1. Yalıtım yüzeyinin yüksek olması gerekmektedir. ( $U_d < 0.15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
2. Pencere ve kapı sistemlerinin ısı yalıtımının performansı yüksek olmalıdır. sistemleri ( $U_p < 0.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
3. Bina kabuğu hava sızdırmazlığına sahip olmalıdır. ( $< 0.6 /\text{h} @ 50 \text{ Pa}$ )
4. Isıl köprüleme değerinin ısı köprüsü oluşmasına engel olacak şekilde olması gerekmektedir. Bunun için de mimari detay çözümlerine ihtiyaç vardır. ( $\Psi \leq 0.01 \text{ W}/(\text{mK}) [\text{TbCrit}]$ )
5. Binalarda doğal havalandırma olmadığı için mekanik havalandırma kullanılmalıdır, bu da yüksek verimli ısı geri kazanım sistemleriyle yapılmalıdır. (Verim  $\geq 75$  verimlilik)

Türkiye'nin ilk Passiv Haus sertifikalı binası Gaziantep'te kurulan Gaziantep Ekolojik Binası projesidir. 320 m<sup>2</sup> alan üzerinde kurulan bu bina yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanması, çevreye duyarlı olması ve kendi enerjisini kendi üretebilmesi ile ön plana çıkmaktadır. Bina bu sertifikayı 2015 yılında elde etmiştir. Binanın dışı 40 cm kalınlığında ısı izolasyonunun sağlanması için cam yünü levhalar ile kaplanmıştır. Bina etrafında bulunan fotovoltaik sistemler sayesinde bina kendi elektrik ihtiyacını tamamen kendi üretebilmektedir. Kullanılan aydınlatma armatürleri minimum enerji tüketmektedir. Kullanılan 3 camlı pencere sistemleri ve yalıtımlı doğrama sistemi ile ısı kaybını engellemektedir. Binada ısı geri kazanımlı sistemler kullanılarak atık ısılarından yararlanılmaktadır. Gri suyu arıtılarak rezervuarlarda kullanılması ile su atıkları da azaltılmıştır. Kullanılan yeşil çatı sistemi de ısı yalıtımına katkıda bulunurken CO<sub>2</sub> salınımını da minimuma indirmektedir. (<http://www.ekoyapidergisi.org/3033-10-secilmis-proje-yuzde-90-tasaruf-saglayan-pasif-evler-passivhause.html>, Erişim tarihi: 21.06.2018)



Şekil 2.6. Türkiye'nin ilk Passiv Haus sertifikalı binası, Erişim Tarihi: 20.06.2018

Passiv haus sertifikasına sahip şu an için dünyada 4.317 adet yapı bulunmaktadır. Ülkemizde 2 adet bu sertifikaya sahip bina bulunmaktadır. (<https://passivhausprojekte.de/index.php?lang=en#k>, Erişim tarihi: 21.06.2018)

### 2.1.6. ÇEDBİK Konut Sertifikası

2007 yılının Ekim ayında yaşam kalitesini arttırmak için binalar ve yaşam alanlarının çevresel ve sağlıklı olarak tasarlanması amacıyla kurulmuş olan bir sivil toplum örgütüdür. Yeşil binalar alanındaki araştırmalara ve çalışmalara devam eden Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği, yeni konut projelerinde uygulanmak üzere Türkiye koşullarına uygun sertifika sistemi ÇEDBİK-Konut oluşturmuştur. Türkiye`de geliştirilen bu sertifikanın, diğer uluslararası sertifikalara göre en büyük avantajı yerel koşullar göz önüne alınarak gerçekleştirilmesi ve sertifika gelirinin yurtiçinde kalacak olmasıdır (Çelik, 2009)

ÇEDBİK- Konut Sertifikası kapsamında konutlar;

1. Bütünleşik Yeşil Proje Yönetimi, 6 Puan
2. Arazi Kullanımı, 13 Puan
3. Su Kullanımı, 12 Puan
4. Enerji Kullanımı, 25 Puan
5. Sağlık ve Konfor, 10 Puan
6. Malzeme ve Kaynak Kullanımı, 14 Puan
7. Konutta Yaşam, 13 Puan
8. İşletme ve Bakım, 5 Puan
9. Yenilikçilik, 2 Puan

olmak üzere 9 başlık altında değerlendirilmektedir.



### ÇEDBİK Konut Sertifika Seviyeleri:

1. Onaylı 45-64 Puan
2. İyi 65-79 Puan
3. Çok İyi 80-99 Puan
4. Mükemmel 100 Puan

Bu sertifikasyon sistemine ilk hak kazanan bina İstanbul'daki Antteras projesi olmuştur. Bu proje İyi derecede sertifikasyon seviyesinde değerlendirilmiştir. 33.000 m<sup>2</sup> inşaat alanı bulunan projenin sertifika kazanmasındaki önemli etkenler konut içerisinde ve dışarısında bulunan aydınlatmaların enerji tasarruflu olması, bina içerisinde kullanılan cihazların enerji verimliliğinin yüksek olması, CO<sub>2</sub> salınımının azaltılması, gün ışığından maksimum derecede yararlanabilmesi, zararlı uçucu organik bileşikler içermeyen malzemelerin kullanılmasıdır. Ayrıca bu konutta ev ile iş arasındaki geçirilen zamanı azaltabilmek için çalışanlara uygun çalışma ortamları yaratılmış, proje içerisinde yer alan spor ve dinlenme tesisleri ile konfor alanı arttırılmıştır. Oluşacak atıklar için ayrıca bir depo alanları oluşturulmuştur ve bu atıklar geri dönüşümde kullanılmaktadır. Isıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri merkezi olarak kurulmuş ve düzenli olarak izlenmekte ve kullanıcılara rapor olarak sunulmaktadır.

([http://www.yesilbinadergisi.com/yayin/731/turkiye-nin-yerli-konut-sertifikasi-cedbik-konut-u-alan-ilk-proje-antteras\\_22296.html#.WytQOFUzapo](http://www.yesilbinadergisi.com/yayin/731/turkiye-nin-yerli-konut-sertifikasi-cedbik-konut-u-alan-ilk-proje-antteras_22296.html#.WytQOFUzapo), Erişim Tarihi: 21.06.2018)



Şekil 2.7. Türkiye'nin ilk ÇEDBİK sertifikalı binası, Erişim Tarihi: 21.06.2018

### 2.1.7. Enerji Kimlik Belgesi (EKB)

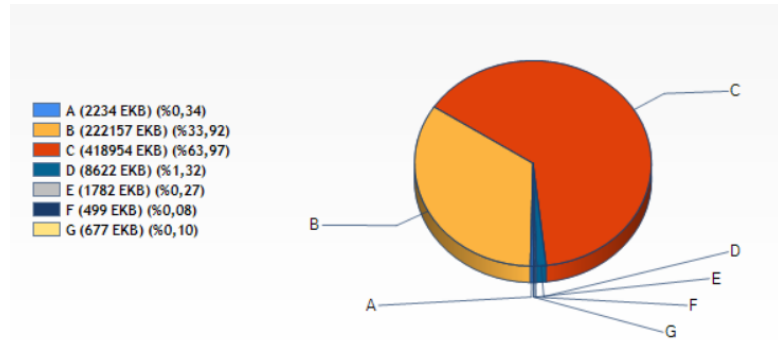
Bu, Türkiye’de 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve buna bağlı olarak çıkartılan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğine göre binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasını, enerji israfının önlenmesini ve çevrenin korunmasını sağlamak için asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, sera gazı salımı seviyesi, yalıtım özellikleri ve ısıtma-soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içeren belgedir.

Bu sistemi daha basit bir şekilde tanımlarsak, elektrikli ev aletleri ve beyaz eşyalarda bulunan enerji performansı sınıflandırmasının binalara uygulanmış halidir. Bu sertifikasyon sisteminde A’dan G’ye kadar sınıflandırma yapılmıştır. A en verimli seviyeyken, G ise en verimsiz seviyeyi tanımlamaktadır. Enerji Kimlik Belgesi de yani EKB binaların hangi verimlilik sınıfında olduğunu gösteren belgedir.

İnşaatı devam eden ya da yeni yapımı gerçekleştirilecek olan binaların EKB sınıfı en düşük C sınıfında olmalıdır. Eğer bu binaların enerji kimlik belgeleri sınıfı C sınıfından daha düşük ise kanunen bu binalara oturma izni verilmemektedir.

Hali hazırda yapılmış olan binalar için ise minimum bir enerji sınıfı bulunmamaktadır. Bu binalar ısı ve hava yalıtımı, ısıtma ve soğutma sisteminin verimi, aydınlatma sisteminin verimi gibi performanslara bakılarak A’dan G’ye kadar enerji kimlik belgesi alabilmektedirler (<http://www.enerjikelikbelgesi.com>, Erişim Tarihi: 21.06.2018).

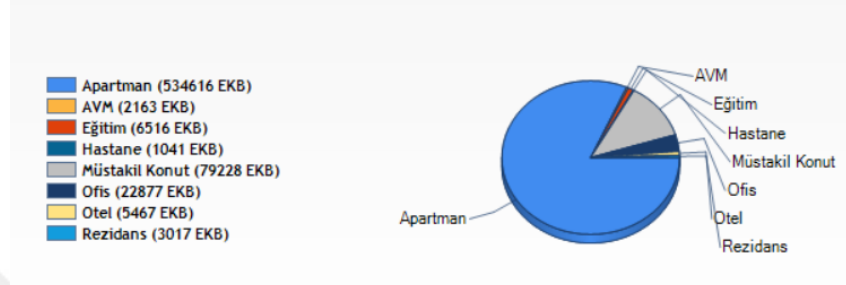
Türkiye’de şu anda 654.925 adet EKB sertifikasına sahip bina bulunmaktadır. Bu binaların yaklaşık %82’si apartmanlardan oluşmaktadır. Bunu %13 ile müstakil konutlar takip etmektedir.



Şekil 2.8. Sınıflara göre kimlik belgesi dağılımı, Erişim Tarihi: 20.06.2018



Türkiye’de bulunan binalar %63,97’si C sınıfı enerji seviyesine sahiptir. Buna karşılık B sınıfı binaların oranı ise %33,92’dir. A sınıfı enerji seviyesine sahip binaların B ve C sınıfı binaların oranlarına göre oldukça düşük seviyededir. A sınıfı binaların oranı 0,34’tür. Diğer sınıfların oranı ise %1,77’dir. (<http://www.bep.gov.tr/BEPTRWEB/istatistikler.aspx#.Wyt1iFUzapo>, Erişim Tarihi: 20.06.2018)



Şekil 2.9. Bina tipine göre kimlik belgesi dağılımı, Erişim Tarihi: 20.06.2018

Enerji Kimlik Belgesi hesaplamaları yapılırken binanın enerji performansını görebilmek ve sera gazı emisyonu sınıfının belirlenebilmesi için bakanlık sayfaları üzerinden internet tabanlı olarak çalışan BEP-TR programı kullanılmaktadır. Bu program,

1. Binaların enerji harcamasına etkide bulunan tüm etkenlerin bina verimliliği üzerindeki etkisini değerlendirmektedir.
2. Binanın enerji sınıfını belirlemektedir.
3. Binanın sera gazı emisyonu sınıfını belirlemektedir.

Bu programa binanın enerji tüketmesinde etkili olan tüm bilgiler girilir ve gerçekleştirilen hesaplama sonucunda binaların yıllık,

1. Isıtma
2. Soğutma
3. Sıcak su
4. Aydınlatma
5. Havalandırma

ihtiyacı için tüketimleri primer enerji olarak belirlenir. Bu tüketim değerlerinden de binanın CO<sub>2</sub> salınımı hesaplanır. Hesaplanan bu değerler referans değerlerle karşılandıktan sonra binanın enerji sınıfı belirlenmektedir. Çizelge 2.1’de birincil enerji seviyesine göre referans göstergeleri yer almaktadır. Konut tiplerine ve kullanım amaçlarına göre referans değerleri farklılık göstermektedir.

Çizelge 2.1. Birincil enerjiye göre referans göstergesi (RG), Erişim Tarihi: 20.06.2018

Bina Tipleri	Kullanım Amaçları	1.Isıtma Bölgesi (RG)	2.Isıtma Bölgesi (RG)	3.Isıtma Bölgesi (RG)	4.Isıtma Bölgesi (RG)
<b>Konutlar</b>	Tek ve ikiz aile evleri	165	240	285	420
	Apartman blokları	180	255	300	435
<b>Hizmet Binaları</b>	Ofis ve büro binaları	240	300	360	495
	Eğitim binaları (Okullar, yurtlar, spor tesisleri vb)	180	255	300	450
	Sağlık binaları	600			
<b>Ticari Binalar</b>	Otel, motel, restoran vb.	540			
	Alışveriş ve ticaret merkezleri	750			

Çizelge 2.2’de sera gazı referans göstergeleri yer almaktadır. Konut tiplerine ve kullanım amaçlarına göre referans değerleri farklılık göstermektedir.

Çizelge 2.2. Sera gazı referans göstergesi (SRG), Erişim Tarihi: 20.06.2018

Bina Tipleri	Kullanım Amaçları	1.Isıtma Bölgesi (RG)	2.Isıtma Bölgesi (RG)	3.Isıtma Bölgesi (RG)	4.Isıtma Bölgesi (RG)
<b>Konutlar</b>	Tek ve ikiz aile evleri	28	40	47	70
	Apartman blokları	30	43	50	73
<b>Hizmet Binaları</b>	Ofis ve büro binaları	40	50	60	80
	Eğitim binaları (Okullar, yurtlar, spor tesisleri vb)	30	45	50	75
	Sağlık binaları	120			
<b>Ticari Binalar</b>	Otel, motel, restoran vb.	100			
	Alışveriş ve ticaret merkezleri	150			

Çizelge 2.3. ve 2.4.'te yukarıdaki referans değerinden elde edilen birincil enerji tüketim sınıfı ve nihai enerji tüketimlerine göre sera gazı emisyonu sınıfı belirlenir.

Çizelge 2.3. EKB performans sınırlandırması (Birincil enerji tüketim sınıfı), Erişim Tarihi: 20.06.2018

Enerji Sınıfı	Ep aralıkları
A	$E_p < 0,4 * RG$
B	$0,4 * RG \leq E_p < 0,8 * RG$
C	$0,8 * RG \leq E_p < RG$
D	$RG \leq E_p < 1,2 * RG$
E	$1,2 * RG \leq E_p < 1,4 * RG$
F	$1,4 * RG \leq E_p < 1,75 * RG$
G	$1,75 * RG \leq E_p$

Çizelge 2.4. EKB performans sınırlandırması (Nihai enerji tüketimlerine göre sera gazı emisyon sınıfı), Erişim Tarihi: 20.06.2018

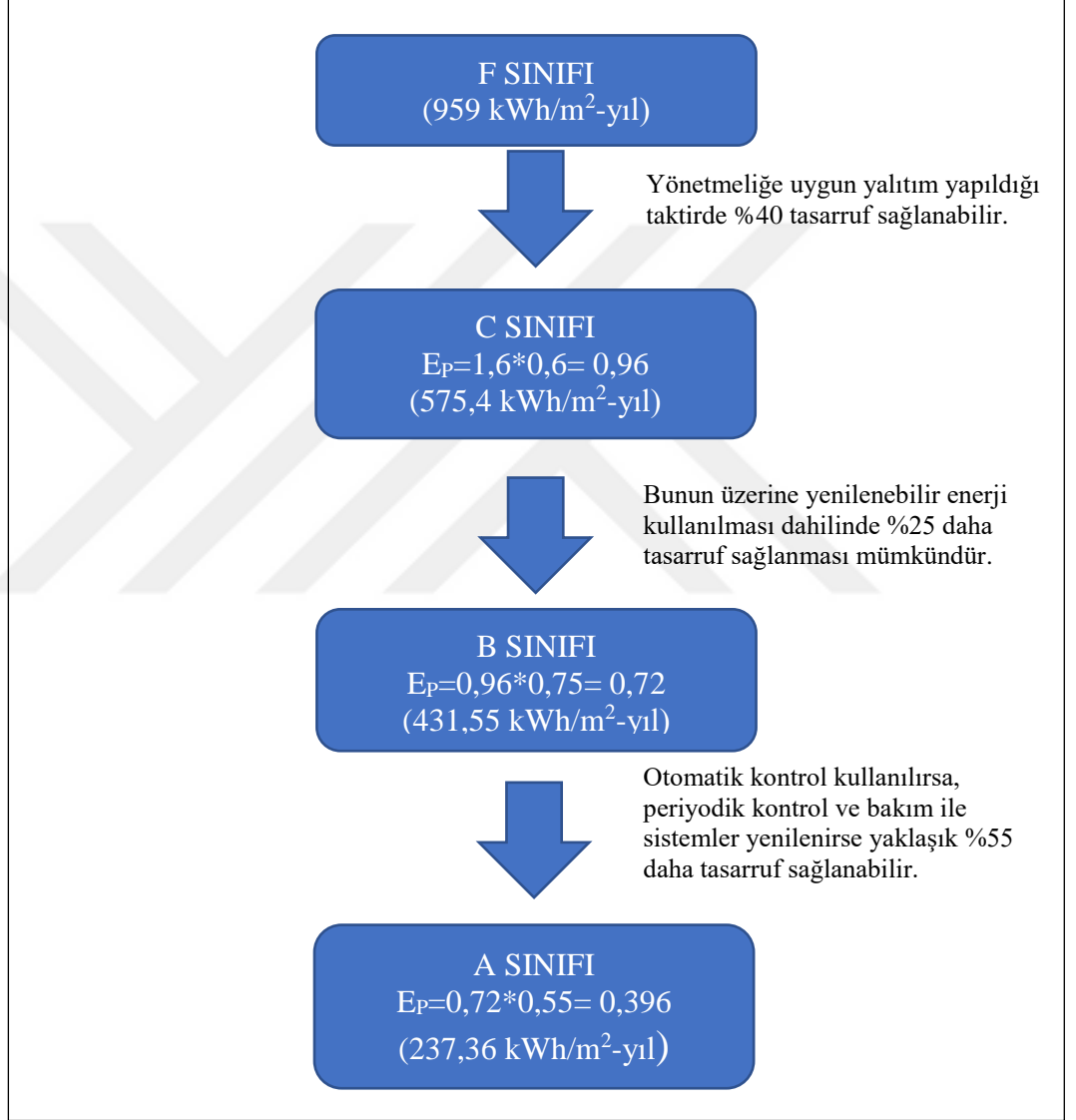
Enerji Sınıfı	Ep aralıkları
A	$SEG < 0,4 * SRG$
B	$0,4 * SRG \leq SEG < 0,8 * SGR$
C	$0,8 * SRG \leq SEG < SGR$
D	$SRG \leq SEG < 1,2 * SGR$
E	$1,2 * SRG \leq SEG < 1,4 * SRG$
F	$1,4 * SRG \leq SEG < 1,75 * SRG$
G	$1,75 * SRG \leq SEG$

### Örnek bir enerji sınıfı hesabı:

Binalarda ısı yalıtımı yönetmeliği çıkarılmadan önce yapılmış bir hastane binasının 9.000 m<sup>2</sup> kullanım alanı bulunmaktadır. Enerji ölçümlerinden elde edilen sonuca göre ısıtma, soğutma ve sıcak su için harcanan nihai enerji 660 kWh/m<sup>2</sup>-yıl'dır. Aydınlatma için harcanan nihai enerji 18 kWh/m<sup>2</sup>-yıl'dır. Hastanede kullanılan yakıt doğal gazdır ve birincil enerji dönüşüm katsayısı 1,36'dır. (EN 15603 Energy performance of buildings- overall energy use and definition of energy ratings)

Binanın toplam birincil enerji tüketimi:  $(660+18) \times 1,36 = 959 \text{ kWh/m}^2\text{-yıl}$

Bu durumda Çizelge 2.3.'teki verilere göre  $959/600 = 1,60$  değerini elde etmekteyiz. Çizelge 2.4.'teki değerleri göz önüne alırsak  $1,40 \cdot RG \leq E_p < 1,75 \cdot RG$  değerine denk geldiği görülmektedir bu durumda da binanın enerji sınıfı F çıkmaktadır. Binanın enerji sınıfını daha iyi bir seviyeye getirmek için aşağıdaki işlemler uygulanabilir.



Şekil 2.10. Enerjisi sınıfını yükseltmek için uygulanabilecek yöntemler, Erişim Tarihi: 20.06.2018

Bakanlık, eğitimi tamamlamış ve sınavdan başarılı olmuş kişilere EKB uzmanlık sertifikası verir, bu kişiler kendilerine ait kullanıcı adı ve şifreleriyle sisteme giriş yaptıktan sonra bina ile ilgili bilgilerini sisteme girişini

gerçekleştirirler. Girilen bilgiler tamamlandığında dosya bakanlığın veri tabanına iletilir, burada yapılan hesaplama sonucundan bir form oluşturulur



Şekil 2.11. EKB sisteminin iş akışı (Sandıkçı, 2017)

Bu form EKB uzmanına bildirilir daha sonra uzman tarafından proje sistemin onayına gönderilir, sistemin onayladığı EKB uzman tarafından imzalanarak bina ve ilgili belediyeye teslim edilir.

**ENERJİ KİMLİK BELGESİ**

**Bina Genel Bilgileri**

**Enerji Tüketim Sınıfı**

**CO<sub>2</sub> Salımı Sınıfı**

**Sihhi Sıcak Su Enerjisi Tüketim Sınıfı**


**Havalandırma Enerjisi Tüketim Sınıfı**

**EKB ve EKB Uzmanı ile İlgili Bilgiler**

**Bina Bilgileri**

Tipi :  
 İnşaat Yılı :  
 Kapalı Kullanma Alanı :  
 Ada, Parseli :  
 Adresi :  
**Bina Sahibinin**  
 Adı Soyadı :  
 Adresi :  
**Müşterek Tesisatların Sahibi (gerektiğinde)**  
 Adı Soyadı :  
 Adresi :

**Bina Resmi**



**Enerji Performansı**

Yüksek  
 A  
 B  
 C  
 D  
 E  
 F  
 G  
 Düşük

**SEG Emisyonu**

Düşük  
 A  
 B  
 C  
 D  
 E  
 F  
 G  
 Yüksek

**Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı**

%

Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nispet (kWh/m <sup>2</sup> yıl)	Birimölç (kWh/m <sup>2</sup> yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m <sup>2</sup> yıl)	
TOPLAM					ABCDEF
ISITMA					ABCDEF
SIHHİ SICAK SU					ABCDEF
SOĞUTMA					ABCDEF
HAVALANDIRMA					ABCDEF
AYDINLATMA					ABCDEF

**Açıklamalar**

**Belgenin**  
 Numarası :  
 Yürürlük Tarihi :  
 Son Geçerlilik Tarihi :

**Belgeyi Düzenleyenin**  
 Adı Soyadı :  
 Fırması :  
 Oda Sicil No :

İmza

**Bina Resmi veya Modeli**

**Yenilenebilir Enerji Oranı**

**Isıtma Enerjisi Tüketim Sınıfı**

**Soğutma Enerjisi Tüketim Sınıfı**

**Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sınıfı**

Şekil 2.12. Enerji Kimlik Belgesi, Erişim Tarihi: 21.06.2018

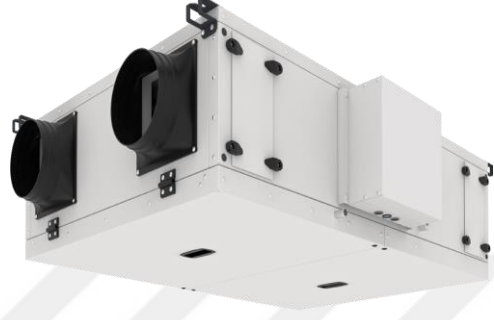
Yeni binalar olarak adlandırılan 1 Ocak 2011 tarihinden sonra yapı ruhsatı almış binaların yapı kullanma izni alabilmesi için enerji kimlik belgesini belediyeye sunması gerekmektedir, aksi takdirde kullanım izni verilmemektedir. Mevcut binaların ise EKB alabilmesi için son tarih 1 Ocak 2020 yılıdır. 1 Ocak 2011 tarihinden önce yapı ruhsatı almış ve inşaatı devam edip yapı kullanım izni almamış binalar da buna dahildir. Normalde 02.05.2007 tarihinde hayata geçirilen kanuna göre 10 yıl içerisinde gerçekleştirilen tüm yapıların EKB alması gerekmekeydi, ancak kanunun resmî gazetede yayınlanmasından sonra geçen 10 yıllık süre zarfından bakanlık tarafından gerçekleştirilen incelemeler sonucunda bu belgeyi düzenlemeye yetkili kuruluş sayısının yetersiz olması nedeni ile 28.04.2017 tarihinde alınan kararla süre 1 Ocak 2020 yılına kadar uzatılmıştır. Alınan EKB'ler 10 yıl süre ile geçerlidir. (<http://www.enerjikimlikbelgesi.com>, Erişim Tarihi: 21.06.2018)

50 m<sup>2</sup> üzerindeki tüm binaların EKB alması zorunlu iken mevzuat gereği bazı binalar bu yönetmelikte muaf tutulmuştur, ([https://www.enerjikimlikbelgesifiyatlari.com/?gclid=EAIaIQobChMIkNmsvk2wIVi8myCh1ZMwzDEAAYASAAEgJd8vD\\_BwE](https://www.enerjikimlikbelgesifiyatlari.com/?gclid=EAIaIQobChMIkNmsvk2wIVi8myCh1ZMwzDEAAYASAAEgJd8vD_BwE), Erişim Tarihi: 21.06.2018)

1. Türk Silahlı Kuvvetleri, Millî İstihbarat Teşkilâtı Müsteşarlığı Binaları, Milli Savun Bakanlığı ve bağlı kuruluşları,
2. İnşaat alanı 50 metrekare altında kalan binalar,
3. Mücavir alan dışında kalıp inşaat alanı 1000 metrekarenin altında olan binalar,
4. Kullanım süresi 2 yıldan az olarak planlanan binalar,
5. Seralar ve atölyeler,
6. Münferit olarak inşa edilip ısıtma ve soğutma ihtiyacı olmayan ahıl, ahır, depo ve ardiyeler,
7. Sanayi alanında yer alıp üretim faaliyeti gösteren binalar

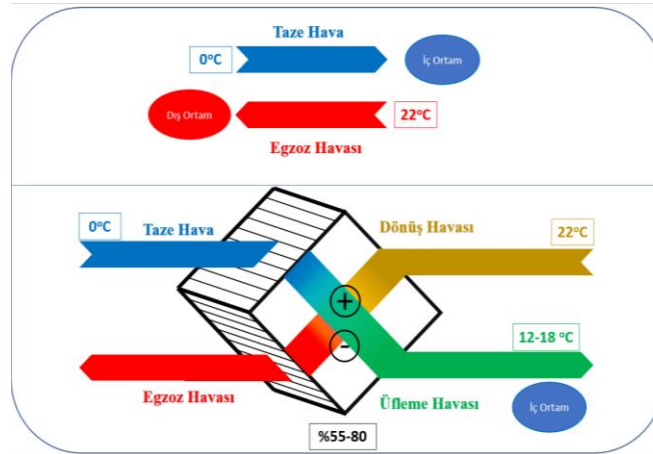
### 3. ISI GERİ KAZANIM CİHAZI

Isı geri kazanım cihazları, iç ve dış ortamdaki nem ve sıcaklık farkına bağlı bir şekilde üfleme havası ile dönüş havası arasındaki ısı transferini sağlayan ısı eşanjörleri, filtreler ve fanlardan oluşan sistemdir. Bazı özel durumlarda ısı eşanjörleri nem transferi de gerçekleştirebilir. Basit bir ısı geri kazanım cihazı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Isı geri kazanım cihazı, Erişim Tarihi: 21.06.2018

Isı geri kazanımlı havalandırma cihazları, dış ortamdan alınan temiz havanın egzoz havası ile kış aylarında ön bir ısıtma yapmasını, yaz aylarında ise ön bir soğutma yapmasını sağlamaktadır. Bu da dışarıdan transfer edilen havanın iç ortam şartlarına yaklaşmasını sağlamaktadır. Bu sayede iklimlendirme cihazlarının havalandırma kaynaklı yazın soğutma, kışın ise ısıtma yükü azaldığından enerji tasarrufu sağlanmaktadır.



Şekil 3.2. Isı geri kazanımlı havalandırma cihazı çalışma prensibi

Şekil 3.2.'de ısı geri kazanımlı havalandırma ile ısı geri kazanımsız havalandırma arasındaki fark görülmektedir. Isı geri kazanımsız havalandırma sistemi ile 0°C'de iç ortama giren dış ortam havası %55-80 arasında verimliliğe



sahip bir ısı geri kazanımlı havalandırma sisteminde 12-18°C olarak iç ortama girmektedir (Altın, 2016).

Isı geri kazanım cihazların en yaygın kullanıldığı yerler, alışveriş merkezleri, ofisler, restoranlar, spor salonları, sinemalar, eğlence mekanları, tiyatrolar ve yüzme havuzlarıdır (Şahan, 2003). Diğer yandan Avrupa Birliğinin çıkarmış olduğu kanunlar gereği ısı geri kazanım cihazlarının konutlarda kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Isı geri kazanımına iki açıdan bakılmalıdır;

- İç hava kalitesi
- Enerji tasarrufu

### 3.1. İç Hava Kalitesi

İç hava kalitesi bina iç ortam havasında bulunan kirleticilerin düzeylerinin belirtildiği bir kavramdır. İç havanın kaliteli olması bu kirleticilerin düzeyinin düşük olması anlamına gelmektedir. İç hava kalitesi ne kadar yüksek ise ortamdaki kişilerin çalışma performansı ve sağlığı o kadar artmaktadır (Okullarda İç Hava Kalitesi, 2015).

Konfor şartları sadece nem ve sıcaklık ile değil, koku, titreşim, ışık, iç hava kalitesi gibi çeşitli iç çevre bileşenleri de ifade edilmektedir. Bilindiği gibi kapalı hacimlerde bulunan oksijen, kullanım oranına ve süresine bağlı olarak azalmaktadır ve CO<sub>2</sub> miktarı bununla ters orantılı olarak artmaktadır. İçerideki havanın düzenli olarak oksijen yönünden zenginleştirilmesi gerekmektedir. Bunun en kolay yolu da içeride bulunan kirli havanın taze hava ile yer değiştirmesidir. Bu nedenle iklimlendirme uygulamalarının temel fonksiyonlarından birisi havalandırma ve uygun iç hava kalitesi yaratılmasına katkıda bulunmaktır. Bu ısı geri kazanım cihazları ile enerji verimliliğini de koruyacak şekilde yapılabilmektedir.

Ancak HVAC uygulamalarında bunlar ilk yatırım giderleri açısından maliyet oluşturmaktadır. Isı geri kazanımlı havalandırma uygulaması havadan havaya plakalı eşanjörler ile yapıldığında ilk yatırım maliyeti açısından %100 dış ortam hava ile gerçekleştiren uygulama için %10, %50 karışım havalı uygulamalar için ise %25 oranında artmaktadır. Ancak bu ilk yatırım maliyetleri ve daha sonra işletim maliyetleri karşılaştırıldığında 1 ile 3 yıl arasında yatırım maliyetinin geri döndüğü saptanmıştır. Havalandırmada %50 ve daha fazla taze hava kullanılan yerlerde mutlaka ısı geri kazanımı uygulanmalı, %50 den daha az dış hava kullanılan yerlerde ise ısı geri kazanım uygulaması fizibilitesi mutlaka yapılmalıdır.

Bildiğimiz gibi dış ortamdaki havanın kirliliği sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir, ancak iç ortamdaki havanın kirliliği de en az dış ortamdaki havanın kirliliği kadar önem arz etmektedir. Bunun nedeni iç ortamdaki kirletici partiküllerin dış ortama göre 2-5 kat arasında fazla olmasından kaynaklanmaktadır, bazı durumlarda ise bu durum neredeyse 100 kata kadar çıkabilmektedir. Aslında günlük yaşantımızda günün yaklaşık %80'ini iç ortamda geçirmekteyiz, bu yüzden de iç ortam kalitesinin artırılması sağlığımız açısından çok önemlidir. İç hava kalitesinin yanında da fazla gürültü, kötü kokular, fazla ışıklandırma ve ısı konforunun yetersiz olması performansın etkilenmesine neden olmaktadır (Okullarda İç Hava Kalitesi, 2015).

İç hava kalitesini insanlardan havaya salınan karbondioksit ve yetersiz havalandırma düşürmektedir. Bunların minimuma indirilebilmesi için dış ortamdan iç ortama taze hava iletilmesi gerekmektedir. Ancak bunu yaparken laboratuvar, mutfak ve tuvalet gibi kirletici partiküllerin yoğun olduğu alanlar ayrılmalıdır. Taze hava miktarları saniyede kişi başına yaklaşık 7,5-10 litre arasındadır. Ortamdaki kirli havanın dışarıya atılması ve iç ortama taze hava verilmesiyle bu oran sağlanabilir. Bu sistem içinse ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları uygundur. Bu işlemi yaparken dışarıya atılan havadan kazanılan enerji, dış ortamdan gelen taze havaya aktarılır. Bu şekilde enerji geri kazanımını da sağlanmış olur, ayrıca bu cihazların içerisinde mutlaka filtre sistemi bulunmalıdır (Okullarda İç Hava Kalitesi, 2015).

Filtreler havada bulunan kirletici partikülleri tutmaya yaramaktadır. Bu filtreler sayesinde insan sağlığı ve konforu sağlanabilmektedir. Solunan havadaki partikülleri ve kötü kokuları engellemek, cihaz içerisinde bulunan komponentlerin kirlenmesini de ayrıca engellemektedir. Cihazların içerisinde kullanılan filtrelerin verimi ne kadar yüksek ise geçen havanın içerisindeki kirletici partiküllerin de filtrelenmesi o kadar iyi seviyede olacaktır. Isı geri kazanım cihazlarında ortama üflenen havanın tamamının dış ortam havası olduğunu düşünürsek filtrasyon verimi çok önemlidir. Bu filtrelerin seçiminde dış ortamın hava kirliliği önem arz etmektedir (Şentürk, Aktakka ve Toksoy, 2015).

Isı geri kazanım uygulamalarında mutlaka yaşam biriminde bulunan insan sayısı, kullanım alanı, kullanım istatistikleri de göz önüne alınarak standartlara uygun olarak taze hava hesaplanmalıdır. Buna göre iç hava kalitesinin sağlanması amacıyla havalandırma debisi iki yöntemle belirlenebilir:

1. İç ortamdaki insan yoğunluğu
2. İç ortam kullanım alanı

Yukarıda anlatılanlara göre ve belirlenen standartlara göre iç ortam havalandırma debisi aşağıdaki şekilde hesaplanır (TS EN 15251 Binaların enerji performansının tasarımı ve değerlendirilmesi için iç ortam parametreleri- Bina içi hava kalitesi, ısı ortam, aydınlatma ve akustik)

$$q_{tot} = n \cdot q_p + A \cdot q_B \quad (1)$$

$q_{tot}$ = Odanın toplam havalandırma debisi, l/s

$n$ = Odadaki kişi sayısı için tasarım değeri

$q_p$ = Kişi başı doluluk için hava debisi, l/s, kişi

$A$ = Oda zemin alanı, m<sup>2</sup>

$q_B$ = Bina salınımı için havalandırma debisi, l/ (s.m<sup>2</sup>)'dir

Tüm bu bilgiler ışığında ısı geri kazanımın öne çıkan avantajları aşağıdaki gibidir,

1. Isı geri kazanımdan kazanılan ısı ile iç ortamı konforlu hale getirmek için gereken dış hava yükü önemli bir miktarda azaltılmıştır. Böylece iklimlendirme için harcanacak olan enerji düşer ve tasarruf sağlanır.
2. Dış havanın sağlayacağı yük azaltılacağı için, ortama taze hava sağlanması daha mantıklı bir hale gelir ve böylece iç hava kalitesi artırılmış olur.

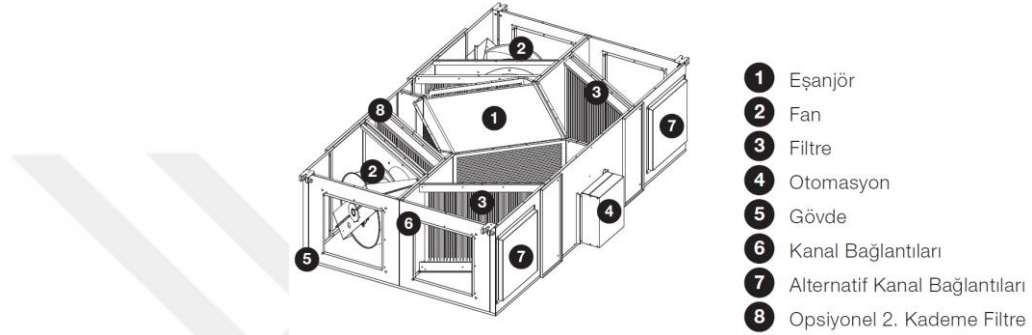
### 3.2. Isı Geri Kazanım Cihazı Türleri

Isı geri kazanım cihazları genellikle 300- 5000 m<sup>3</sup>/h hava debisi aralığında yaygın olarak kullanılır. Isı geri kazanımlı havalandırma cihazları ısı geri kazanım eşanjörü türüne göre temel iki sınıflandırmaya ayrılır,

1. Rejeneratif (Rotorlular)
2. Reküperatif (Plakalılar)

Diğer yandan ısı geri kazanım cihazları hava debilerine göre beş türde sınıflandırılmışlardır. 100-1000 m<sup>3</sup>/h aralığında, 1001-2000 m<sup>3</sup>/h aralığında, 2001-3000 m<sup>3</sup>/h aralığında, 3001-4000 m<sup>3</sup>/h aralığında ve 4001-5000 m<sup>3</sup>/h aralığında (TSE K 381, 2015)

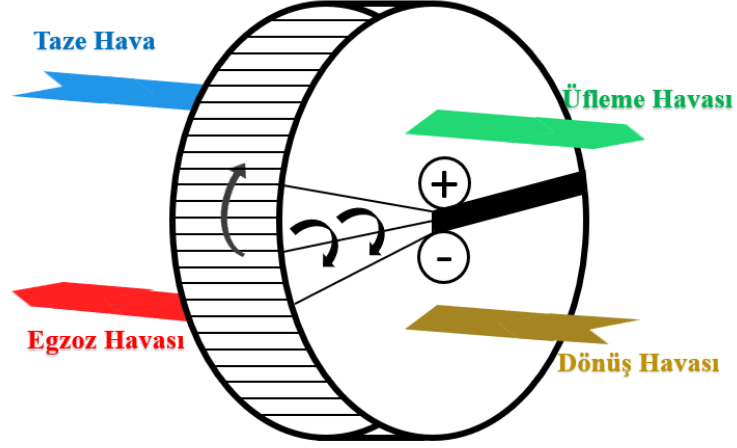
Isı geri kazanım eşanjöründen yüksek verimli seçildiği takdirde yüksek ısı kazancı sağlanır ancak tamamen bir ortamı ısıtmak veya soğutma için sadece ısı geri kazanım cihazı kullanmak yeterli değildir. Gerekli olan kapasitenin karşılanması için cihaz içine ya da kanala konulacak son ısıtıcı ve son soğutucu ısı değiştiricileri takviye edilir. Soğutucu eşanjörler genellikle sulu sistem veya direkt genişmeli gazlı sistem ile, ısıtıcı eşanjörler ise sulu sistem ya da elektrikli ısıtıcı destekli olabilir. Isı geri kazanım cihazları ortamdaki taze hava ihtiyacını karşılarken ortamdaki havanın enerjisinden faydalanmak üzere tasarlanmıştır. (Şahan, 2005)



Şekil 3.3. Isı geri kazanım cihazı bileşenleri

### 3.2.1. Rejeneratif

Döner tamburlu ısı değiştiriciler Rejeneratif tarzda çalışırlar. Tambur, havanın düzgün bir şekilde geçebilmesi için gözeneklere sahip dairesel bir alüminyum yapıdan oluşur. Isı geri kazanım, tamburun içinden egzoz havasından alınan ısı ve nem önce tambur üzerinde bulunan özel dolgu malzemesi üzerinde depolanır ve taze havaya aktarılır. (Şekil 3.4.). Kış ve yaz aylarında gerçekleştirilen ısı transferi dışında farklı tipteki döner tamburlu ısı değiştiriciler ile yaz aylarında da enerji tasarrufu sağlamak ve nem alma prosesini gerçekleştirmek mümkündür. Döner tamburlu ısı geri kazanım sistemlerinde ısı geri kazanım oranı genellikle %70 -90 arasında değişmektedir. (Systemair, 2014)



Şekil 3.4. Döner tamburlu ısı değiştirgeci

Nem transferi yapamayan döner tamburlu ısı değiştiricilere yoğuşmalı tipte döner tamburlu ısı değiştiriciler denmektedir. Bu tipteki ısı değiştiriciler yalnızca duyuur ısı transferi yapabilirler. Üzerinde herhangi bir dolgu malzemesi bulunmamaktadır, iki katman alüminyumun birleşmesi ile oluşturulan döner tamburlu ısı değiştiricilerin katmanlarından birisi şekilli diğeri ise düzdür.

Nem transferi yapan döner tamburlu ısı değiştiricileri de yoğuşmalı tiptekiler gibi standart konfor havalandırma şartları için uygundur. Nem çekme tamburlu ısı değiştiricileri standart konfor havalandırmaları için uygundur. Tambur üzerinden geçen dönüş havası ya da taze havadan biri çiğ noktasında olması durumunda gizli ısı transferi (kış) de gerçekleştirebilmektedir. Alüminyum malzemesi üzerine zeolit katmanlardan oluşur. Yüzeyler özellikle şartlandırılarak nem çekme özellikleri yükseltilmiştir. Bu tipler “Sorption” olarak da adlandırılmaktadır.

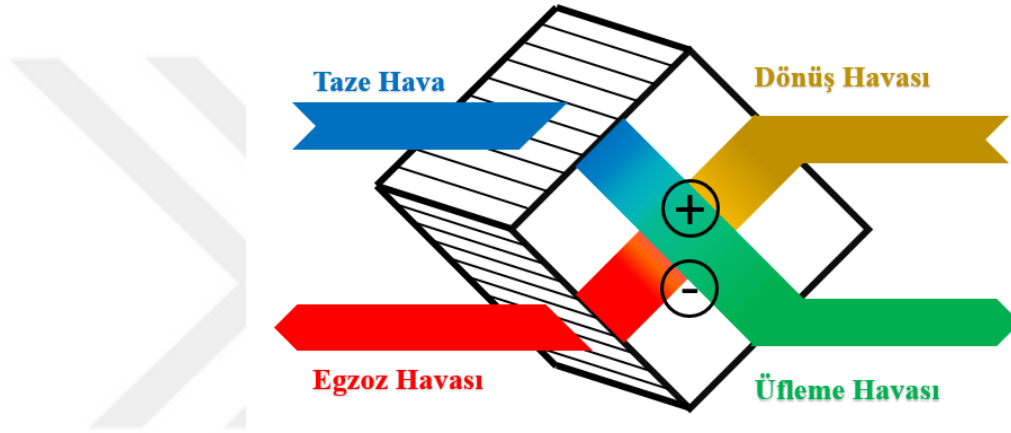
Entalpi tipteki döner tamburlu ısı değiştiriciler, depolama kütlesi düşük nem iletimi için entalpi kaplamalı oluklu ve pürüzsüz korozyona dayanıklı alüminyum folyodan oluşur. Bu, havalandırılan bir odadan çıkan havadaki nemin bir kısmının rotorun üzerinde kalmasını sağlar ve yaptığı gizli ısı transferi ile beraber besleme havasıyla odaya geri gönderilir (Systemair, 2014).

### 3.2.2. Reküperatif

Reküperatif tarzda çalışan selülozik, plastik ve alüminyum plakalı ısı geri kazanım sistemleridir. Taze hava ve egzoz havası birbirine temas etmeden geğerek maksimum ısı transferini sağlar. Hava akışını kontrol edebilmek, free-cooling ve donmayı önlemek amacıyla ısı geri kazanım hücresinde By-Pass damperi ilave

edilebilmektedir. Avrupa birliğinin getirdiği EcoDesign kriterlerine göre plakalı ısı eşanjörünün kullanıldığı cihazlarda By-Pass damperi zorunludur.

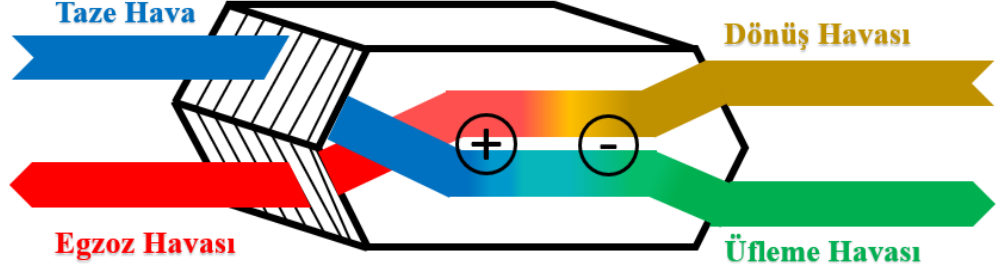
En yaygın kullanılan ısı geri kazanım eşanjörü çapraz akışlı olandır. Her plakada taze hava ve egzoz havası birbiri ile ısı transferi halindedir. Şekil 3.5'te de görüldüğü üzere egzoz hattından geçen havanın plakaya bıraktığı enerji, o plakayla temas halinde olan taze hava hattındaki havaya geçer. Çapraz akışlı plakalı ısı geri kazanım eşanjörleri; uygulama teknikleri, verimlilikleri, ilk yatırım ve işletme giderleri açısından en çok tercih edilen plakalı ısı geri kazanım türüdür (Systemair, 2014).



Şekil 3.5. Çapraz akışlı plakalı ısı değiştirgeci

Doğru üretilmiş ve uygulanmış çapraz akışlı bir ısı değiştirici ile egzoz ve taze hava karışım riski sıfırdır. Bu ısı geri kazanım türlerinin verimi %45 ile %75 arasındadır.

Karşıt akışlı ısı değiştiriciler; alüminyum plakalı ısı geri kazanım sistemleridir ve karşıt akış mantığı ile çalışır. Plakalar, Şekil 3.6'te de görüldüğü gibi maksimum ısı transferini sağlamak için hava akımları önce çapraz daha sonra karşıt akışla ısılarını birbirine aktarırlar. Karşıt akışlı ısı değiştiriciler yüzey alanı fazla olduğu için verim daha yüksek olup %95 'e kadar ısı geri kazanım sağlanabilmektedir. (Systemair, 2014)



Şekil 3.6. Karşıt akışlı plakalı ısı değiştirgeci

Selülozik ısı değiştiricilerin kullanılmasının en büyük nedeni ısı transferinin yanında nem transferi de yapabilmesidir. Selüloz belirli işlemlerden geçirilerek dış faktörlere karşı dayanıklı hale getirilir. Selülozik ısı değiştiricilerin kullanıldığı sistemlerde sadece kaba filtrenin uygulanmaması gerekir, aksi takdirde nemli kâğıda yapışan tozlar verimi azaltır, koku yapar ve kullanım ömrünü azaltır (Altın, 2016).

Plastik ısı değiştiriciler ise son gelişen teknolojilerle birlikte sektörde önemli bir yer edinmişlerdir. Çok ince plakalardan oluştuğu için %95'e kadar verim sağlayabilirler. Düşük taze hava ihtiyacı olan sistemlerde kullanılması önerilir (Altın, 2016).

### 3.3. Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Cihazlarında Kullanılan Komponentler

Isı geri kazanım cihazının temel bileşenleri fanlar, filtreler ve ısı eşanjörüdür. Isı geri kazanım cihazının tasarımı yapılırken bu bileşenlerin ayrı ayrı verimlerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca cihaz içi ve uygulama yerindeki cihaz dışı kanal basınç kayıplarının da ayrı bir değerlendirmesinin yapılması gerekmektedir.

#### Fanlar

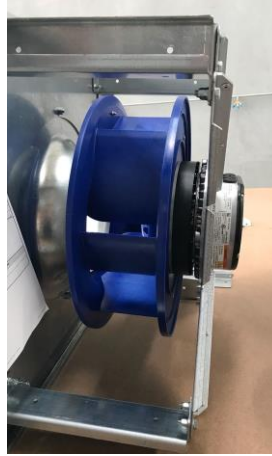
Isı geri kazanım cihazlarının içerisinde bulunan fanlar cihaz içi ve cihaz dışı basınç kayıplarını karşılayarak istenilen miktarda havanın ortama verilmesini sağlamaktadır. Fan seçimi yapılırken motor gücü, fan verimi, ses seviyesi gibi durumlar göz önünde bulundurulmalıdır. Isı geri kazanım cihazlarında kullanılan fanlar genellikle öne eğik ve geriye eğiktir.

Isı geri kazanım cihazlarının içerisinde genellikle plug fanlar kullanılmaktadır. Havalandırma cihazlarının içine monte etmek için tasarlanmış, gövdesiz radyal fanlardır. Genellikle geriye eğik kanatlıdır. Kavisli kanatları sayesinde yüksek performans elde edilir. Fanlar, motoru üzerinde direk akuple ya da ayrı olarak üretilebilir. Isı geri kazanım cihazlarında boyutlar küçük olduğu için, akuple fan olan EC (Elektronik kontrollü) ve AC teknoloji fanlar kullanılmaktadır.

EC motorlu fanlar akıllı kontrol üniteleri sayesinde sistem basınç kaybına göre motor devrini ayarlayarak yüksek verimlilikle çalışır. EC motorlu fanların verimler %90 değerlerine ulaşabilir. EC motorlu fanlar 0-10V kontrolü sayesinde %0-100 arasında rahatça istenilen debiye göre ayarlanabilmektedir. Bu sayede de enerji tasarrufu bakımından üst seviyelere çıkmaktadır. Avrupa Birliği tarafından yayınlanan son enerji verimliliği kriterlerinde ısı geri kazanım cihazlarında EC motorlu fan kullanımları zorunlu hale gelmiştir.

EC motorlu fanların avantajları aşağıdaki gibidir;

1. Yüksek verim
2. Sürekli kontrol imkânı
3. Kolay kurulum
4. Aynı verimde daha küçük boyutlu motorlar
5. Daha az enerji tüketimi



Şekil 3.7. Elektrik kontrollü fan (EC Fan)



## **Hava filtreleri**

Havada bulunan partikülleri ayrıştırmak için kullanılan bileşenlerdir. Bilindiği üzere atmosferdeki havada farklı büyüklüklerde partiküller bulunmaktadır. Filtreler partikül ayrıştırma derecelerine göre sınıflara ayrılmışlardır. Şekil 3.8.'de örnek bir hava filtresi gösterilmiştir.

Filtreler EN13053 “Binaların Havalandırması- Hava Taşıma Birimleri- Birimler, Bileşenler ve Bölümlerin Performans ve Oranları” standardında filtreleme işleminin yalnızca taze hava hattına değil, tüm bileşenlerin tozdan korunması için de uygulanması gerektiğinden bahsedilir. Bu standarda göre cihazlarda “F” tipi filtre kullanılmalı, filtreler mikrop üremesine izin vermeyen materyallerden üretilmelidir.



Şekil 3.8. Hava filtresi

Filtrelerin sınıflandırması EN 779 standardına göre yapılmıştır Çizelge 3.1’de filtre sınıfları belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Hava filtresi sınıflandırması (TS EN 779)

Filtre Tipi	Filtre Sınıfı	Toz Tutma Kapasitesi	Geçirgenlik Oranı	Tanım
G	G1	<65		Kaba Toz Filtresi
	G2	65<80		
	G3	80<90		
	G4	≥90		
F	F5	-		İnce Toz Filtresi
	F6	-		
	F7	-		
	F8	-		
	F9	-		
EU	EU10	85	15	Hepa Filtre
	EU11	95	5	
	EU12	99,5	0,5	
	EU13	99,95	0,05	
	EU14	99,995	0,005	
	EU15	99,9995	0,0005	
	EU16	99,99995	0,00005	
	EU17	99,999995	0,000005	

#### 4. ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZLARI TEST PROSEDÜRLERİ

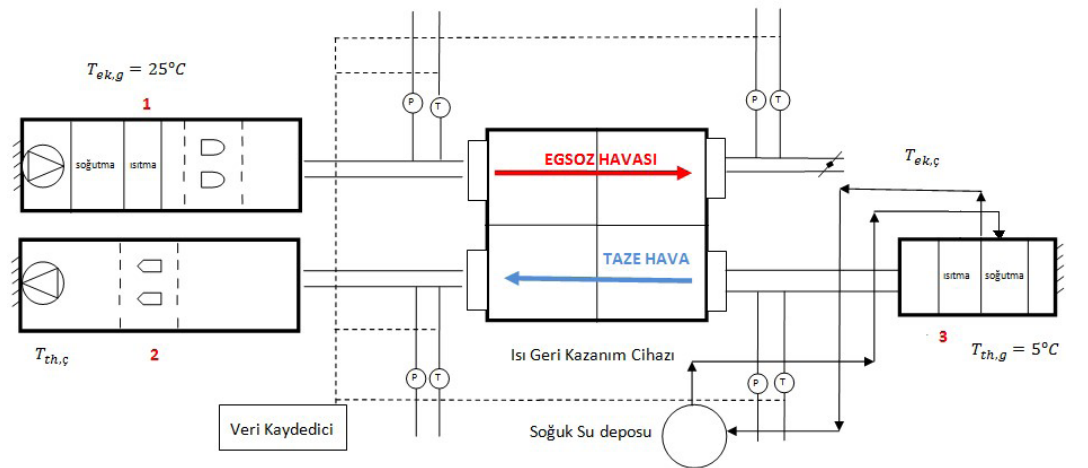
Isı geri kazanımlı havalandırma cihazları ulusal ve uluslararası standartlara göre test edilmektedir. Her test standardının kendine ait test yöntemleri bulunmaktadır ve cihazların farklı özellikleri incelenmektedir.

##### 4.1. Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Cihazları İçin Kullanılan Ulusal ve Uluslararası Standartlar

Isı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının performanslarının doğru ölçülebilmesi için ulusal ve uluslararası alanda test standartları geliştirilmiştir. Bu standart enerji verimliliği için büyük önem taşımaktadır ve ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının performansının artırılmasına yönelik üreticilere yol göstermektedir. Bu standartlar aşağıda detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

##### 4.1.1. TS EN 308 Isı Eşanjörleri- Havadan Havaya Ve Atık Gazlardan Isı Kazanımı Cihazlarının Performansının Tayini İçin Deney Metotları

Bu standart, havadan havaya ısı kazanımı veya ısıtma cihazlarındaki atık gazlardan ısı kazanımı konularındaki cihazların laboratuvar deney metotlarını kapsar. Deneylerin gerçekleştirilmesi için gerekli olan kuralları, işlemleri ve imalatçı tarafından verilen performans verilerini doğrulama deneyleri için gerekli giriş kriterlerini belirtir.



Şekil 4.1. TS EN 308 standartlarına uygun ölçüm şeması (Kaya, 2013)

Kategori I: Reküperatifler (Havadan havaya ısı transferinin bir ısı değiştirici üzerinden gerçekleştiği cihazlar.)

Kategori II: Ara bir akışkan ile ısı transferi sağlayan eşanjörler (Faz değişimli ve faz değişimsiz)

Kategori III: Rejeneratifler (Isının bir kütle üzerinde depolanıp daha sonra soğuk akışkana aktarıldığı cihazlar)

Bu standart aşağıdaki hususlar için deney metotlarını belirler;

1. Dış kaçak (Isı geri kazanım cihazından dışarıya veya dışarıdan cihaza hava sızmasıdır.)
2. İ kaçak (Cihaz içinde egzoz havası tarafından taze hava tarafına doğru olan hava kaçağı)
3. Sıcaklık ve nem verimleri (Taze hava tarafı sıcaklık ve nemlerinin oransal değişimi)
4. Basınç düşümü (Egzoz ve taze hava tarafındaki basınç düşümleri)

Dış Kaçak ve İ Kaçak testlerinde cihaz dışarıdan basınçlandırılıp, istenilen basınç değeri altından cihazdan çevreye, egzoz havasından ise taze hava tarafına doğru olan kaçak miktarı ölçülür. Verim testlerinde ise ısı geri kazanım eşanjöründen geçen havanın sıcaklık değişim oranına bağlı olarak ısıl verim hesaplamaları yapılır.

### **Dış kaçak**

Cihazın hava sızdırmazlığı,  $\pm 400$  Pa basınç altında kontrol edilir. Deney tertibatı ile besleme havası ve egzoz havası tarafında  $\pm 400$  Pa'lık basınçta belirlenir. Ölçülen debiler ( $q_{mep}$ ,  $q_{men}$ ) ile cihaz anma debisinin yüzdesel ( $q_{me}/q_{mn}$ ) olarak oranı oluşturulan deney raporuna kaydedilmelidir. Deney esnasında hava yoğunluğu önemlidir ve bu yoğunluğun  $1,16- 1,24$  kg/m<sup>3</sup> arasında olması gerekmektedir. Eğer havanın yoğunluğu belirlenen değerlerin dışında ise ölçümler belirtilen şartlara göre dönüştürülmelidir.

### **Egzoz havası iç kaçağı**

Isı geri kazanım cihazının egzoz havası iç kaçağının ölçülebilmesi için, egzoz tarafında  $250$  Pa'lık bir basınç, besleme tarafında ise  $0$  Pa'lık bir basınç

bulundurularak deneyin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Deney esnasında hava yoğunluğu önemlidir ve bu yoğunluğun 1,16- 1,24 kg/m<sup>3</sup> arasında olması gerekmektedir. Eğer havanın yoğunluğu belirlenen değerlerin dışında ise ölçümler belirtilen şartlara göre dönüştürülmelidir.

Besleme hattında 0 Pa'lık basınçta ölçülen değerler sadece egzoz havası iç kaçak değerlerini verir. Ölçülen debiler ile cihaz anma debisinin yüzdesel ( $q_{mil}/q_{mn}$ ) olarak oranı oluşturulan deney raporuna kaydedilmelidir.

### **Sıcaklık ve nem verimleri**

Test standartlarına göre dış ortam sıcaklığı 5°C, iç ortam sıcaklığı 25°C ve yaş termometre sıcaklığı 14°C 'den küçük olmalıdır. Testler gerçekleştirilirken cihaz 0-20 Pa cihaz dışı statik basınç altında yapılmalıdır. Cihazın giriş ve çıkışlarına bağlanan hava kanallarında kesit alanına düzgün olarak dağılmış 5 noktadan sıcaklık ölçümü gerçekleştirilmelidir.

Çizelge 4.1. Sıcaklık ve nem verim testleri şartları (TS EN 308 Isı Eşanjörleri- havadan havaya ve atık gazlardan ısı kazanımı cihazlarının performansının tayini için deney metotları.)

Uygulama Şekli	Isıtma	
Isı geri kazanım cihazı kategorisi	I	II
	IIIa	IIIb
Egzoz havası girişi;	25°C	25°C
t <sub>11</sub> sıcaklığı	<14°C	18°C
Yaş termometre sıcaklığı t <sub>w11</sub>		
Besleme havası giriş sıcaklığı		
t <sub>21</sub> sıcaklığı	5°C	5°C
Yaş termometre sıcaklığı t <sub>w21</sub>		3°C

Isıtma uygulamasında yoğuşma olduğundan dolayı, ısı geri kazanım cihazları için, nem ve sıcaklık verimlerinin hesaplanmasında ek testlere ihtiyaç duyulabilir. Bu testlerde aşağıdaki hava şartları kullanılmalıdır.

Çizelge 4.2. Soğuk iklimler için sıcaklık ve nem verim testleri şartları (TS EN 308 Isı Eşanjörleri- havadan havaya ve atık gazlardan ısı kazanımı cihazlarının performansının tayini için deney metotları.)

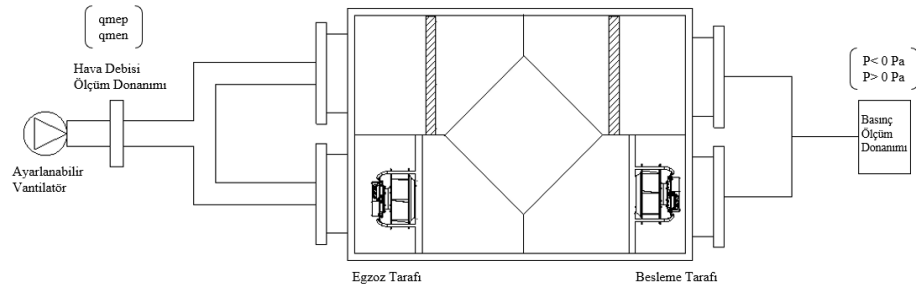
Uygulama Şekli	Isıtma
Isı geri kazanım cihazı kategorisi	I II
<b>Egzoz havası girişi;</b> t <sub>11</sub> sıcaklığı Yaş termometre sıcaklığı t <sub>w11</sub>	15°C 10°C
<b>Besleme havası giriş sıcaklığı;</b> t <sub>21</sub> sıcaklığı	-15°C

Donma testleri en az 6 saat sürmelidir, testten sonra ise cihaz gözle muayene edilmelidir. Ancak bu işlem buz çözme veya benzer diğer işlemlerden sonra gerçekleştirilmelidir. Isı geri kazanım cihazının çalışmasında, donma ve yoğunlaşma etkileri deney raporuna mutlaka eklenmelidir.

Deney metotları ve hassasiyet şartları aşağıda ifade edilmiştir.

### Dış kaçak deneyi

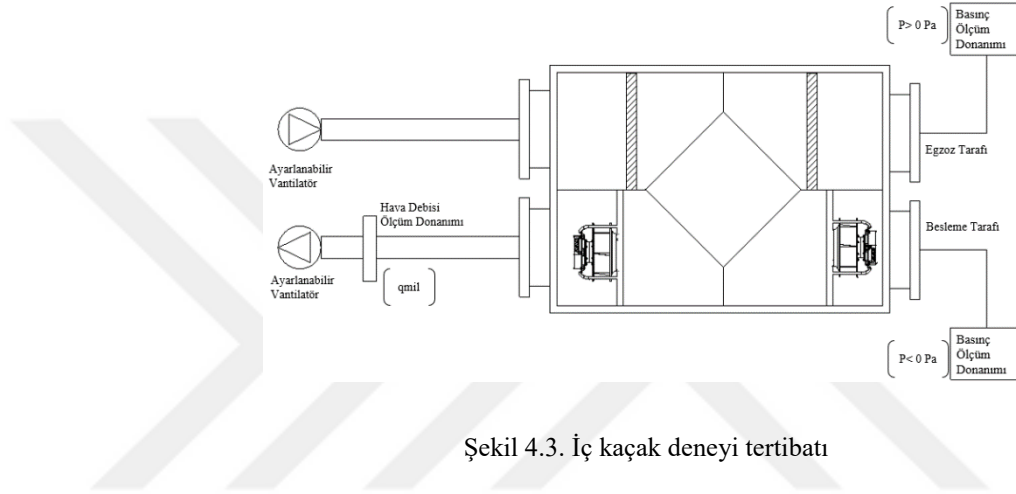
Şekil 4.2’de görülen deney düzeneğinde egzoz ve besleme havası dışarıdan tek bir vantilatör yardımı ile cihazın tüm giriş ve çıkışları kapatılarak pozitif ve negatif olarak basınçlandırılır. Cihaz içerisindeki basınç cihaz girişlerine yerleştirilen kör plakalardan tek bir noktadan ölçülür. Dış kaçak debileri, cihazın anma debisinin en fazla  $\pm\%5$  olarak ölçülmelidir. Aksi takdirde cihaz testten kalmış sayılır.



Şekil 4.2. Kaçak deneyi tertibatı

### Egzoz havası iç kaçak deneyi

İç kaçak deneyi Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi, besleme ve egzoz havası taraflarının her ikisine ayrı ayrı vantilatör bağlanarak yapılmalıdır. Egzoz havası tarafında 250 Pa, besleme havası tarafı ise 0 Pa basınca gelene kadar basınçlandırma işlemine devam edilir., kör plaka üzerindeki bir basınç transmitteri ile ölçülen değerler istenilen değerlere ulaşıldıktan sonra besleme hattına bağlanan ölçüm cihazı ile iç kaçak debisi ölçülür. İç kaçak debileri, cihazın anma debisinin en fazla  $\pm\%5$  olarak ölçülmelidir. Aksi takdirde cihaz testten kalmış sayılır.



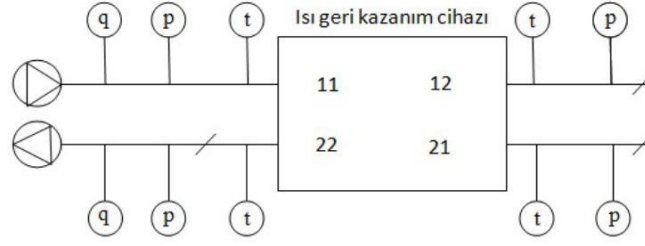
Şekil 4.3. İç kaçak deneyi tertibatı

### Verim deneyleri

Nem ve sıcaklık verimleri 11, 21 ve 22 numaralı bölümlerin ortalama kuru ve yaş sıcaklıkları ölçülerek verimler hesaplanır. Bölüm Çizelge 4.1.'de verilen sıcaklıklar  $\pm 0,5$  K içinde ayarlanmalı ve minimum 30 dakika boyunca test gerçekleştirilmelidir. Verimler aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$\eta_t = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}} \quad (2)$$

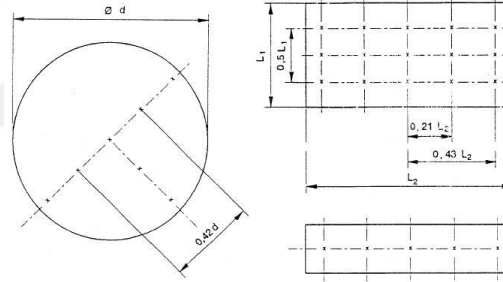
$$\eta_x = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}} \quad (3)$$



Şekil 4.4. Verim testleri ölçüm düzeneği (TS EN 308 Isı Eşanjörleri- havadan havaya ve atık gazlardan ısı kazanımı cihazlarının performansının tayini için deney metotları.)

Nem verimi  $\eta_x$ , ölçülen kuru ve yaş termometre sıcaklıklarından veya çığ noktası sıcaklıklarından belirlenmelidir.

Cihaz giriş ve çıkışlarına bağlanan kanalların içerisine yerleştirilen sıcaklık ölçme düzlemine Şekil 4.5'teki oranlarda düzgün olarak yerleştirilen 5 sıcaklık ölçüm cihazı ile kanallardaki sıcaklıkların ortalaması alınarak ölçüm gerçekleştirilmelidir. Hava debisinin  $q_{m1}$  ve  $q_{m2}$  ölçme toleransı  $\pm\%3$ ü geçmemelidir.



Şekil 4.5. Sıcaklık ölçüm düzlemi (TS EN 308 Isı Eşanjörleri- havadan havaya ve atık gazlardan ısı kazanımı cihazlarının performansının tayini için deney metotları.)

### **Basınç Düşme Denevleri**

Cihaz giriş ve çıkışlarındaki toplam statik basınç kaybından oluşan basınç düşüşleri  $\Delta p_2$  ve  $\Delta p_1$ , kanal bağlantılarının kesit alanı ile beraber ölçülen hava debilerinin ( $q_{m1}$  ve  $q_{m2}$ ) ölçülen statik ve hesaplanan dinamik basınçlarından hesaplanmalıdır.

Cihaza bağlanan hava akış kanallarının boyutları, cihaz çıkış ağızları ile aynı ölçülerde olmalıdır. Ölçümler gerçekleştirilirken ortam hava sıcaklıkları sabit olmalıdır ve basınç kayıpları standart hava için aşağıdaki formül ile düzeltilmelidir;



$$\Delta p = \Delta p_{meas} \frac{\rho_{meas}}{\rho} \quad (4)$$

Toplam statik basıncı ölçmek için kullanılacak olan delikler  $\pm 3$ 'den daha az bir toleransla seçilmelidir. Hava debilerinin ölçüm hassasiyetleri  $\% \pm 3$ 'den daha az olmalıdır. Isı geri kazanım cihazları için vantilâtör ve aspiratör güçleri aynı statik basınç kaybı altında ölçülmelidir.

#### 4.1.2. TS EN 1886 – Havalandırma Binalarında Hava İşleme Ünitelerinin Mekanik Performansı

TS EN 1886 standardı binaların tamamını ya da bir kısmını havalandırmak ya da iklimlendirmek için hava kanalları ile üfleme ve emiş yapan klima santrallerinin test gereksinimlerini ve sınıflandırmasını sağlar. Cihazları mekanik performans açısından değerlendiren bu standardın alt başlıkları; “Gövde Mekanik Mukavemeti”, “Gövde Hava Kaçağı”, “Filtre By-Pass Kaçağı”, “Gövde Isı İletim Katsayısı”, “Gövde Isıl Köprüleme Faktörü” ve “Gövde Akustik Yalıtımı”dır. Bu başlıklar altında 6 farklı test gerçekleştirilerek gövde performansı ölçülmüş olur.

##### Gövde mekanik mukavemeti

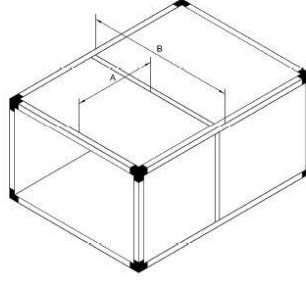
Cihazın gövde mekanik mukavemeti için iki temel kriter mevcuttur. Bunlar;

1. Karkasın dizayn koşullarında sehim miktarı (mm/m)
2. Maksimum operasyon fan basıncında mekanik mukavemet

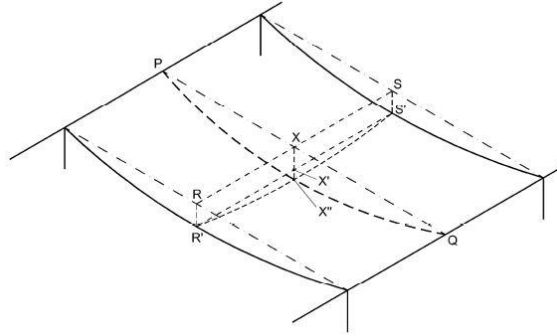
Cihaz üzerinde gerçekleştirilen bu testte gövde deformasyonunun kalıcı olup olmadığı incelenir.  $\pm 1000$  Pa’da cihazlara gerçekleştirilen dayanım testi sonucu cihaz üzerinde gerçekleşen maksimum bağıl sehim miktarına göre gövde dayanımı sınıfı belirlenir. (prEN 1886).

Çizelge 4.3. EN 1886 Gövde Dayanımı (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

Dayanım Sınıfı	Maksimum Bağıl Sehim mm/m <sup>-1</sup>
D1	4
D2	10
D3	Aranmıyor



Şekil 4.6. Klima santrallerinin panel ve çerçeve aralıklarının gösterimi (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)



Şekil 4.7. Klima santrallerinin panelleri ve çerçevelerinin bükülmesi (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

### **Gövde hava sızdırmazlığı**

Cihaz yapılarına ve işletme koşullarına bağlı olarak, gövde hava sızdırmazlık testlerinin uygulama şekilleri aşağıdaki gibidir;

1. Vakum testinde tüm hücreler 400 Pa negatif basınçta
2. İşletme basıncı 700 Pa'dan düşük olan sistemlerde test, 700 Pa basınçta
3. Daha yüksek işletme basınçları olan durumlarda ise işletme basıncı altında test yapılmaktadır.

İzin verilen kaçak miktarları, testi yapılan hücrede kullanılan filtre sınıfına göre belirlenmektedir.

Çizelge 4.4. EN 1886 -400 Pa Gövde Hava Kaçağı (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

Sızdırmazlık Sınıfı	Maksimum Kaçak Oranı ( $f_{400}$ ) $Lx s^{-1}x m^{-2}$	Filtre Sınıfı (EN779)
L1	0,15	F9'un üstünde
L2	1,44	F8-F9
L3	3,96	G1-F7

-400 Pa'dan sapan bir basınçta test edilen cihazlarda, ölçülen kaçak oranı, aşağıdaki formül kullanılarak, referans basınçtaki bir değere dönüştürülecektir:

$$f_{400} = f_m \left( \frac{400}{test\ basıncı} \right)^{0,65} \quad (5)$$

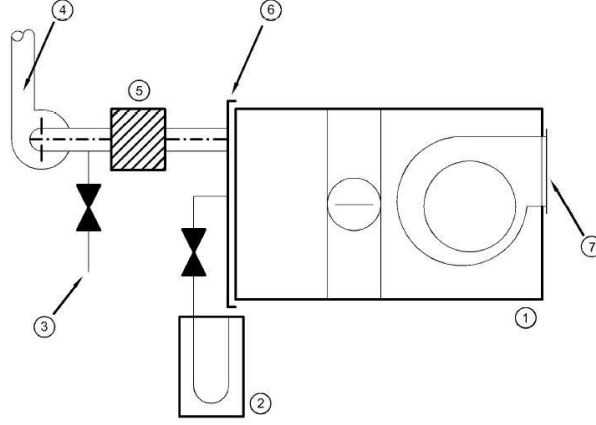
Çizelge 4.5. EN 1886 700 Pa Gövde Hava Kaçağı (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

Sızdırmazlık Sınıfı	Maksimum Kaçak Oranı ( $f_{700}$ ) $Lx s^{-1}x m^{-2}$
L1	0,22
L2	0,63
L3	1,90

700 Pa'dan sapan bir basınçta test edilen cihazlarda, ölçülen kaçak oranı, aşağıdaki formül kullanılarak, referans basınçtaki bir değere dönüştürülecektir:

$$f_{700} = f_m \left( \frac{700}{test\ basıncı} \right)^{0,65} \quad (6)$$

Şekil 4.8.'de gösterildiği gibi en azından test basıncında öngörülen sızıntı oranını karşılayabilen bir basınçlandırma fanı kullanılmalıdır.



Şekil 4.8. Gövde hava sızdırmazlığı test düzeneği (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

1. Test edilen cihaz
2. Test basınç ölçer
3. Değişken devirli fana alternatif olarak kanatlı valf
4. Değişken devirli fan
5. Debi ölçüm cihazı
6. Giriş plakası
7. Çıkış plakası

Teste sokulacak cihaz, standartta belirtilen yöntemlere uygun bir şekilde düzeneğe bağlanmalıdır. Cihazın giriş ve çıkışları kör plakalar ile kapatılmalı ve buralardan hava kaçağı olmadığı kontrol edilmelidir.

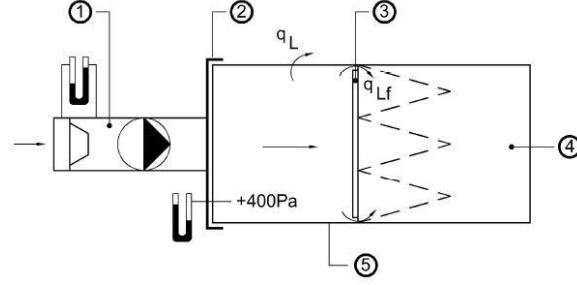
### **Filtre By-Pass kaçağı**

Filtre kasetlerinin çevresindeki hava kaçakları klima santrallerinin filtre verimliliğini azaltmaktadır. Ölçülen kaçak miktarlarına göre bir sınıflandırma belirtilmiştir. Prensipde cihazların en küçük kaçak sınıfına ve en iyi filtre sınıfına uygun olması istenir.

1. Filtre By-Pass kaçağı filtre hücrelerinde kaçan havanın miktarı ile ilgilidir. Bu filtrelenebilen havanın toplam hava miktarına oranı olarak da gösterilebilir.
2. Bu kaçak filtre hücrelerinde 400 Pa basınç farkı altında gerçekleştirilir. Çizelge 4.6.'da gösterilen değerler filtre By-Pass kaçağı sınıfına göre kabul edilebilir kaçak oranlarıdır (%k).

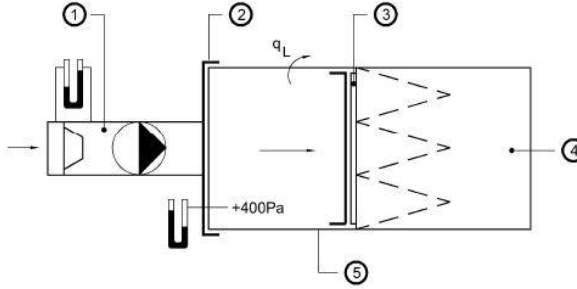
Çizelge 4.6. EN 1886 izin verilen maksimum filtre bypass kaçak oranı (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

Santral Filtre Sınıfı	G1-G5	F6	F7	F8	F9
By-Pass Kaçak faktörü (%k)	6	4	2	1	0,5



Şekil 4.9. Filtre bölümlerini +400 Pa'da test etmek için test düzeneği- birinci aşama (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

1. Sızdırmazlık test sistemi
2. Giriş plakası
3. Filtre hücresi kör plakalarla değiştirilir ya da tek tek folyo ile kaplanır.
4. Filtre bölümü
5. Gövde



Şekil 4.10. Filtre bölümlerini +400 Pa'da test etmek için test düzeneği- ikinci aşama (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

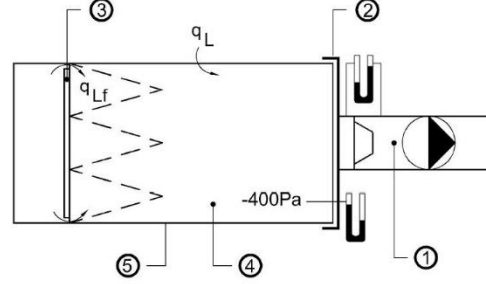
1. Sızdırmazlık test sistemi
2. Giriş plakası
3. Contalanmış filtre hücresi ve hücre kasası
4. Filtre bölümü
5. Gövde

$$q_{Lf} = q_{Lt} - q_L \quad (7)$$

$q_{Lf}$ = filtre hücresi, çerçeve ve gövde arasındaki bağlantılar boyunca sızıntıların toplamıdır;

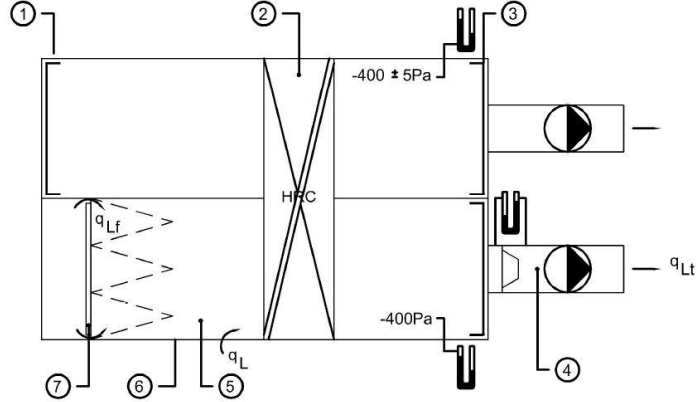
$q_L$ = toplam kaçak miktarı

$q_L$ = gövde içerisindeki kaçakların toplamı



Şekil 4.11. Filtre bölümlerini -400 Pa'da test etmek için test düzeneği- birinci aşama (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

1. Sızdırmazlık test sistemi
2. Giriş plakası
3. Filtre hücresi kör plakalarla değiştirilir ya da tek tek folyo ile kaplanır.
4. Filtre bölümü
5. Gövde



Şekil 4.12. Isı geri kazanım bölümüne sahip filtre bölümlerini test etmek için test düzeneği (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

1. Giriş plakası
2. Isı geri kazanım cihazı
3. Çıkış plakası
4. Sızdırmazlık test sistemi
5. Filtre bölümü

6. Gövde
7. Filtre hücresi kör plakalarla değiştirilir ya da tek tek folyo ile kaplanır.

### **Isıl geçirgenlik**

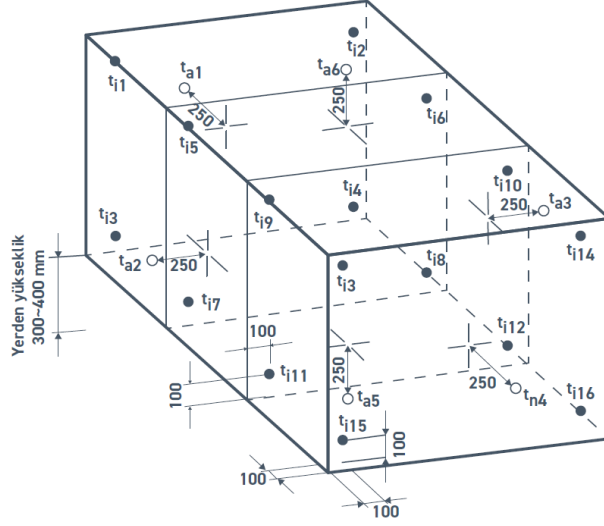
Havalandırma cihazlarında şartlandırılan hava için ısı transferi hesabı yapılırken, dış ortam ile cihaz gövdesi arasında ısı transferi olmadığı varsayılarak hesaplama yapılır. Dış ortama yerleştirilen cihazlarda cihazın gövde izolasyonu yeterli olmazsa, cihaz tarafından şartlandırılan havanın sıcaklığı dış ortam şartlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir bu da cihazların dışında ve içinde yoğuşma oluşma riskini meydana getirir. Cihaz içerisinde gerçekleşen yoğuşma cihazın içerisinde bulunan komponentlere zarar verir, ayrıca dışarıdan gelen toz ve kirlerle birleşerek cihaz içerisinde hijyenik olmayan bir alan oluşturur. Bu yüzden ısı geçişinin minimuma indirilebilmesi için klima santralleri çift cidarlı ve iki cidar arasında da termal ve akustik izolasyon sağlayan izolasyon malzemesinden yapılmaktadır.

Standart olarak üretilmiş bir klima santraline uygulanan test yöntemiyle cihaz gövde ısı geçirgenliği sınıflandırılabilir. Bu ısıl geçirgenlik katsayısına “U” denir ve (W/m<sup>2</sup>K) biriminde hesaplanır. Bu katsayı hesaplanırken iç ortam ile dış ortam arasındaki sıcaklık farkı 20 K olmalıdır. Cihaz içerisinde dış ortamdaki sıcaklık farkı 20 K fazla olması için cihaz içine elektrikli ısıtıcılar ve fanların koyulması gerekmektedir. Cihaz içerisinde bulunan havanın çevrimi 100-110 m<sup>3</sup>/h olacak şekilde ayarlanmalıdır. Cihazın dışarısındaki hava hızı ise 0,1 m/s'nin altında olmalıdır.

Bu standarda göre ısı iletim katsayısı değerleri ve sınıflandırması Çizelge 4.7.'deki gibidir.

Çizelge 4.7. EN 1886 ısıl geçirgenlik (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

Sınıf	Isıl Geçirgenlik W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> (U)
T1	$U \leq 0,5$
T2	$0,5 < U \leq 1,0$
T3	$1,0 < U \leq 1,4$
T4	$1,4 < U \leq 2,0$
T5	Aranmıyor



Şekil 4.13. Termal test düzeneği (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

$$U = \frac{P_{el}}{Ax\Delta t_{air}} \quad (8)$$

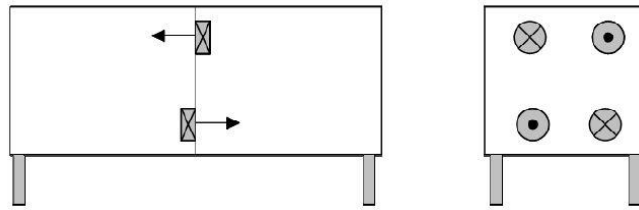
$P_{el}$ = Elektrikli ısıtıcı ve sirkülasyon fanları için elektrik gücü

$A$ = Dış yüzey alanı

$\Delta t_{air}$ = İç yüzey ve dış yüzey arasındaki sıcaklık farkı ( $t_i - t_a$ )

$t_i$ = Ortalama iç yüzey sıcaklığı

$t_a$ = Ortalama dış yüzey sıcaklığı



Şekil 4.14. Sirkülasyon fanlarının yerleşimi (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

### Isıl köprüleme faktörü

Cihaz gövdesinin ısı geçirgenlik katsayısı cihazda oluşan yoğuşma olasılığını etkiler. Bu katsayı her ne durumda olursa olsun cihaz yüzeyinde yoğuşma olmayacağını gösteriyorsa da cihaz yüzeyinde sıcaklık dağılımı genelde eşit bir şekilde olmadığından dolayı yalıtım açısından çok iyi olmayan alanlarda



cihaz yüzeyindeki sıcaklık, yoğuşma noktasının altına düşebilir ve bu da yoğuşmaya sebep olabilir. Yani bu durum bize gösteriyor ki cihaz yüzeyinde yoğuşma olup olmayacağını yalnızca ısıl geçirgenlik katsayısıyla tahmin etmek çok doğru olmayacaktır. Bu durumda ısıl köprüsü değeri ön plana çıkmaktadır. Bu değer ısıl geçirgenlik değerini hesaplarırken kullanılan test düzeneğinin aynısı ile belirlenir.

Isıl köprülüme değeri, ısıl geçirgenlik değerini ölçmede kullanılan düzeneğin aynısı ile belirlenmektedir.

$t_{max}$ : Cihaz içerisindeki ortam ile cihaz dışarısındaki ortam sıcaklığı arasındaki fark 20K olduğundaki maksimum yüzey sıcaklığı

$t_i$ : Cihaz içerisindeki ortam ile cihaz dışarısındaki ortam sıcaklığı arasındaki fark 20K olduğundaki ortalama iç ortam sıcaklığı

$t_a$ : Cihaz içerisindeki ortam ile cihaz dışarısındaki ortam sıcaklığı arasındaki fark 20K olduğundaki ortalama dış ortam sıcaklığı

Yukarıda belirtilmiş olan sıcaklık değerinin belirlenmesi ısıl köprüleme değeri Denklem- 9'da belirtildiği gibi hesaplanır. Cihazın üzerindeki en kötü noktadaki ölçülen değer cihaz için baz alınan ve ısıl köprüleme sınıfının belirlendiği değerdir.

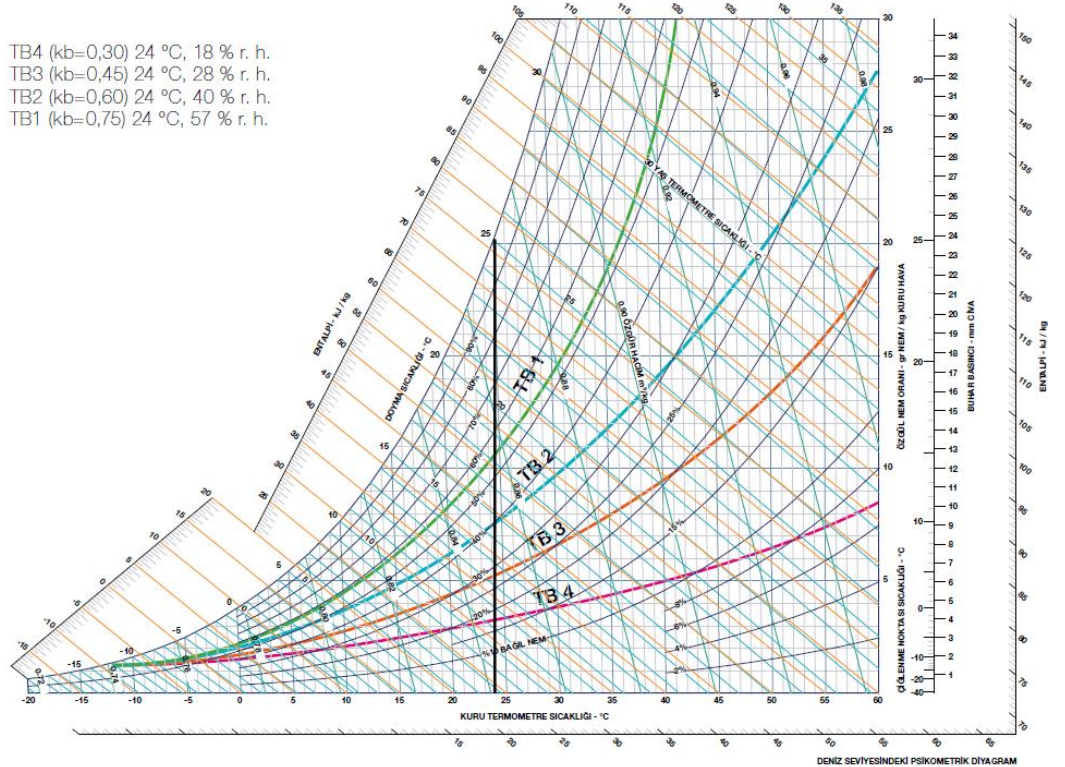
$$k_b = \frac{t_i - t_{max}}{t_i - t_a} \quad (9)$$

Isıl köprüleme değeri yani  $k_b$  değeri arttıkça TB sınıfının en üst değere yaklaştığı Çizelge 4.8.'de gösterilmektedir. En yüksek değer olan 1'e yaklaşan değerler cihaz yüzeyindeki yoğuşma olasılığının en az olduğu cihazlardır. Tam tersi durumda ise bu risk artmaktadır. Uygulamalarda cihaz kasasının üzerinde yoğuşma problemine çok sık rastlanılmaktadır, o yüzden cihaz seçimleri yapılırken mekanik ve termal performans değerlerinin yanında kasa performans değerlerine de mutlaka dikkat edilmelidir. İdeal bir karkas yapısının iç ve dış yüzey sıcaklıkları her noktada birbirine çok yakın olmalıdır.

Çizelge 4.8. EN 1886 ısı köprüleme faktörü ( $k_b$ ) (TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı.)

Sınıf	Isıl Köprüleme Faktörü ( $k_b$ )
TB1	$0,75 < k_b < 1,0$
TB2	$0,6 \leq k_b < 0,75$
TB3	$0,45 \leq k_b < 0,6$
TB4	$0,3 \leq k_b < 0,45$
TB5	Aranmıyor

Şekil 4.15'te psikrometrik diyagramda cihazların yerleştirildiği bölgelere göre yoğuşmanın başladığı ısı köprüleme faktörleri gösterilmiştir. Dış ortam sıcaklığının  $-12^\circ\text{C}$ , iç ortam sıcaklığının  $24^\circ\text{C}$  olduğu düşünülmüş ve her ısı köprüleme sınıfı için yoğuşmanın başladığı noktalar belirtilmiştir. Bu duruma göre en kötü sınıf olan TB4 sınıfına sahip bir cihaz için yoğuşma etkileşiminin başladığı bağıl nem %18 iken, en iyi sınıf olan TB1 için %57'dir.



Şekil 4.15. Isıl köprüleme faktörlerine göre yoğuşmanın başladığı noktalar

Cihaz içerisinde ısıtmak için kullanılan elektrikli ısıtıcılar ve fanlar sabit bir güç kaynağından beslenmelidir. İç ve dış ortam arasındaki istenilen sıcaklık farkına ulaşılan dek voltaj sabit bir şekilde tutulmalıdır. İç ve dış ortam sıcaklıkları sabitlendikten sonra 30 dakika boyunca 1 K'ı geçmeyecek derecede standart sapma olması durumunda teste başlanmalıdır. Test ölçümlerine başlandığında ise ölçülen en düşük ve en yüksek sıcaklık farkı 2 K'ı geçmemelidir. 3 eşit bölüme bölünen cihaz içerisindeki bölümlerin ortalama sıcaklıkları arasında da maksimum 0,5 K sıcaklık farkı olmalıdır. Güç ölçüm cihazı için doğruluk, ölçülen değer  $\pm 1\%$  olmalıdır. Termal geçirgenlik katsayısını belirlemek için iç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark en az 20 K olduğunda ısıtıcılardan ve fanlardan gelen güç girişi kullanılacaktır. Termal köprüleme faktörü ise her bölümden ölçülen yüzey sıcaklıklarına göre belirlenir. Ölçülen yüzey sıcaklıklarından maksimum olan termal köprüleme faktörünü belirler. Üç bölümden en çıkan en düşük değer cihazın termal köprüleme sınıfını gösterir. Yüzey sıcaklığı ölçüm cihazının çapı 7 mm ile 9 mm arasında ve maksimum sıcaklık belirsizliği  $\pm 0,2$  K olmalıdır. Kızılötesi görüntüleme teknolojisi maksimum dış sıcaklıkların cihaz gövdesi üzerindeki yerini belirlemede yardımcı olabilir.

#### **Gövdenin akustik yalıtımı**

Cihaz gövdesi cihazı ısıtılacaklardan koruduğu gibi cihaz içerisinde oluşan gürültüyü de absorbe ederek akustik bir izolasyon sağlamaktadır. Bu standarda göre cihaz gövdesinin ses sönümlenme performansı ISO11546-2'ye göre hesaplanmaktadır ve cihazın oluşturduğu akustik izolasyon "geçiş kaybı" olarak adlandırılmaktadır. Bu geçiş kaybı 125 Hz- 8000 Hz. arasındaki frekanslar için raporlanmaktadır. Bu çalışmada cihaz gövdesinin akustik testi üzerine bir çalışma gerçekleştirilmemiştir.

#### **4.1.3. TS EN 13053 – Binaların Havalandırması-Hava Taşıma Birimleri- Birimler, Bileşenler Ve Bölümlerin Performans Ve Oranları**

Binaların Havalandırması- Hava Taşıma Birimleri, Birimler, Bileşenler ve Bölümlerin Performans ve Oranları standardı, klima santrallerinin performansının hesaplanması, derecelendirilmesi, cihazın içerisinde bulunan belirli komponentlerin test gereksinimlerini ve sınıflandırmalarını kapsar.

Bu standardın kapsadığı komponentler ve testler aşağıdaki gibidir,

1. Cihaz Kasası
2. Fan Hücresi
3. Bataryalar
4. Isı geri kazanım eşanjörü
5. Damper
6. Karışım Hücresi
7. Nemlendirici
8. Filtre Hücresi
9. Susturucu Hücresi
10. Ulaşılabilirlik
11. Yüzey Pürüzsüzlüğü
12. Gözetleme Camı ve Aydınlatma Lambaları
13. Drenaj ve Yoğuşmaya Karşı Önlemler

Çizelge 4.9. Isı geri kazanım eşanjörlerinin sınıflandırılması (TS EN 13053 – Binaların Havalandırması-Hava Taşıma Birimleri-Birimler, Bileşenler Ve Bölümlerin Performans Ve Oranları)

Sınıfı	Sıcaklık Verimi (%)	Enerji Verimi (%)
H1	75	71
H2	67	64
H3	57	55
H4	47	45
H5	37	36

#### 4.1.4. 1253/2014 sayılı EcoDesign AB Direktifi

Fosil yakıtlarının dünya genelinde kullanımının minimuma indirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynakları olan ilginin artması sonucunda; Enerji politikaları Avrupa Birliği'nde yeniden düzenlendi. Bunun sonucunda CO<sub>2</sub> emisyonlarının azaltılması için Kyoto Protokolü imzalandı. Bu Protokolde emisyonların 2020 yılına kadar minimum %20 azaltılması kararlaştırıldı.

EuP (Enerji Kullanan Ürünler) direktifi Kyoto Protokolünde kabul edilen hedefler doğrultusunda 2005 yılında Avrupa Konseyi tarafından kabul edildi. Bu bir direktif olarak yayınlandı ve bu direktifin adı da 2009 yılında ErP Direktifi

(Çevreye Duyarlı Tasarım Direktifi) adı altında değiştirildi. Bu direktife genel olarak “EcoDesign” direktifi de denmektedir (Andıç ve Arat, 2017).

2005 senesinde belirlenen bu hedefler doğrultusunda EuP (Enerji Kullanan Ürünler) direktifi Avrupa Konseyi tarafından kabul edildi. 2009 senesinde ise bu direktifin adı ErP Direktifi (Çevreye Duyarlı Tasarım Direktifi) olarak değiştirildi. İşte bu direktif, genel olarak “EcoDesign” direktifi olarak da anılmaktadır.

Spesifik olarak bu durum 2009/125/AT sayılı direktif ile alakalıdır. Çamaşır makinelerine, buzdolaplarına enerji verimliliği etiketlerinin yerleştirilmesi gibi durumlar, geleneksel akkor ampullerinin aşamalı olarak azaltılması gibi durumlar, bu direktifin günlük hayatta karşımıza çıkardığı etkilerdir (Andıç ve Arat, 2017).

Enerji tüketen cihazlardaki enerji kullanım sınırlarının belirlendiği ve üretici firmaların yasal olarak uyması gereken konular bütününe EcoDesign direktiflerin denmektedir. Bu direktifler her ürün grubunu farklı bir şekilde ele almıştır. Klima santralleri ve havalandırma cihazlarını LOT6 kapsamındadır. Bu LOT 2013 senesinde 1254/2014 direktif numarası ile Avrupa Parlamentosunda kabul edilerek yürürlüğe girmiştir. Piyasada bulunan düşük enerji sınıfındaki ürünlerin, yüksek enerji sınıfındakiler ile yer değiştirmesi amacı ile düzenlenen EcoDesign direktifleri belirtilen tarihlerden itibaren CE sertifikasını ön şart olarak tutmuştur ve bu şarta uygun olmayan cihazların Avrupa Birliği ülkelerine girişinin kısıtlanması Avrupa Konseyi tarafından kabul edilmiştir (Andıç ve Arat, 2017).

2016 yılının ilk gününden itibaren yürürlüğe giren EcoDesign direktifi kapsamında, havalandırma cihazları için fan, ısı geri kazanım eşanjörü ve filtre verimlilik sınıfı gibi değerler için limit değerleri belirlenmiştir.

### **Fanlar için 327/2011 sayılı AB Regülasyonu**

Bu direktif ile birlikte enerji tüketen cihazların enerji tasarrufu potansiyeli detaylı bir şekilde incelenmektedir ve verimliliklerine ilişkin asgari limitler belirlenmektedir. 2010 yılının haziran ayında da fanlar için asgari limit değerleri belirlenmiştir.

EcoDesign direktifi, fanları kanatlar, motor, fan emiş ağzı ve eğer kullanılıyorsa bunlarında yanında kumanda devresinden oluşan kompakt bir cihaz olarak tanımlamaktadır. Bu direktifteki amaç Avrupa pazarında üretilen fanlar için

asgari bir verimlilik sınıfı getirilmesidir. Bu şartlar ilk olarak 01.01.2013 yılında yürürlüğe girmiştir (Andıç ve Arat, 2017).

Bu regülasyonun ikinci aşaması 01.01.2015 tarihinde yürürlüğe girmiştir. 2013 senesindeki şartlara nazaran asgari verimlilik şartları arttırılmıştır ve bu şartlara uymayan ürünlerin Avrupa pazarına giremeyeceği net bir şekilde belirtilmiştir.

01.01.2016 ErP direktifinin diğer bir aşaması yürürlüğe sokulmuştur. Bu aşamada, bir binada veya binanın bir kısmındaki kullanılan havayı dış ortam havası ile değiştirmek için tasarlanan havalandırma cihazları düzenlenir. Modüler ve konut tipi klima santrallerinde kullanılan fanlar da bu direktif kapsamındadır. Bu cihazlar asgari şartları mutlaka yerine getirmek zorundadır.

2016 yılında bu direktifin yürürlüğe girmesinden sonra, bu direktifin gerekliliklerini yerine getiremeyen cihazların Avrupa Birliği sınırları içerisinde satışına izin verilmemektedir. Mevzuata göre motorlu kanatlar bir kere fabrikadan çıktıktan sonra pazara piyasaya sunulmuş sayılmaktadır. Dolayısıyla regülasyon tarihinden önce müşteri tarafında stoklanan havalandırma cihazlarının kurulumunun yapılmasına ve devreye alınmasına izin verilmektedir (Andıç ve Arat, 2017).

30 W üzerinde güç çeken her tipteki fan bu direktife bağlıdır. Bu nedenle, üreticilerin fan modellerini üretimden kaldırması ya da bu direktife uygun hale getirmesi gerekmektedir. Elektronik kontrollü yani EC fan olarak da bilinen fanlar halihazırda bu gerekliliklerin tümünü karşılamaktadırlar (Andıç ve Arat, 2017).

Belirlenmiş bazı fanlar bu direktiften etkilenmemektedir.

1. Ex-Proof fanlar
2. Zararlı, korozif gazların tahliyesi için kullanılan fanlar
3. Sürekli 100°C'nin üzerinde havanın taşındığı fanlar
4. 65°C'nin üzerindeki ortam sıcaklıkları için olan fanlar

Direktif yürürlüğe girdikten sonra yasal bir zorunluluk olmamasına rağmen üreticiler halihazırda bulunan motorlarının dizaynlarını geliştirmek için araştırma ve geliştirme çalışmalarına başlamışlardır.

### **Motor Direktifi**

2011 yılında 640/2011/AT sayılı ErP uygulama regülasyonu yürürlüğe girmişti. Bu regülasyonda IEC standart motorlarında izin verilen asgari verimlilikler belirtilmiştir. Bu regülasyon sadece elektrik motorlarını kapsamaktadır. 01.01.2015 yılından itibaren piyasada 5,50 kW ve daha küçük kapasitedeki motorların IE2 verimlilik sınıfında, 7,50 kW elektrik gücü ve üzerindeki motorların IE3 verimlilik sınıfında olmasına karar verilmiştir. Ancak frekans invertörleri ile 7,50 kW üzerindeki motorların da IE2 olmasına izin verilmektedir (Andıç ve Arat, 2017).

Standart IEC motorlar için aşağıdaki şartlar geçerlidir:

1. 16 Haziran 2011'den itibaren: 0,75 kW ve daha üstü güçte motorlar için IE2 sınıfı
2. 01 Ocak 2015'ten itibaren: 7,5 ila 375 kW arasındaki motor güçleri için IE3 veya IE2+FI
3. 01 Ocak 2017'den itibaren: 0,75 ila 375 kW arasındaki motorlar için IE3 veya IE2+FI

### **Özgül Fan Gücü (SFP- Specific Fan Power)**

Özgün fan gücü fanların enerji verimliliğinin tanımlanmasında çok önemlidir. Özgül fan gücünün hesabı o andaki çalışma şartlarına göre yapıldığı için standart fan verimi tanımından daha farklıdır. Özgül fan gücünün belirlenebilmesi için belli bir çalışma noktası tanımlanmalıdır, aksi takdirde özgül fan gücü belirtilemez. SFP yani özgül fan gücü debi ve çekilen elektrik güçlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Andıç ve Arat, 2017).

Çizelge 4.10. SFP sınıflandırması

Sınıf	$P_{SFP}$ [W/m <sup>3</sup> /s]
SFP 1	<500
SFP 2	500- 750
SFP 3	750- 1250
SFP 4	1250- 2000
SFP 5	2000- 3000

SFP 6	3000- 4500
SFP 7	>4500

$$SFP = \frac{P_{sf}+P_{ef}}{q_{max}} \quad (10)$$

### **SFP<sub>iç</sub> değeri tanım ve hesaplama yöntemi**

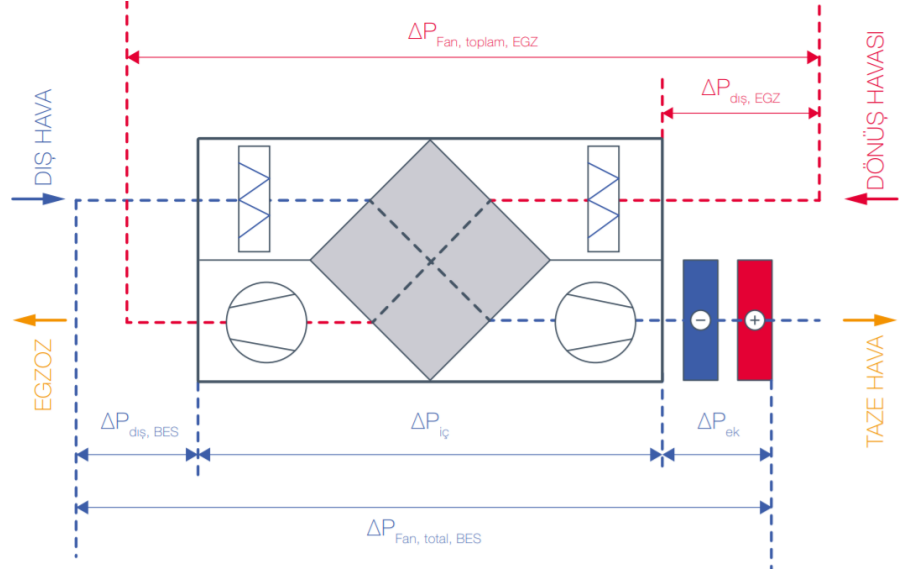
SFP değeri EN 13779 standardına göre cihazın sağladığı havanın debisinin fanların çektiği güce oranı olarak hesaplanmıştır.

SFP<sub>iç</sub> değeri ise SFP değerinin EcoDesign direktiflerinde yeniden tanımlanmış halidir. Bu değer cihazın tasarımı yapılırken kullanılan komponentlerin performansları ile alakalıdır. Mekanik kanal sisteminde gerçekleşen verimsizlikler bu hesapta kullanılmaz ve bu sayede cihazlar arasında yapılan karşılaştırma doğru bir şekilde yapılmış olur. Isı geri kazanımlı havalandırma cihazlarında iç kayıp olarak aşağıdaki komponentler belirtilmiştir.

1. Isı geri kazanım eşanjörü
2. Filtre
3. Gövde

Bu komponentlerin oluşturduğu basınç kayıpları cihaz içerisindeki basınç kayıplarını oluşturmaktadır. Fanın çalışma noktasındaki verimliliği ve bu komponentlerden elde edilen değerler SFP<sub>iç</sub> değerini belirler. Kriterlerde belirtilen hesaplara göre belirlenen SFP<sub>limit</sub> değeri bulunarak SFP<sub>iç</sub> değeri ile karşılaştırılır. Bu karşılaştırma cihazın o noktadaki EcoDesign uyumluluğu için gereklidir. Cihazın EcoDesign uyumlu olabilmesi için SFP<sub>iç</sub> değerinin SFP<sub>limit</sub> değerinden küçük olması gerekmektedir.





Şekil 4.16.  $SFP_{iç}$  değerini hesaplamada kullanılan basınç kayıpları

#### 4.1.4.1. EcoDesign Uygulama Kriterleri

Bu direktif için uygulama kriterleri belirlenmiştir. EcoDesign 2016 ve 2018 olarak iki ayrı uyumluluk direktifleri yayınlanmış ve üreticilerin bu direktifler doğrultusunda hareket etmesi istenmiştir. 2018 direktifleri 2016 direktiflerine oranla daha katı olmasının yanı sıra 2016 direktiflerini yerine getiren üreticilerin 2018 kriterlerine uyum sağlaması daha kolay olacaktır. Bunun yanı sıra uygulama kriterlerinden cihazlar hava debisine göre ve kullanıldığı alana göre de ayrılmıştır. Yine cihazlar ısı geri kazanımlı (çift yönlü) ve ısı geri kazanımsız (tek yönlü) havalandırma cihazları olarak sınıflandırılmış ve hesaplama kriterleri ona göre belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. EcoDesign uygulama kriterleri, Erişim Tarihi: 21.06.2018

EcoDesign direktifi hangi uygulamalar için geçerlidir?	Bu regülasyon, iç ortamda bulunan insanların hareketliliğinden kaynaklanan ya da binanın emisyonu yüzünden kirlenen havanın bir bölümünün ya da tümünün, dışarıdan gelen taze hava ile yer değiştirdiği havalandırma cihazları için oluşturulmuştur.
Cihaz sınıflandırması	Evsel havalandırma cihazları (RVU) $Q_{max} \leq 250 \text{ m}^3/\text{h}$ Evsel olmayan havalandırma cihazları (NRVU) $Q_{max} > 250 \text{ m}^3/\text{h}$ Evsel havalandırma cihazları (RVU)* $1000 \text{ m}^3/\text{h} > Q_{max} > 250 \text{ m}^3/\text{h}$
Uygulama Takvimi	Aşama 1: 1 Ocak 2016 Aşama 2: 1 Ocak 2018

Cihaz istisnaları	Tarımsal havalandırma uygulamaları Taşımacılık uygulamaları Endüstriyel mutfaklardaki egzoz davlumbazları 30 W ya da daha düşük güç tüketimi olan ce tek yöne hava akışı bulunan taze hava ya da egzoz cihazları Her bir fanı için 30 W ya da daha düşük güç tüketimi olan çift yönlü akışlı cihazlar EU 327/2011'e göre bir gövde içerisine alınan aksiyal ya da radyal fanlar Patlayıcı ortamda çalışan fanlar Acil durum fanları Çok yüksek ya da çok düşük sıcaklıkta çalışan fanlar
-------------------	--

\* Üreticinin evsel kullanım için olduğunu belirttiği durumlarda.

### **Konut Dışı Havalandırma Ve Konut Tipi Havalandırma Cihazları İçin 1253/2014 Sayılı EcoDesign AB Direktifi**

Konut dışı havalandırma için klima santralleri;

(NRVU\*) > 250 [m<sup>3</sup>/saat]

Çift yönlü havalandırma cihazları (BVU) için: Binalarda kullanılan havalandırma cihazları ısı geri kazanımlı olmak zorundadır. Bu zorunluluğun yanı sıra fanların çektiği elektrik güçleri sınırlandırılmış olup üfleme ve emiş hatlarında da filtre bulunması zorunludur.

Tek yönlü havalandırma cihazları (UVU) için: Hibrid havalandırma sisteminin bir parçası olan klima santralleri minimum statik fan verimliliğini, üfleme havasında F7 filtre sınıfını ve 'üfleme filtresi' ile ilgili olan fanın maksimum güç gereksinimini karşılamak zorundadır.

Regülasyon bazı durumlarda uygulanmaz, bu durumlar aşağıdaki gibidir,

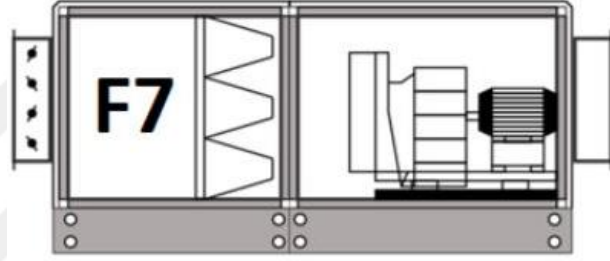
1. Elektrik gücü 30 W'tan az olduğunda (hava akımı başına)
2. Sadece gövdeden oluşan aksiyal veya santrifüj fanlar için
3. Ex-Proof fanlar
4. Günlük havalandırma için kullanılmadığı müddetçe, tek kademeli duman tahliye fanları
5. Sürekli 100°C'nin üzerinde havanın taşındığı fanlar
6. 65°C'nin üzerindeki ortam sıcaklıkları için olan fanlar
7. -40°C'nin altındaki hava veya motor çevresindeki sıcaklık olması durumu

8. 1000V AC veya 1500V DC'nin üzerindeki besleme gerilimi
9. Zararlı, korozif gazların tahliyesi için kullanılan fanlar
10. Dahili ısı pompası bulunan klima santralleri
11. Mutfak davlumbazı uygulamaları

### **Konut Tipi Havalandırma Cihazları İçin 1253/2014 ve 1254/2014 Sayılı AB Direktifi**

#### **a.) Tek yönlü havalandırma üniteleri (UVU)**

1. Tek yönlü bir hava akışı mevcuttur (yalnızca taze hava veya egzoz).
2. Taze hava tarafında F sınıfı ya da üzerindeki bir sınıfta filtre bulunmalıdır.
3. Cihaz içerisinde birden çok fan kullanılabilir.



Şekil 4.17. Tek yönlü havalandırma ünitesi (Andıç ve Arat, 2017)

Asgari fan verimi ve  $SFP_{limit}$  değeri Çizelge 4.12.'te belirtilmiştir

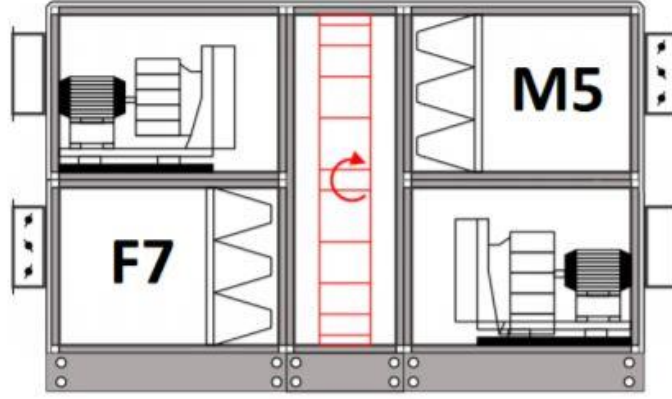
Çizelge 4.12. Tek yönlü havalandırma ünitelerinin ErP uygulamaları, Erişim Tarihi: 21.06.2018

		ErP 2016	ErP 2018
Minimum Fan Verimi $\eta_{fan} (\%)$	$P \leq 30 \text{ kW}$	$6,2 \times \ln(P^*) + 35$	$6,2 \times \ln(P^*) + 42$
	$P > 30 \text{ kW}$	56,1	63,1
Model cihaz için izin verilen maksimum $SFP_{iç}$ ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ ) değeri		250	230
Değişken devirli sürücü zorunluluğu		Evet	Evet
Filtreler için basınç düşümü izleme zorunluluğu		Hayır	Evet

\*Nominal elektriksel güç beslemesi, fan motorları ve motorların sürücüleri dahil, nominal dış basınç ve hava debisi noktasındaki efektif güç.

### **b.) Çift yönlü havalandırma üniteleri (BVU)**

1. Çift yönlü bir hava akışı mevcuttur. (Taze hava ve egzoz birlikte)
2. Egzoz havası tarafında M sınıfı filtre, Taze hava tarafında ise F sınıfı filtre bulunmalıdır. Bu filtre sınıfları asgari gereksinimler olup daha iyi bir filtre sınıfı kullanılabilir.
3. Cihazda mutlaka bir ısı geri kazanım eşanjörü bulunmalıdır ve bu ısı geri kazanım eşanjörünün verimi EN 308 standartlarına göre hesaplanmalıdır.



Şekil 4.18. Çift yönlü havalandırma ünitesi (Andıç ve Arat, 2017)

Asgari fan verimi ve  $SFP_{\text{limit}}$  değeri Çizelge 4.13.'te belirtilmiştir

Çizelge 4.13. Çift yönlü havalandırma ünitelerinin ErP uygulamaları, Erişim Tarihi: 21.06.2018

		ErP 2016	ErP 2018
Isıl By-Pass özellikli ısı geri kazanım sistem zorunluluğu		Evet	Evet
Isıl verim (EN308) $^1\eta_t$ (%)	Plakalı/ Rotorlu IGK	67	73
Model cihaz için izin verilen maksimum $SFP_{\text{ic}}$ ( $W.m^{-3}.s^{-1}$ ) değeri	Plakalı/ Rotorlu IGK		
	$q^{*2} < 2 m^3/s$	1200+ E- 300x q/ 2- $F_a$	1100+ E- 300x q/ 2- $F_a$
	$q^{*2} \geq 2 m^3/s$	900+ E- $F_a$	800+ E- $F_a$
IGK verimlilik eklentisi, E	Plakalı/ Rotorlu IGK	$(\eta_t-67) \times 30$	$(\eta_t-73) \times 30$
Filtre düzeltme katsayısı, F	Model cihaz	0	0
	M filtre yoksa	160	150
	F filtre yoksa	200	190
	M+ F filtre yoksa	360	340

Değişken devirli sürücü zorunluluğu	Evet	Evet
Filtreler için basınç düşümü izleme zorunluluğu	Hayır	Evet

\*<sup>1</sup>EN 308 koşulları, yoğuşmanın gerçekleşmediği iç ve dış hava koşulları olup: Dış Hava Koşulları: 5°C, Oda Koşulları: 25°C, %28 RH

\*<sup>2</sup>Cihazın çalışma noktasındaki hava debisi (m<sup>3</sup>/s)

#### 4.1.4.2. EcoDesign Direktifinin Türkiye'ye Etkisi

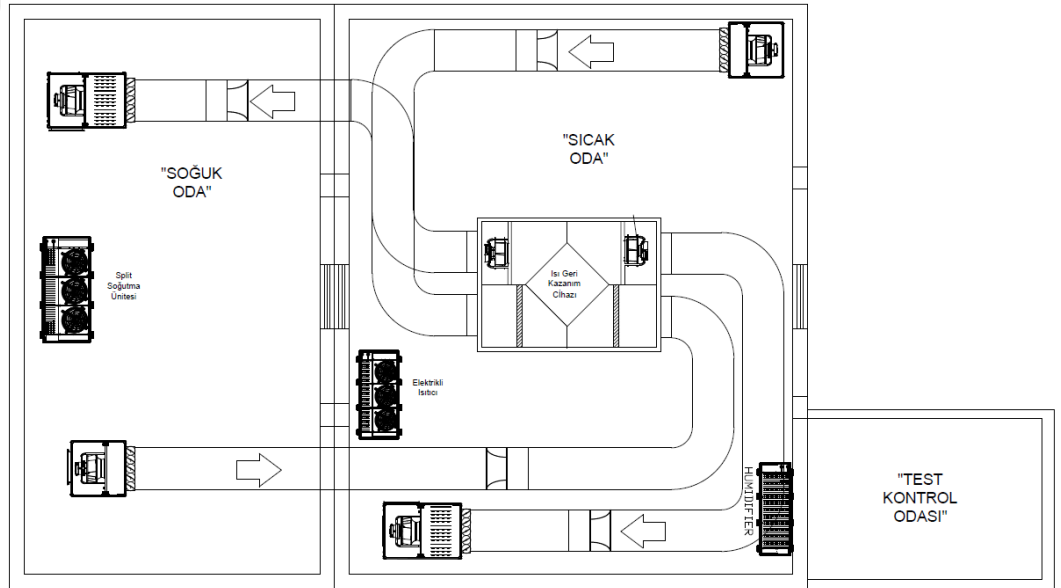
Türkiye Avrupa Birliği üyesi olmadığı için direktiften direkt olarak etkilenmemektedir. Bu da iç pazarda satışı gerçekleştirilecek olan cihazlarda EcoDesign uyumluluğu şartının aranmaması demektir.

Ancak yurt dışı pazarına satışı gerçekleştirilecek olan cihazlarda mutlaka EcoDesign uyumluluğu bulunması gerekmektedir. Ayrıca cihazlarda CE etiketi basımı konusu da kafa karıştırmaktadır. 2016 yılından itibaren CE etiketini basabilmek için EcoDesign Direktifi 2009/125/EC – EU 1253/2014 uyumluluğu aranmaktadır. Bu şartlar altında EcoDesign uyumlu olmayan cihazlara CE etiketinin basılması mümkün değildir. Bu şart Türkiye için de geçerlidir.

## 5. ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZI TEST ODASI VE EKİPMANLARI

### 5.1. Test Odası

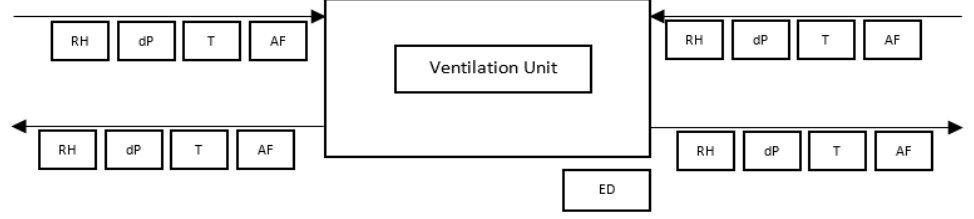
Avrupa konseyi tarafından, piyasadaki düşük enerji verimli ürünlerin, yüksek verimli olanları ile yer değiştirmesi amaçlanarak hazırlanan EcoDesign direktiflerine uygun ısı geri kazanım cihazlarının ısı ve elektrik enerjisi kullanım performanslarını hassas olarak değerlendirebileceği bir test laboratuvarının geliştirilmesi çok önemlidir. Yaklaşık 5000 m<sup>3</sup>/h hava debisine kadar olan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının testleri ve EcoDesign direktiflerine uygunluk değerlendirmeleri test laboratuvarlarında yapılabilmelidir. Test laboratuvarı soğuk ve ılık iki ayrı oda olarak dizayn edilmeli, hava hızı, sıcaklık, basınç, nem problemleri temin edilmeli, kalibrasyonları yapılmalı, sistem bağlantı kanalları imal edilmeli ve montajı gerçekleştirilmelidir. Ölçüm problemleri tarafından alınan veriler bilgisayar ortamında kayıt edilebilmelidir. Daha da önemlisi elde edilen veri tabanı kullanılarak veri işleme sistemi geliştirilmelidir. Laboratuvar sistemi bu şekilde kurulduğu takdirde uluslararası standartlara uygun ölçümler gerçekleştirilebilecektir.



Şekil 5.1. Test Odası Şematik Görünümü

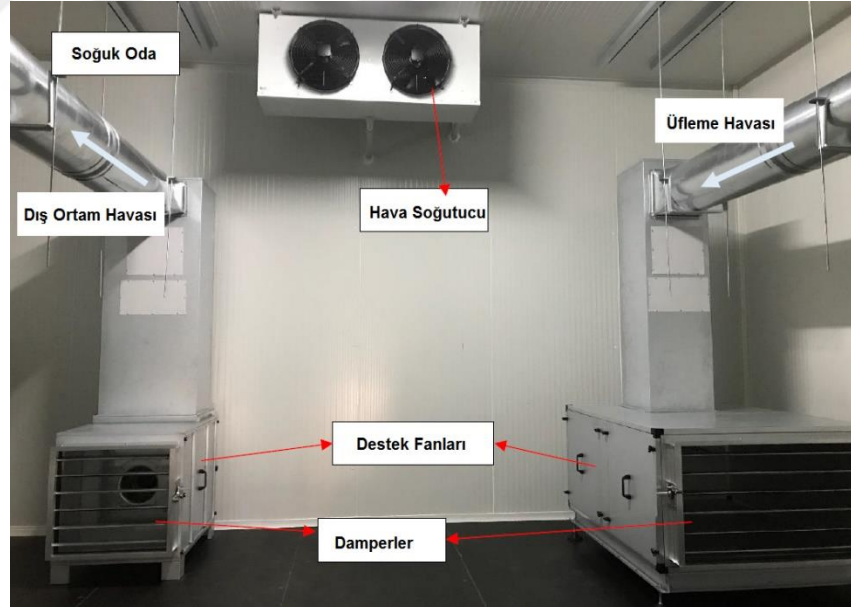
Bu çalışmada ısı geri kazanım cihazlarının direktiflere uygun olarak test edilebileceği bir test laboratuvarı ve test örneği verilerek bu alanda çalışanlara yardımcı olması düşünülmüştür. Ülkemizde bu tarz çalışmalar genel olarak teorik

bazda kalmaktadırlar, dolayısıyla bu tez kapsamında tanıtılan laboratuvar sistemleri ile çeşitli havalandırma ürünlerinin laboratuvar ortamında EN308 ve EN1886 standartlarına uygun bir şekilde ölçerek dizaynların doğruluğu ve EcoDesign direktifine uygunluğu ölçülmüş olacaktır.



Şekil 5.2. EN308 standardı ölçüm sistemi

Isı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının testlerinin gerçekleştirilebilmesi ve verimlerinin ölçülebilmesi için dış ortam ve iç ortam simülasyonlarının yaratılması gerekmektedir. Şekil 5.3.'te gösterilen soğuk oda dış ortam simülasyonu, Şekil 5.4.'te gösterilen ise iç ortam simülasyonunu gerçekleştirebilmek için oluşturulmuş odalardır.



Şekil 5.3. Soğuk oda



Şekil 5.4. İç ortam odası

Test gerçekleşirken, basınç kaybı ve sıcaklık değerlerini ölçtüğümüz ve bunu kaydettiğimiz bir veri kayıt cihazı bulunmaktadır. Toplamda 40 adet ölçüm alabilen bu veri kaydetme cihazı ile test sonuçlarını doğru bir şekilde ölçülmesi önemlidir.



Şekil 5.5. Veri kaydedici

Kullanılan test odasında dış ortam ve iç ortam hava şartlarını, fan çalışma hızlarını kontrol eden ayrıca test odası için gerekli tüm elektriksiz ekipmana sahip bir kontrol birimi bulunmaktadır ve ana kontrol ünitesi işlevi görmektedir.



Şekil 5.6. Kontrol panosu



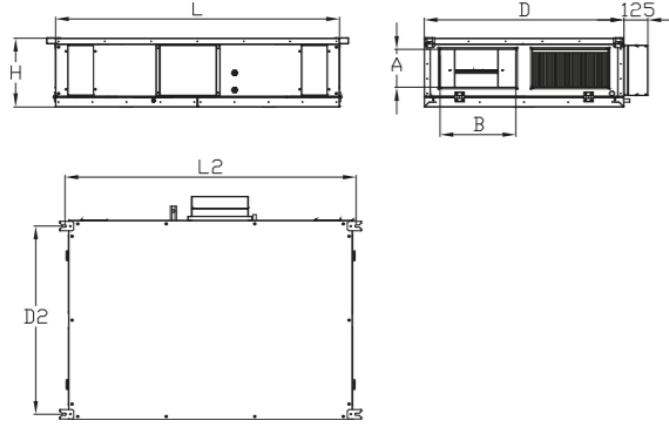
## 5.2. Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Cihazı Testi

Cihaz, bir nem sensörü, dört basınç pipeti ve aynı hat üzerinde dört farklı pozisyonda ölçebilen bir ısı çift grubu olan dikdörtgen kanallı laboratuvarında test edilmiştir. Cihazla ilgili ve gerçekleştirilen testlerle ilgili bilgiler Çizelge 5.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Test bilgileri

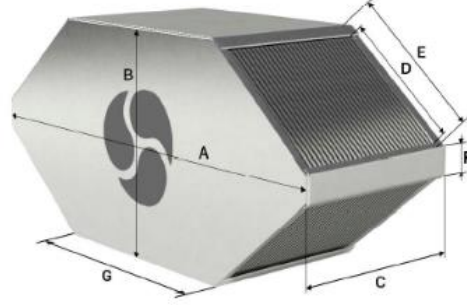
<b>Test Yeri</b>	<b>ANEMO Test Odası</b>	
<b>Test Standardı</b>	EN308, EN13779, EN13053, EN1886	
<b>Gerçekleştirilen Testler</b>	Debi- Basınç Testi	
	Termal Test	
	Dış Kaçak Testi	
	İç Kaçak Testi	
	Mekanik Dayanım Testi	
<b>Cihaz Bilgileri</b>		
<b>Cihaz Modeli</b>	Karşıt Akışlı IGK Cihazı	
<b>Besleme Voltajı</b>	1~230V/ 50Hz	
<b>Nominal Çalışma Noktası</b>	1400 m <sup>3</sup> /h	
<b>Nominal Cihaz Dışı Basınç</b>	200 Pa	
<b>By-Pass Damper</b>	Var/ Hansen Actuator	
<b>Kontrol Panosu</b>	Var/ Regin	
<b>Filtre Tipi (Besleme/ Egzoz)</b>	F7/ M5	
<b>Fan Tipi</b>	EC FAN/ Ziehl Abegg- 114846	
<b>Isı Değiştirici Tipi</b>	Karşıt Akışlı/ ERI- PCF 35- 1050	
<b>Ön Isıtıcı</b>	Var/ 4,5 kW	
<b>Son Isıtıcı (Opsiyonel)</b>	Elektrikli/ 4,5 kW	
	Sulu/ 13,7 kW (60/40°C)	
<b>İzolasyon</b>	Kaya yünü (25 kg/m <sup>3</sup> )	
<b>Sac Kalınlığı</b>	İç Sac/ 0,8 mm Aluzinc	
	Dış Sac/ 0,8 mm Boyalı Galvaniz	
<b>Panel Kalınlığı</b>	Alt Panel/ 50mm	
	Üst ve Yan Paneller/ 30mm	
<b>Cihaz Boyutları</b>	Uzunluk (L)	1677mm
	Genişlik (D)	1350mm
	Yükseklik (H)	400mm
	Kanal Bağlantı Ölçüsü (AxB)	250x500mm

Testi gerçekleştirilecek olan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının boyut ölçülendirmesi Şekil 5.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Cihaz boyutları

Testi gerçekleştirilecek olan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazında karşıt akışlı altıgen alüminyum plakalı ısı geri kazanım eşanjörü kullanılmıştır. Eşanjörün boyutları şekil 5.8.'de gösterilmiştir.



A	B	C	D	E	F	G	H
537 mm	312 mm	1050 mm	189 mm	205 mm	22 mm	248 mm	---
NUMBER OF MODULES		1	EXCHANGER WIDTH			1050	mm
TOLERANCE: -1 mm / +2 mm		PLATES DISTANCE			2.1	mm	

Şekil 5.8. Karşıt Akışlı IGK Cihazı karşıt akışlı ısı geri kazanım eşanjörü

Testi gerçekleştirilecek olan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazında Elektrik kontrollü (EC) yüksek verimli fanlar kullanılmıştır. Şekil 5.9.'da fan modeli ve elektriksel özellikleri gösterilmiştir.



Şekil 5.9. Karşıt Akışlı IGK Cihazı EC fan

### 5.2.1. EN 308 Performans Testleri

EN308 standartlarına göre ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının performans testleri gerçekleştirilmiştir. Debi basınç testi ve termal testleri gerçekleştirilen cihazın ısı geri kazanım eşanjörü verimi, çektiği elektrik gücü, cihazın içerisinde bulunan fanların verimleri hesaplanmıştır.

#### 5.2.1.1. Debi- Basınç Testi

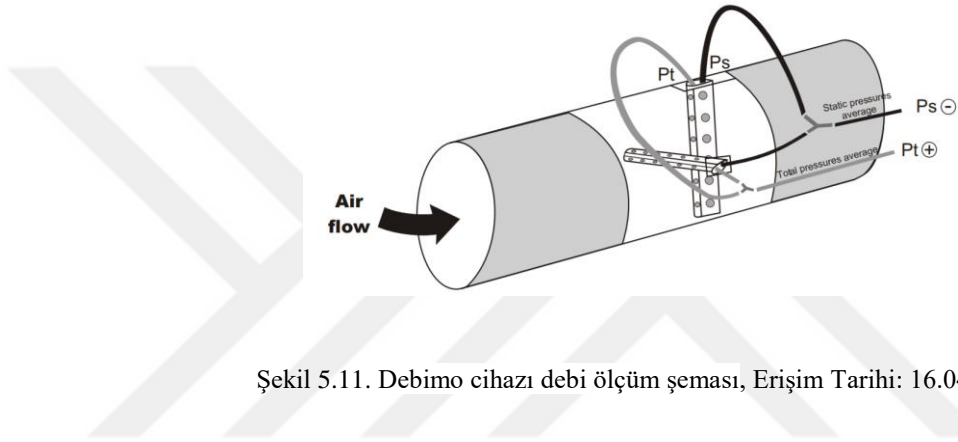
Bu test öncelikli olarak EN 308 standardına göre gerçekleştirilmektedir. Temel amaç cihazın debi-basınç karakteristik eğrilerinin çıkarılması ve aerodinamik performans hesaplarının yapılmasıdır. Testin gerçekleştirilebilmesi için test edilecek cihazların çalışma noktalarına uygun debi, sıcaklık, basınç ve nem sensörleri kullanılmaktadır. Ayrıca fanların devir bilgileri ile toplam güç tüketimi gibi elektriksel veriler de toplanmaktadır (SFP hesapları için). Debi ölçümü yapılırken sistemde oluşacak basınç kayıplarını karşılamak amacıyla yardımcı fanlar kullanılmaktadır. Bu fanlar ayarlanabilir debili olmaktadır. Bir damper mekanizması ve ayarlanabilir kısılma vanaları ile gerekli dış basınç noktalarını simüle etmek için kullanılmaktadır.

Cihaz dışı basınç kayıpları, ayarlanabilir vanalar ve destek fanlarının devirleriyle ayarlanmıştır.



Şekil 5.10. Debimo hava debisi ölçüm cihazı, Erişim Tarihi: 16.04.2018

Akış ölçümleri kanallarda debimo ve venturimetre cihazları yardımı ile yapılmıştır.



Şekil 5.11. Debimo cihazı debi ölçüm şeması, Erişim Tarihi: 16.04.2018

$$V = K_L x \sqrt{P_d x S x 3600} \quad (11)$$

V= Ölçülen hava debisi

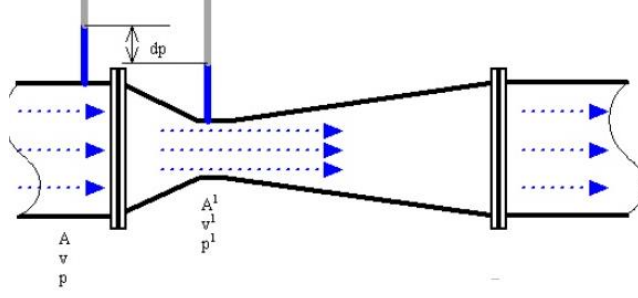
$K_L=1$

$P_d= (P_t-P_s)$  Ölçülen toplam dinamik basınç

$P_t$ =Toplam basınç

$P_s$ =Statik basınç

S=Debimo yüzey alanı



Şekil 5.12. Venturimetre, Erişim Tarihi: 06.07.2018

$$V = Kx\sqrt{\Delta P} \quad (12)$$

V= Ölçülen hava debisi

K=Venturimetre katsayısı

$\Delta P$ = Venturimetre basınç farkı

Hava debisinin ölçümü venturimetreler ve debimolar üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu hava debisini basınç farkı hesabından ölçmekteyiz. Bunun içinde venturimetre ve debimodan ölçümleri fark basınç transmitterlerinden almaktayız. Bunun için de cihaz dışı basıncın ölçüldüğü transmitterler yerine daha hassas transmitterlerin kullanılması gerekmektedir. Bu ölçüm için Arthur Grillo marka  $\pm\%1$  okunan değer ve  $\pm 2$  Pa hassasiyetindeki transmitter kullanılmıştır.



Şekil 5.13. Fark basınç transmitteri (debi ölçümü), Erişim Tarihi: 16.04.2018

Cihaz dışı basınç kayıplarının ölçülebilmesi için de fark basınç transmitterlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Hava debisini ölçen transmitterler kadar hassas olmasına gerek yoktur. Regin marka kullanılan bu transmitterler okunan değerini  $\pm\%5$ 'i kadar bir hassasiyete sahiptir ve  $\pm 1000$ Pa aralığında ölçüm gerçekleştirmektedir.



Şekil 5.14. Fark basınç transmitteri (cihaz dışı statik basınç kaybı ölçümü), Erişim Tarihi: 16.04.2018

Kanallardan ölçümlerin gerçekleştirilebilmesi için hava kanallarının 4 tarafına basınç pipeti yerleştirilmektedir.



Şekil 5.15. Basınç pipeti, Erişim Tarihi: 16.04.2018

Bu pipetlere Şekil 5.16.'te gösterilen fark basınç ölçüm hortumları sayesinde fark basınç transmittlerine bağlanıp ölçümler hesaplanmaktadır.



Şekil 5.16. Fark basınç ölçüm hortumu, Erişim Tarihi: 16.04.2018

EcoDesign uyumluluklarının hesaplanması, cihazların ve fanların SFP değerlerinin belirlenebilmesi ve cihazların toplam çektiği gücün hesaplanabilmesi için sistemde enerji analizörü kullanılmaktadır. Her fan için ölçümler ayrı ayrı gerçekleştirilmiş ve hesaplar ayrı olarak yapılmıştır.



Şekil 5.17. Enerji analizatörü, Erişim Tarihi: 07.06.2018

### Ölçümler:

- Soğuk ve sıcak oda ortam havası özellikleri (sıcaklık, mutlak basınç ve bağıl nem)
- Hava debisi (m<sup>3</sup>/h) (egzoz, üfleme, dış ortam ve dönüş havası)
- Cihaz dışı statik basınç (Pa) (cihaz giriş ve çıkışı)
- Çekilen güç (egzoz fanı, üfleme fanı, ısı tekeri motoru ve diğer elektronik bileşenler dahil toplam güç girişi)

### Çıktılar:

- Hava debisi- Cihaz dışı statik basınç grafiği (EN 308 Standardına göre)
- $SFP_{iç}$ ,  $SFP_{limit}$  ve  $SFP_{cihaz}$  (EN 13779 Standardına ve EcoDesign yönetmeliğine göre)

## Hava debisi ölçümü,

Çizelge 5.2. Karşıt Akışlı IGK Cihazı 10V ölçüm sonuçları

Kontrol Voltajı	ÜFLEME FANI				Venturimetre Çapı	225mm (K=90)	
	Ölçüm No	Üfleme Hattı Cihaz Dışı Basınç Kaybı	Taze Hava Hattı Cihaz Dışı Basınç Kaybı	Toplam Cihaz Dışı Statik Basınç Kaybı	Venturimetre Basınç Farkı	Ölçülen Hava Debisi	Çekilen Güç
		Pa	Pa	Pa			
10 V	1	11	5	16	420	1844	497
	2	50	52	102	374	1741	500
	3	92	96	188	326	1625	506
	4	140	154	294	270	1479	500
	5	194	204	398	208	1298	480
	6	230	276	506	152	1110	457
	7	346	269	615	88	844	414
	8	505	221	726	28	476	354
Kontrol Voltajı	EGZOZ FANI				Venturimetre Çapı	225mm (K=90)	
	Ölçüm No	Üfleme Hattı Cihaz Dışı Basınç Kaybı	Taze Hava Hattı Cihaz Dışı Basınç Kaybı	Toplam Cihaz Dışı Statik Basınç Kaybı	Venturimetre Basınç Farkı	Ölçülen Hava Debisi	Çekilen Güç
		Pa	Pa	Pa			
10 V	1	7	5	12	441	1890	550
	2	55	58	13	439	1886	545
	3	94	88	182	385	1766	546
	4	137	151	285	325	1622	538
	5	194	200	394	262	1457	523
	6	180	310	490	184	1221	485
	7	204	403	607	108	935	434
	8	474	230	704	55	667	380

Test sonrasında elde edilen sonuçlar ile fanın teorik sonuçlarının karşılaştırılabilmesi için cihaz içerisinde kullanılan fan teorik sonuçları

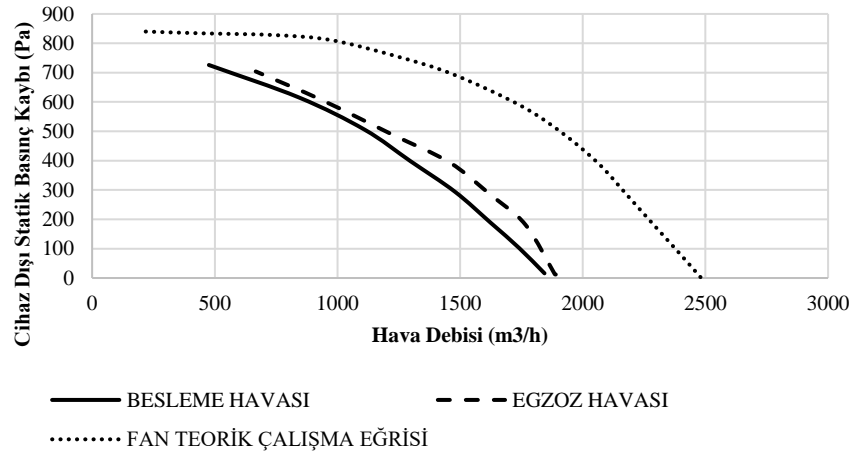


çıkarılmıştır. Bu sonuçların fanın kendi seçim programı üzerinden hesaplanmıştır. Fanın toplam statik kaybına göre fanın verebileceği debiler hesaplanmıştır. Çizelge 5.3.'te fanın teorik değerlerini görebilmekteyiz

Çizelge 5.3. Karşıt Akışlı IGK Cihazı kullanılan fanın teorik değerleri

Ölçüm No	Toplam Statik Basınç Kaybı	Ölçülen Hava Debisi	Ölçüm No	Toplam Statik Basınç Kaybı	Ölçülen Hava Debisi
	Pa	m <sup>3</sup> /h		Pa	m <sup>3</sup> /h
1	3	2495	8	694	1472
2	90	2388	9	756	1239
3	186	2284	10	811	973
4	289	2174	11	828	742
5	387	2068	12	834	443
6	488	1926	13	840	217
7	586	1750			

Test aşamasında ve fanın teorik sonuçlarından elde edilen grafikler arasındaki farkı Şekil 5.18.'te görebilmekteyiz



Şekil 5.18. Karşıt Akışlı IGK Cihazı 10V çalışma eğrisi

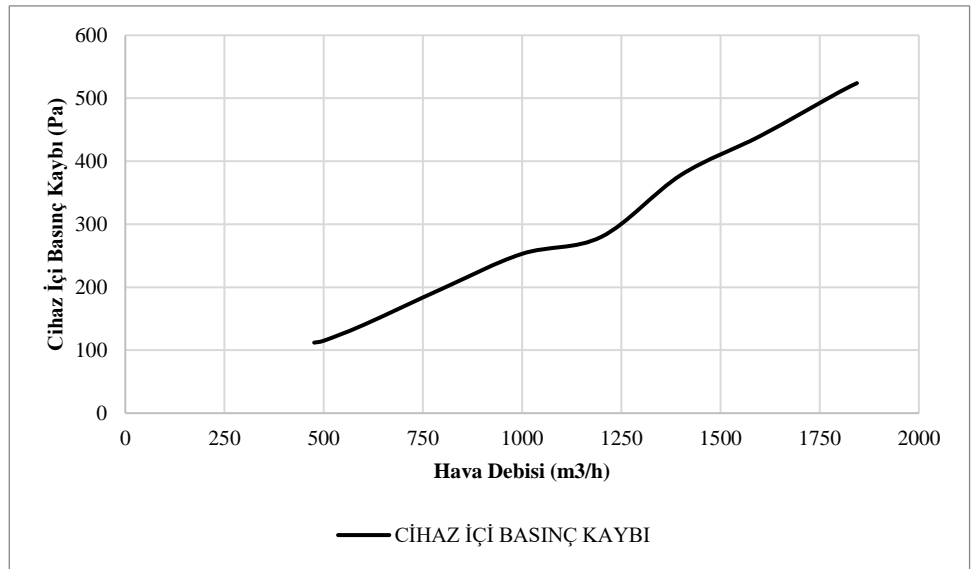
Fanın teorik eğrisi ile test sonuçlarından elde edilen eğriler karşılaştırıldığında cihaz içerisinde bulunan kasa basınç kaybı, filtre basınç kaybı ve ısı geri kazanım

eşanjörlerinin oluşturduğu toplam cihaz içi basınç kaybı değerlerini hesapladık. Bu hesaplamalar sonucunda egzoz tarafı ve besleme tarafında oluşan cihaz için basınç kaybı sonuçları ve bu sonuçlara bağlı elde edilen eğriler Çizelge 5.4., Çizelge 5.5., Şekil 5.19. ve Şekil 5.20.'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.4. Karşıt Akışlı IGK Cihazı besleme tarafı cihaz içi basınç kaybı değerleri

Ölçüm No	Cihaz İçi Basınç Kaybı	Ölçülen Hava Debisi
	Pa	m <sup>3</sup> /h
1	524	1844
2	510	1800
3	440	1600
4	390	1500
5	378	1400
6	280	1200
7	253	1000
8	198	800
9	140	600

Fan eğrilerinden elde edilen değerlerle oluşturulan Çizelge 5.4.'te besleme tarafı cihaz için basınç kayıpları görülmektedir. Bu çizelgeden oluşturulan besleme tarafı cihaz içi basınç kaybı eğrisi Şekil 5.19.'da gösterilmiştir.



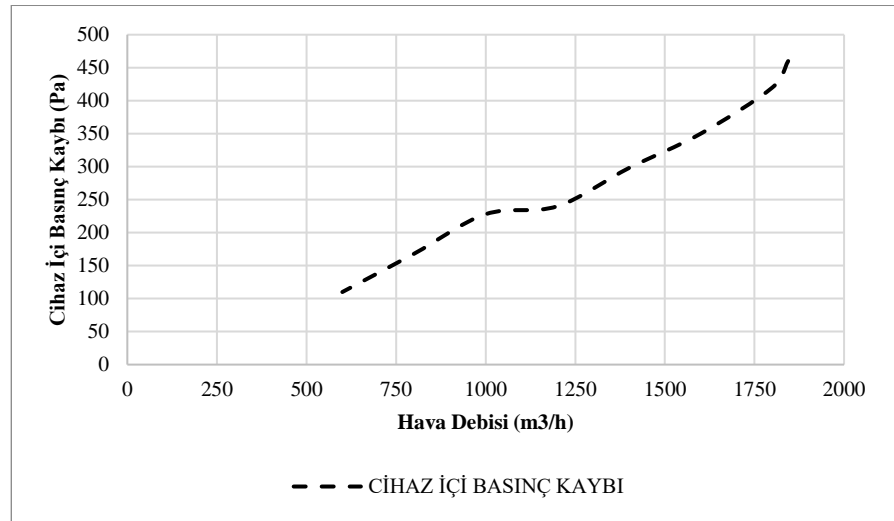
Şekil 5.19. Karşıt Akışlı IGK Cihazı 10V besleme tarafı cihaz içi basınç kaybı eğrisi

Cihazın besleme tarafı için gerçekleştirilen hesaplama egzoz tarafı için de aynı şekilde gerçekleştirilmiştir elde edilen değerler Çizelge 5.5.'te görülmektedir.

Çizelge 5.5. Karşıt Akışlı IGK Cihazı egzoz tarafı cihaz içi basınç kaybı değerleri

Ölçüm No	Cihaz İçi Basınç Kaybı	Ölçülen Hava Debisi
	Pa	m <sup>3</sup> /h
1	460	1844
2	420	1800
3	350	1600
4	300	1500
5	298	1400
6	240	1200
7	228	1000
8	168	800
9	110	600

Fan eğrilerinden elde edilen değerlerle oluşturulan Çizelge 5.5.'te egzoz tarafı cihaz için basınç kayıpları görülmektedir. Bu çizelgeden oluşturulan egzoz tarafı cihaz içi basınç kaybı eğrisi Şekil 5.20.'da gösterilmiştir.



Şekil 5.20. Karşıt Akışlı IGK Cihazı 10V egzoz tarafı cihaz içi basınç kaybı eğrisi

Şekil 5.21. ve Şekil 5.22’de ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının ölçüm sistemi görülmektedir. Cihazın 4 tarafına bağlanan kanallar üzerinde bulunan basınç transmitterleri ile cihaz dışı statik basınç kayıpları ölçülmektedir.



Şekil 5.21. Ölçüm sistemi



Şekil 5.22. Ölçüm sistemi

### 5.2.1.2. Termal Test

Bu test öncelikli olarak EN 308 standardına göre gerçekleştirilmektedir. Temel amaç cihazın termal verimliliğinin tespit edilmesi ve termal performans hesaplarının yapılmasıdır. Testin gerçekleştirilebilmesi için test edilecek cihazların çalışma noktalarına uygun debi, sıcaklık, basınç ve nem sensörleri kullanılmaktadır. Ayrıca fanların devir bilgileri ile toplam güç tüketimi gibi elektriksel veriler de toplanmaktadır. (COP vb. hesaplamalar için). Termal testte iç ve dış ortam havasının standartlara uygun olarak test edilmesi için gerekli kapasite hesapları yapıp, ısıtma-soğutma-nemlendirme ekipmanları temin edilmelidir.

#### Ölçümler:

- Soğuk ve sıcak oda ortam havası özellikleri (sıcaklık, mutlak basınç ve bağıl nem)
- Üfleme, dış ortam, egzoz ve dönüş havası özellikleri (sıcaklık statik basınç ve bağıl nem)
- Hava debisi (m<sup>3</sup>/h) (egzoz, üfleme, dış ortam ve dönüş havası)
- Çekilen güç (egzoz fanı, üfleme fanı, ısı tekeri motoru ve diğer elektronik bileşenler dahil toplam güç girişi)
- $SFP_{iç}$ ,  $SFP_{limit}$  ve  $SFP_{cihaz}$  (EN 13779 Standardına ve EcoDesign yönetmeliğine göre)

#### Çıktılar:

- Cihaz termal verimliliği (EN 308 Standardına göre)
- Isı eşanjöründen transfer edilen ısı (W) (gizli ve duyulur ısı)
- Performans katsayısı
- Isı geri kazanım sınıfı (EN 13053 Standardına göre)

Verim hesabı Denklem-2'ye göre yapılır,

$$\eta_t = \text{Sıcaklık verimi}$$

$$t_{11} = \text{Dönüş havası sıcaklığı}$$

$$t_{21} = \text{Dış ortam havası sıcaklığı}$$

$$t_{22} = \text{Üfleme havası sıcaklığı}$$

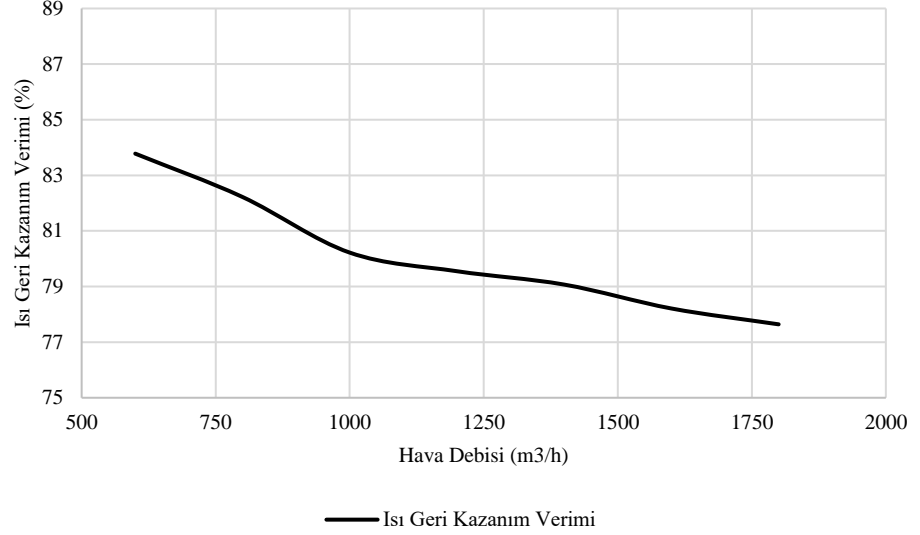
Test verileri hesaplanırken ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının giriş ve çıkış ağzlarında bulunan kanallara yerleştirilmiş sıcaklık düzlemi

kullanılmıştır. Her bir kanal için 4 ısı çift ve 1 adet sıcaklık ve nem sensörü kullanılmıştır. Toplamda 8 referans hava debisine göre ölçümler gerçekleştirilmiş olup her ölçüm yarım saat boyunca yapılmıştır ve bu sensörlerden elde edilen verilen her 5 saniyede bir veri kaydediciye kaydedilmiştir ve her sensör için 361 adet veri alınmıştır. Kanaldaki 5 noktadan ölçülen sıcaklıkların ortalaması alınıp o hat üzerindeki sıcaklık değeri bulunmuştur. Ayrıca nem sensöründen ölçülen nem değeri de bağıl nem olarak kaydedilmiştir. Yukarı belirtilen hesaplama yöntemlerine göre Çizelge 5.6.'da ölçülen sıcaklıklar ve ısı geri kazanım eşanjörünün verimi hesaplanmıştır. Bu testte ısı geri kazanım cihazında bulunan ısı geri kazanım eşanjörünün nem transferi özelliğinin bulunmaması nedeniyle nem verimi ve transferi hesaplanmamıştır. Ayrıca gerçekleştirilen her bir test için ölçüm değerleri EK-1'de verilmiştir.

Çizelge 5.6. Karşıt Akışlı IGK Cihazı ısı geri kazanım veriminin hesaplanması

Ölçüm No	Üfleme Tarafı Hava Debisi	Egzoz Tarafı Hava Debisi	Dış Hava Sıcaklığı $t_{21}$	Dönüş Havası Sıcaklığı $t_{11}$	Üfleme Havası Sıcaklığı $t_{22}$	Isı Geri Kazanım Verimi $\eta_t$	Isı Geri Kazanım Sınıf
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	°C	°C	°C	%	
1	1800	1800	5.09	25.19	20.70	77.64	H1
2	1600	1600	5.11	25.22	20.84	78.21	H1
3	1500	1500	5.08	25.01	20.82	78.95	H1
4	1400	1400	5.03	25.04	20.85	79.07	H1
5	1200	1200	5.01	25.01	20.92	79.55	H1
6	1000	1000	5.01	24.97	21.03	80.22	H1
7	800	800	5.01	25.00	21.44	82.22	H1
8	600	600	5.00	25.15	21.88	83.78	H1

Veri kaydediciden toplanan değerler ile hesaplanan ısı geri kazanım eşanjörü verimlerinin oluşturduğu grafik Şekil 5.23.'te görülmektedir. Eşanjörün üzerinden geçen hava debisi arttıkça ısı geri kazanım eşanjörünün veriminin azaldığı görülmektedir.



Şekil 5.23. Karşıt Akışlı IGK Cihazı ısı geri kazanım eşanjör verimi eğrisi

Şekil 5.24.'te test sisteminde oluşturulan sıcaklık düzlemi görülmektedir. Bu sıcaklık düzlemi üzerinden ölçülen değerlerin ortalaması alınarak değerler hesaplanmaktadır. Ayrıca kanalın altında görülen nem sensörü ile de kanalda bağlı nem ölçülmektedir.



Şekil 5.24. Kanal içerisine yerleştirilmiş ısı çift düzlemi ve sıcaklık- nem sensörü

### 5.2.1.3. Kaçak Testleri

Bu test öncelikli olarak EN 308 standardına göre gerçekleştirilmektedir. Temel amaç cihazın iç ve dış kaçak miktarlarının negatif ve pozitif basınçta ölçülmesi ve sonuçların standartlara uygun olup olmadığının belirlenmesidir. Sızdırmazlık testi, termal test sonuçlarını ve az da olsa aerodinamik test sonuçlarını etkilemektedir. Sızdırmazlık testi tüm testlerden önce yapılmalı ve cihazın (ve de bütün test

sisteminin) kaçak miktarının en aza indirilmesi hedeflenmelidir. Bu testin gerçekleştirilebilmesi için yüksek basınçlı bir fan (blower), hassas bir debi ölçer ve basınç ölçerler kullanılmaktadır.

#### Ölçümler:

- Kaçak miktarı (m<sup>3</sup>/h)
- Test basıncı (Pa)

#### Çıktılar:

- Kaçak hava debisi- Test basıncı grafiği



Şekil 5.25. Karşıt Akışlı IGK Cihazı EN308 iç kaçak test düzeneği

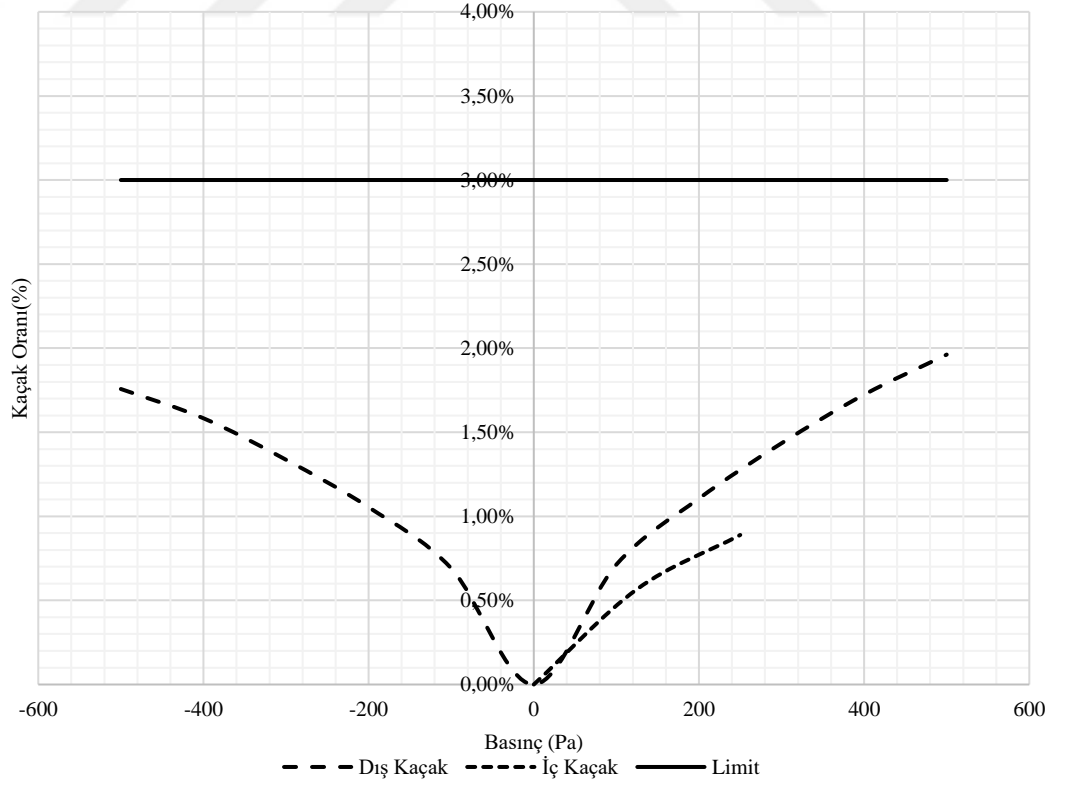
Şekil 5.25.'te görülen test düzeneği ile cihaz içi ve cihaz dışı hava kaçakları ölçülmüştür. Çizelge 5.7.'de bu sonuçları görebilmekteyiz.



Çizelge 5.7. Karşıt Akışlı IGK Cihazı EN308 iç ve dış kaçak sonuçları

Nominal Hava Debisi		1400	
Dış Kaçak Oran Limiti		%3 @ ±400 Pa	
İç Kaçak Oran Limiti		%3 @ 250 Pa	
	Basınç	Kaçak Debisi	Kaçak Oranı
	Pa	m <sup>3</sup> /h	%
Dış Kaçak	-500	24.60	1.76%
	-400	22.16	1.58%
	-300	18.71	1.34%
	-200	14.76	1.05%
	-100	9.67	0.69%
	0	0.00	0.00%
	100	9.98	0.71%
İç Kaçak	200	15.48	1.11%
	300	20.08	1.43%
	400	24.13	1.72%

Çizelge 5.7.'deki değerlere göre Şekil 5.26.'daki cihaz iç kaçağı, cihaz dış kaçağı ve olması gereken limit değerinin grafiği oluşturulmuştur.



Şekil 5.26. Karşıt Akışlı IGK Cihazı iç kaçak- dış kaçak eğrisi

Test sonuçlarına bakıldığında cihaz dış kaçak basınç kayıpları cihazın nominal debisi %3 42 m<sup>3</sup>/h'ten az çıkmıştır. Maksimum ölçülen kaçak miktarı 24.60 m<sup>3</sup>/h (%1,76)'tir. Yine aynı zamanda iç kaçak için ölçülen hava debileri de yine %3'ten azdır. Maksimum ölçülen iç kaçak miktarı 24.13 m<sup>3</sup>/h (%1,72)'tir.

### 5.2.2. EcoDesign Uygunluk Testi

EcoDesign uygunluk testleri gerçekleştirilirken cihaz içi basınç kayıpları, cihaz dışı basınç kayıpları, fanların çektiği güç, fanların verimi, ısı geri kazanım eşanjörünün verimi ve filtre verimlilikleri göz önünde bulundurulur.

EcoDesign testleri gerçekleştirilirken öncelikle test edilecek debiye ulaşabilmek için cihaz dışı basınç kayıpları ayarlanır, daha önce hesaplanan yöntemlerle çıkarılan eğrilerden cihaz içi basınç kayıpları bulunur. Daha sonra ölçüm laboratuvarındaki enerji analizatörleri ile o debide ve basınç kaybındaki fanların üfleme/egzoz olarak çektiği güçler ayrı ayrı not edilir. Daha sonra bulunan debi ve toplam ölçülen statik basınç kaybına göre fanın verimi aşağıdaki formül ile elde edilir.

$$Fan\ Verimi = \frac{P_{Toplam\ Statik\ (Pa)} \times \left( \frac{Hava\ Debisi\ \left(\frac{m^3}{h}\right)}{3600} \right)}{Fanın\ Çektiği\ Güç\ (W)} \quad (13)$$

Daha sonra bulunan bu fan verimine bağlı olarak aşağıdaki formüle göre hem egzoz hem de üfleme tarafının SFP<sub>iç</sub> değeri bulunur. Bu değer EcoDesign uyumluluğu için çok önemlidir. Üfleme ve egzoz SFP<sub>iç</sub> değerlerinin toplamı hesaplanan limit değerinden büyük çıktığı takdirde o noktada cihaz EcoDesign uyumlu olmamaktadır.

$$SFP_{iç} \left( W / \left( \frac{m}{s} \right) \right) = \frac{Cihaz\ içi\ basınç\ kaybı\ (Pa)}{Fan\ verimi\ (\%)} \quad (14)$$

Yukarıda belirtilen hesaplama sistemlerine göre o noktadaki fan verimleri hesaplanmıştır. Hesaplanan fan verimine göre üfleme tarafı SFP<sub>iç</sub> değeri hesaplanmıştır. Bu hesap tablosu Çizelge 5.8.'de görülmektedir. Hesaplanan bu değer daha sonra EcoDesign uyumluluk hesabında kullanılacaktır.

Çizelge 5.8. Üfleme tarafı EcoDesign tablosu

Ölçüm No	Üfleme Tarafı Hava Debisi	Cihaz İçi Statik Basınç Kaybı	Cihaz Dışı Statik Basınç Kaybı	Üfleme Tarafı Fanı Çekilen Güç	Üfleme Tarafı Fanı Verimi	Üfleme Tarafı SFP <sub>iç</sub>
	m <sup>3</sup> /h	Pa	Pa	W	%	W/(m/s)
1	1800	510	50	497	56%	905.25
2	1600	440	210	501	58%	763.06
3	1500	390	296	496	58%	672.42
4	1400	378	340	489	57%	661.99
5	1200	280	460	456	54%	517.62
6	1000	253	560	446	51%	499.65
7	800	198	630	410	45%	441.20
8	600	140	690	370	37%	374.46

Üfleme tarafı için gerçekleştirilen SFP<sub>iç</sub> hesabı, aynı şekilde egzoz tarafı için de gerçekleştirilmiştir. Bununla ilgili hesaplama tablosu Çizelge 5.9.'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.9. Egzoz tarafı EcoDesign tablosu

Ölçüm No	Egzoz Tarafı Hava Debisi	Cihaz İçi Statik Basınç Kaybı	Cihaz Dışı Statik Basınç Kaybı	Egzoz Tarafı Fanı Çekilen Güç	Egzoz Tarafı Fanı Verimi	Egzoz Tarafı SFP <sub>iç</sub>
	m <sup>3</sup> /h	Pa	Pa	W	%	W/(m/s)
1	1800	420	140	497	56%	745.50
2	1600	350	300	501	58%	606.98
3	1500	300	386	496	58%	517.24
4	1400	298	420	489	57%	521.89
5	1200	240	500	456	54%	443.68
6	1000	228	585	446	51%	450.28
7	800	168	660	410	45%	374.35
8	600	110	720	370	37%	294.22

Cihazın o noktadaki çalışma özelliklerine ve performanslarına göre  $SFP_{limit}$  değeri hesaplanmalıdır. Bu değer cihazın o noktadaki EcoDesign uygunluğunun hesaplanabilmesi için önemlidir. Cihazın toplam  $SFP_{iç}$  değerinin  $SFP_{limit}$  değerinden küçük olması gerekir. Eğer  $SFP_{iç}$  değeri  $SFP_{limit}$  değerinden büyük ise o noktada cihaz EcoDesign uyumlu değildir. EcoDesign 2018 kriterlerine göre  $SFP_{limit}$  değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$q < \frac{2m^3}{s} \rightarrow SFP_{limit} = 1100 + E - \frac{300 \times q}{2} - F_a \quad (15)$$

$$q \geq \frac{2m^3}{s} \rightarrow SFP_{limit} = 800 + E - F_a \quad (16)$$

Çizelge 5.10.  $SFP_{limit}$  değeri tablosu

Ölçüm No	Hava Debisi	Hava Debisi	Isı Geri Kazanım Eşanjörü Verimi	Eşanjör Verim Bonusu	Filtre Ceza Puanı	$SFP_{limit}$
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	%	W/(m/s)	W/(m/s)	W/(m/s)
1	1800	0.50	77.64	139.2	0	1164.20
2	1600	0.44	78.21	156.3	0	1189.63
3	1500	0.42	78.95	178.5	0	1216.00
4	1400	0.39	79.07	182.1	0	1223.77
5	1200	0.33	79.55	196.5	0	1246.50
6	1000	0.28	80.22	216.6	0	1274.93
7	800	0.22	82.22	276.6	0	1343.27
8	600	0.17	83.78	323.4	0	1398.40

$SFP_{limit}$  değeri hesaplandıktan sonra egzoz tarafı ve besleme tarafı  $SFP_{iç}$  değerleri toplanarak karşılaştırma yapılır. Çizelge 5.11.'de testi ve hesaplamaları gerçekleştirilen ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının hangi noktalarda EcoDesign uygunluğuna sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.11. EcoDesign uyumluluk kontrolü

Ölçüm No	Hava Debisi	Hava Debisi	Üfleme Tarafı SFP <sub>iç</sub>	Egzoz Tarafı SFP <sub>iç</sub>	Toplam SFP <sub>cihaz</sub>	SFP <sub>limit</sub>	EcoDesign Uygunluk
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	W/(m/s)	W/(m/s)	W/(m/s)	W/(m/s)	NOK/OK
1	1800	0.50	905.25	745.50	1650.75	1164.20	NOK
2	1600	0.44	763.06	606.98	1370.04	1189.63	NOK
3	1500	0.42	672.42	517.24	1189.66	1216.00	OK
4	1400	0.39	661.99	521.89	1183.87	1223.77	OK
5	1200	0.33	517.62	443.68	961.30	1246.50	OK
6	1000	0.28	499.65	450.28	949.93	1274.93	OK
7	800	0.22	441.20	374.35	815.54	1343.27	OK
8	600	0.17	374.46	294.22	668.67	1398.40	OK

Çizelge 5.10. ve Çizelge 5.11.'deki çıkan değerlere göre testi gerçekleştirilen ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının 1500 m<sup>3</sup>/h hava debisine kadar EcoDesign uygunluğu sağladığı görülmektedir.

### 5.2.3. EN1886 Performans Testleri

EN1886 testin ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının gövdesinin termal ve mekanik testleri gerçekleştirilmektedir. Isı geri kazanımlı havalandırma cihazının kasası EN1886 standartlarında belirtilen ölçülerde imal edilmiştir. Bu cihaza model box denmektedir



Şekil 5.27. EN1886 Isı geri kazanımlı havalandırma cihazı model boxı

### 5.2.3.1. Termal test

Bu test gerçekleştirilirken EN1886 standartları baz alınarak gerçekleştirilmiştir. Test gerçekleştirilirken cihazın içerisine 12 adet ısı çift yerleştirilmiştir. Bu 12 adet ısı çift cihazın iç yüzünden 100mm uzaklıkta yerleştirilmiştir. Ayrıca 4 ısı çift de cihazın dışarısına, cihazdan 250mm uzaklıkta olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu 4 ısı çift cihazın bulunduğu ortamın sıcaklığının ölçülmesi için yerleştirilmiştir. Termal testi gerçekleştirebilmek için cihazın içi ile cihazın bulunduğu ortam arasında 20 K sıcaklık farkı oluşması gerekmektedir. Bunun için cihazın içerisine 4 adet 300'er Watt gücünde elektrikli rezistans yerleştirilmiştir. İçerideki sıcaklığın cihazın içerisine homojen bir şekilde yayılabilmesi için standartlara göre saatte 100-110 m<sup>3</sup> bir çevrim yapabilmesi gerekmektedir. Bunun için de yine standartta belirtilen özellikteki 4 fan cihaz içerisine yerleştirilmiştir.



Şekil 5.28. EN1886 Termal test düzeneği

Cihaz içerisindeki hava ile cihaz dışarısındaki havanın sıcaklık değerlerindeki fark 20 K ulaşana kadar sistem çalıştırıldı. Bu veriler daha önce EN308 standartlarında kullanılan veri toplayıcı ile ölçüldü. Sistem dengeye girdikten sonra test başlatıldı ve her 5 saniyede bir ölçümler kaydedilmiştir. Hesaplanan değerler EN 1886 standardında belirtilen kategoriler ile karşılaştırılmış ve sınıf değeri belirlenmiştir. Maksimum yüzey sıcaklığını bulmak için, 10 cm aralıklarla cihazın profilinde işaretler bırakılmış, daha sonra yüzey termometresi ile ölçümler yapılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir.



Şekil 5.29. Isıl köprüleme için en yüksek yüzey sıcaklığı ölçümü

Test sonucundan ulaşılan değerler Çizelge 5.12.'deki gibidir, bu değerler veri toplayıcı, yüzey termometresi, enerji analizatörü ve fanlar için gerekli olan güç kaynağından ölçülen değerler sonunda bulunmuştur.

Çizelge 5.12. EN1886 Termal test sonuçları

Ortalama iç ortam sıcaklığı (°C)	52.00
Ortalama dış ortam sıcaklığı (°C)	32.01
İç ortam/ Dış ortam arasındaki sıcaklık farkı (°C)	19.99
Maksimum yüzey sıcaklığı (°C)	42.5
Cihaz dış yüzey alanı (m <sup>2</sup> )	13.26
Elektrikli ısıtıcıların çektiği güç (W)	340
Sirkülasyon fanlarının çektiği güç (W)	22
Toplam çekilen güç (W)	362

Çizelge 5.12.'deki değerler sonucunda EN1886 standartlarına göre termal iletkenlik katsayısı ve ısıl köprüleme faktörü aşağıdaki formüller doğrultusunda hesaplanmıştır. Ayrıca gerçekleştirilen test için ölçüm değerleri EK-2'de verilmiştir.

Termal iletkenlik katsayısı Denklem-8'e göre aşağıdaki gibi hesaplanır,

$$U = \frac{362}{13,26 \times 19,99} = 1,37 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Hesaplanan bu değerler doğrultusundan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının gövdesinin termal iletkenlik katsayısı T3 çıkmaktadır.

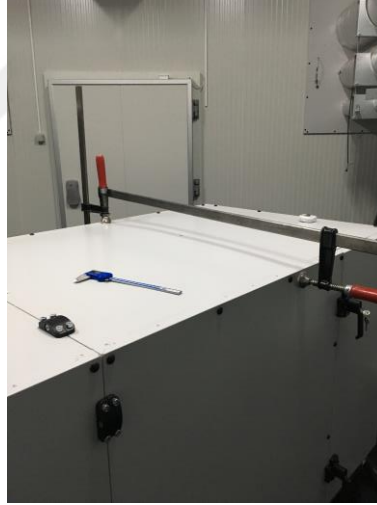
Termal köprüleme faktörü Denklem-9'a göre aşağıdaki gibi hesaplanır,

$$k_b = \frac{52.00 - 42.50}{52.00 - 32.01} = 0,47$$

Hesaplanan bu değerler doğrultusundan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının gövdesinin termal köprüleme faktörü TB3 çıkmaktadır.

### 5.2.3.2. Mekanik dayanım testi

Teste başlamadan önce cihazda test edilecek paneller tespit edilmiştir. Test edilecek panellerin orta noktaları işaretlenmiştir. Cihazın ölçüm yapılacak noktalarına mingeneler sabitlenerek referans noktalarının ölçümleri gerçekleştirildi.



Şekil 5.30. Mekanik dayanım test düzeneği

Ölçümler gerçekleştirildikten sonra cihaz  $\pm 1000$  Pa basınca tabi tutularak negatif ve pozitif basınç altında cihazda gerçekleştirilen sehim miktarları ölçüldü.



Çizelge 5.13. EN1886 Sehım testi sonuçları

SEHİM TESTİ			Ölçüm değerleri	Sehim Miktarı	Oranlanmış Sehım Miktarı	Mekanik Dayanım Sonucu
			mm	mm	mm /m	
+ 1000 Pa	Arka Panel	Önce	115.40	7.20	5.14	D2
		Sonra	108.20			
	Ön Panel	Önce	129.90	4.00	4.00	D1
		Sonra	125.90			
- 1000 Pa	Arka Panel	Önce	115.40	-12.90	-9.21	D2
		Sonra	128.30			
	Ön Panel	Önce	129.75	-9.55	-9.55	D2
		Sonra	138.30			

Ölçüm sonuçları göz önüne alındığında panellerden çıkan en kötü değere göre kasa sınıflandırması yapılmaktadır. Bu sonuçlar eşliğinde cihaz kasa dayanımı D2 çıkmaktadır.

### 5.2.3.3. Kaçak testi

Test daha önce EN308 testinde kullanılan kaçak testi cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Başlangıçta test cihazı, 700 Pa'lık bir pozitif basınçta ayarlanıp çalışma verileri kaydedilmiştir. Cihaz daha sonra vakum altında kaçakları tespit etmek için 400 Pa'lık bir negatif basınçta çalıştırılmıştır. Bu hesaplamalar kullanılarak, birim alandaki kaçak miktarı EN 1886 standardındaki hesaplamalar kullanılarak belirlenip bu kaçak miktarına göre bir sınıflandırma yapılmıştır.

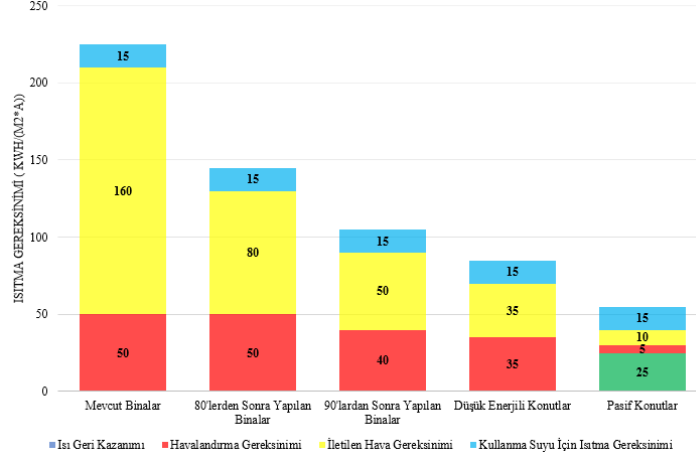
Çizelge 5.14. EN1886 Kaçak testi sonuçları

Test Basıncı	Kaçak Miktarı	Birim Alandaki Kaçak Miktarı	Kaçak Sınıfı
(Pa)	(l/s)	(l/sm <sup>2</sup> )	
-400	4,37	0,33	L2
+700	3,96	0,30	L2

Ölçüm sonuçları göz önüne alındığında pozitif ve negatif basınçta da kasa kaçak sınıfı L2 olarak hesaplanmıştır.

## 6. ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZLARININ BİNA ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİ

Yaklaşık sıfır enerjili bina sistemlerinde çevre dostu binaların yapılabilmesi için binalarda kullanılan havalandırma ünitelerinin ısı geri kazanımlı olması zorunlu hale getirilmiştir. Bu zorunluluk enerji tüketimini düşürmesinin yanı sıra CO<sub>2</sub> salınımlarını da minimuma indirecektir. (Taşkın, 2017)



Şekil 6.1. Almanya'daki konutların enerji tüketim değişimi (Händel, 2011)

Şekil 6.1.'de Almanya'da gerçekleştirilen araştırma sonuçları görülmektedir. Bu sonuçlara göre binalardaki enerji kaybının en fazla olduğu durum yalıtımın yetersiz olmasından kaynaklandığı görülmektedir. İkinci sırada ise havalandırma ihtiyaçlarından kaynaklanan enerji kayıpları yer almaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile binalardaki sızıntıların azalması doğru orantılı bir şekilde ilerlemektedir. Bu da binalardaki dış yüzey kayıplarını minimuma indirmektedir. Bu durumdan dolayı da binalarda mekanik havalandırma yapılması zorunlu hale gelmiştir. Bir binanın yaklaşık sıfır enerjili bir bina olabilmesi için burada kullanılan havalandırma sisteminin ısı geri kazanımlı olması gerekmektedir. Bunun nedeni de atılan ısıdan en yüksek derecede verim sağlanmak istenmesidir. Bu durumda bu bina EPBD'ye uyum sağlamış olacaktır. (Händel, 2011)

EPBD'ye uyum sağlayan binalar Türkiye'de de BEP yönetmeliğine uyum sağlamaktadır. Türkiye'de Bina Enerji Performansının hesaplamasında kullanılan BEP-TR programında mekanik havalandırma dikkate alınarak referans bina tanımlanmıştır. Bu nedenle ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının kullanımı bina enerji sınıfının da daha yüksek çıkmasına ve iç hava kalitesinin de artmasına katkı sağlayacaktır. (Taşkın, 2017)

## 6.1. Örnek Bir Binada Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Cihazının Bina Enerji Performansına Etkisinin İncelenmesi

Çalışmanın bu bölümünde, tasarlanan şartlar için testi gerçekleştirilmiş olan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazından geri kazanılan ısı miktarı, ilk yatırım maliyeti ve yatırımın geri dönüşü hesaplanacaktır. Gerçekleştirilecek örnek çalışmada bir ofis binasının HVAC uygulamasında ısı geri kazanımsız olarak düşünülmüş bir projenin, ısı geri kazanımlı havalandırma cihazı kullanılması durumunda arasındaki fark incelenmiştir.

TS EN 15251 binaların enerji performansının tasarımı ve değerlendirilmesi için iç ortam parametreleri standardına göre ortam havalandırma debisi hesaplanan ofis binası aşağıdaki özelliklere göre değerlendirilmiştir.

1. Açık ofis
2. Az kirletilen bina
3. Tahmini memnuniyetsizlik yüzdesi; %15

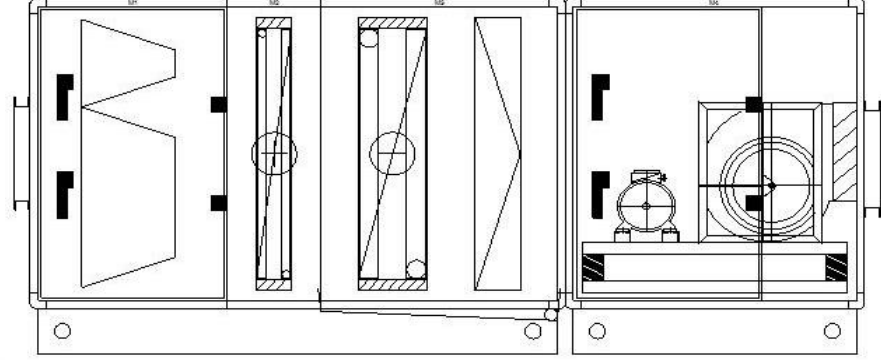
Bu şartlar altında ofis binası için gerekli olan havalandırma debisi ilgili standartta da belirtildiği üzere  $1,7 \text{ l/sm}^2$  olarak belirlenmiştir. Ofis alanı yaklaşık  $800 \text{ m}^2$  olarak alındığına göre gerekli olan taze hava miktarı  $1360 \text{ l/s}$  olarak hesaplanmıştır. Bu yaklaşık  $5000 \text{ m}^3/\text{h}$  hava debisine denk gelmektedir. Proje verileri Çizelge 6.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1. Proje verileri

Ofis Alanı	$800 \text{ m}^2$
Egzoz Havası Debisi	$5000 \text{ m}^3/\text{h}$
Besleme Havası Debisi	$5000 \text{ m}^3/\text{h}$
Yaz Mevsimi Dış Ortam Şartları	$33^\circ\text{C KT}, 24^\circ\text{C YT}$
Yaz Mevsimi İç Ortam Şartları	$24^\circ\text{C KT}, \%50 \text{ RH}$
Kış Mevsimi Dış Ortam Şartları	$5^\circ\text{C KT}, \%90 \text{ RH}$
Kış Mevsimi İç Ortam Şartları	$24^\circ\text{C KT}, \%50 \text{ RH}$
Soğuk Su Kaynağı	$7^\circ\text{C} / 12^\circ\text{C}$ su soğutma grubu
Sıcak Su Kaynağı	$70^\circ\text{C} / 50^\circ\text{C}$ sıcak su kazanı
Cihaz Dışı Statik Basınç Kaybı	$200 \text{ Pa}$

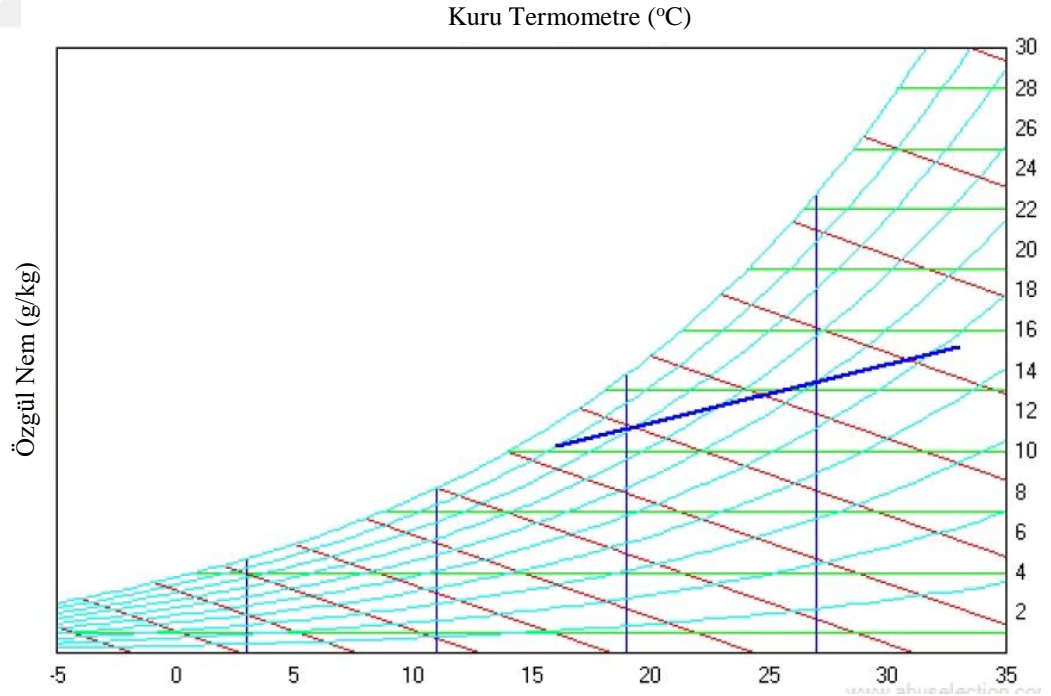
**Isı geri kazanımsız uygulama durumu:**

Havalandırma ihtiyacı için 5000 m<sup>3</sup>/h'lik bir adet taze hava klima santrali ve bir adet egzoz santrali seçilmiştir.



Şekil 6.2. Taze hava santrali

Yaz koşulları için gerekli soğutma yükü aşağıdaki formülden hesaplanır, ofisin istenilen şartlara getirilebilmesi için hava üfleme sıcaklığı 16°C olarak düşünülmüştür. Kullanılan psikrometrik diyagram programından soğutma sonrası havanın entalpi değeri bulunmuş ve soğutma kapasitesi buna göre hesaplanmıştır.



Şekil 6.3. Isı geri kazanımsız taze hava cihazı soğutma süreci

$$Q_{soğutma} = Vx\rho x\Delta h \quad (17)$$

$$V=5000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\rho=1.298 \text{ kg/m}^3$$

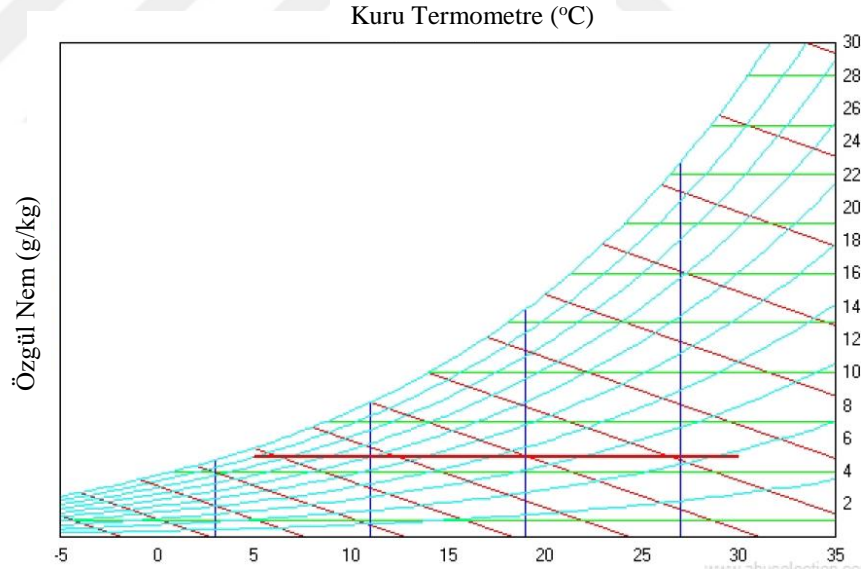
$$h_{giriş}= 17.21 \text{ kcal/kg}$$

$$h_{çıkış}= 10.03 \text{ kcal/kg}$$

$$Q_{soğutma} = 5000x1.298x(17.21 - 10.03)$$

$$Q_{soğutma} = 46598,20 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 54.12 \text{ kW}$$

Kış koşulları için gerekli ısıtma yükü aşağıdaki formülden hesaplanır, hava çıkış ofisin istenilen şartlara getirilebilmesi için üfleme sıcaklığı 30°C olarak düşünülmüştür. İlgili proses psikometrik diyagramda gösterilmiştir.



Şekil 6.4. Isı geri kazanımsız taze hava cihazı ısıtma prosesi

$$Q_{ısıtma} = Vx\rho xc_p x\Delta h \quad (18)$$

$$V=5000/3600=1.39$$

$$\rho=1.298 \text{ kg/m}^3$$

$$T_{giriş}= 5^\circ\text{C}$$

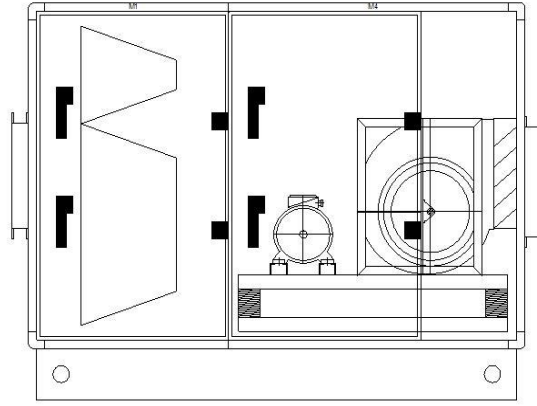
$$T_{\text{çıkış}} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$c_p = 1.004 \text{ kJ/kgK}$$

$$Q_{\text{ısıtma}} = 1.39 \times 1.298 \times 1.004 \times (30 - 5)$$

$$Q_{\text{ısıtma}} = 45.29 \text{ kW}$$

Taze hava ihtiyacı ve ısıtma soğutma ihtiyacı bu şekilde karşılanırken, içerideki hava da egzoz santrali ile dışarıya atılmalıdır. Aksi takdirde ofis içerisinde pozitif basınç oluşacaktır bu da çalışma şartlarını kötü yönde etkileyecektir.



Şekil 6.5. Egzoz aspiratörü

Tüm bu seçimlere göre ısı geri kazanımsız olarak sistemin konfor şartlarına getirilebilmesi için gerekli olan veriler Çizelge 6.2.'de gösterilmiştir.

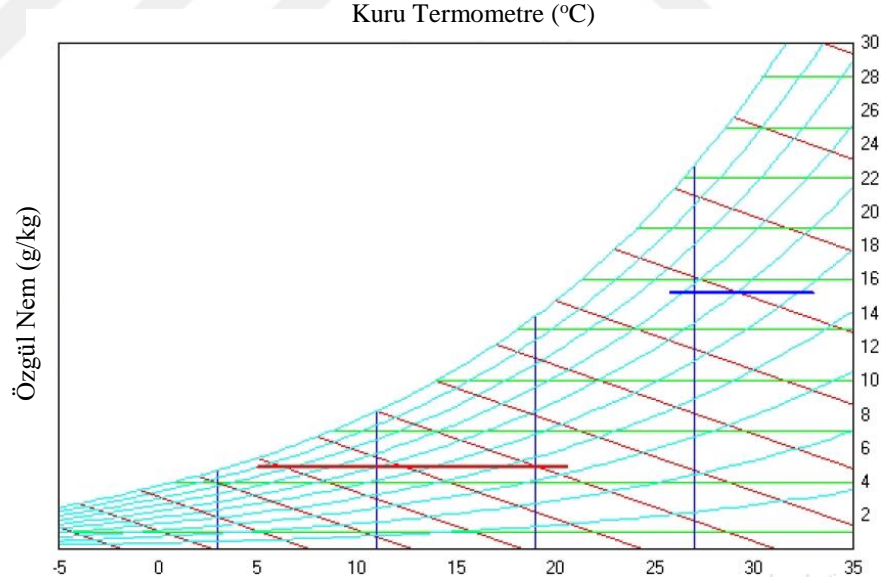
Çizelge 6.2. Isı geri kazanımsız uygulama değerleri

Soğutma Grubu Kapasitesi	55 kW
Soğutma Grubu Saatlik Elektrik Enerjisi Sarfıyatı (COP:2.6)	21.15 kWh
Soğutma Grubu Fiyatı	17500 Euro
Soğuk Su Pompası Debisi	9.63 m <sup>3</sup> /h
Soğuk Su Pompası Saatlik Elektrik Enerjisi Sarfıyatı	6.88 kWh
Sıcak Su Kazanı Kapasitesi	46 kW
Sıcak Su Kazanı Saatlik Elektrik Enerjisi Sarfıyatı (Verim: %92,4)	3.48 kWh
Sıcak Su Kazanı Fiyatı	2870 Euro

Sıcak Su Kazanı Saatlik Doğal Gaz Sarfıyatı	4.38 m <sup>3</sup> /h
Sıcak Su Kazanı Pompası Debisi	1.94 m <sup>3</sup> /h
Sıcak Su Kazanı Pompası Saatlik Elektrik Enerjisi Sarfıyatı	1.39 kW
Taze Hava Santrali Saatlik Elektrik Enerjisi Sarfıyatı	3.00 kWh
Taze Hava Santrali Fiyatı	2700 Euro
Egzoz Aspiratörü Saatlik Elektrik Enerjisi Sarfıyatı	2.20 kWh
Egzoz Santrali Fiyatı	1300 Euro

***Isı geri kazanımlı havalandırma uygulanması durumunda:***

Havalandırma için 1000 m<sup>3</sup>/h'lik beş adet testleri gerçekleştirilen ısı geri kazanımlı havalandırma cihazı seçilmiştir. Seçim programından alınan değerlere göre cihazın ısı geri kazanım eşanjöründeki havaya ait prosesin psikrometrik diyagramda gösterimi aşağıdaki gibidir,



Şekil 6.6. Isı geri kazanım prosesi

Seçim yazılımının verdiği sonuçlar eşliğinde ısı geri kazanım eşanjörü giriş ve çıkış sıcaklıkları yaz ve kış şartları için Çizelge 6.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.3. Isı geri kazanım prosesi verileri

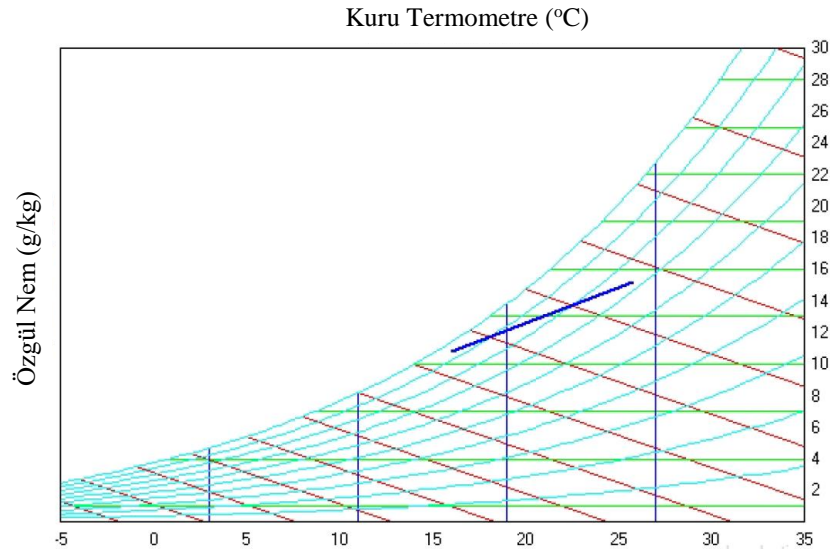
KIŞ ŞARTLARI		YAZ ŞARTLARI	
<b>Taze Hava</b>	5.00 °C/ %90	<b>Taze Hava</b>	33.0 °C/ %48
<b>Dönüş Havası</b>	24.0 °C/ %50	<b>Dönüş Havası</b>	24.0 °C/ %50
<b>Üfleme Havası</b>	20.4 °C/ %32,9	<b>Üfleme Havası</b>	25.8 °C/ %72,9
<b>Egzoz Havası</b>	13.8 °C/ %100	<b>Egzoz Havası</b>	31.2 °C/ %32,8

Yukarıdaki veriler doğrultusunda yaz ve kış şartları için verim Denklem-2 formülü üzerinden hesaplanmaktadır,

$$\eta_{t-kış} = \frac{20.4 - 5.00}{24.0 - 5.00} = \%81$$

$$\eta_{t-yaz} = \frac{25.8 - 33.0}{24.0 - 33.0} = \%80$$

Soğutma kapasitesinin hesaplanabilmesi için ısı geri kazanım eşanjöründen çıkan üfleme sıcaklığı baz alınmalıdır. Hava yine ısı geri kazanımsız uygulamada olduğu gibi 16°C'ye soğutulacaktır. İlgili proses psikometrik diyagramda gösterilmiştir.



Şekil 6.7. Isı geri kazanımlı taze hava cihazı soğutma prosesi



Denklem-17'ye göre soğutma yükü,

$$V=1000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\rho=1.165 \text{ kg/m}^3$$

$$h_{\text{giriş}}= 14.57 \text{ kcal/kg}$$

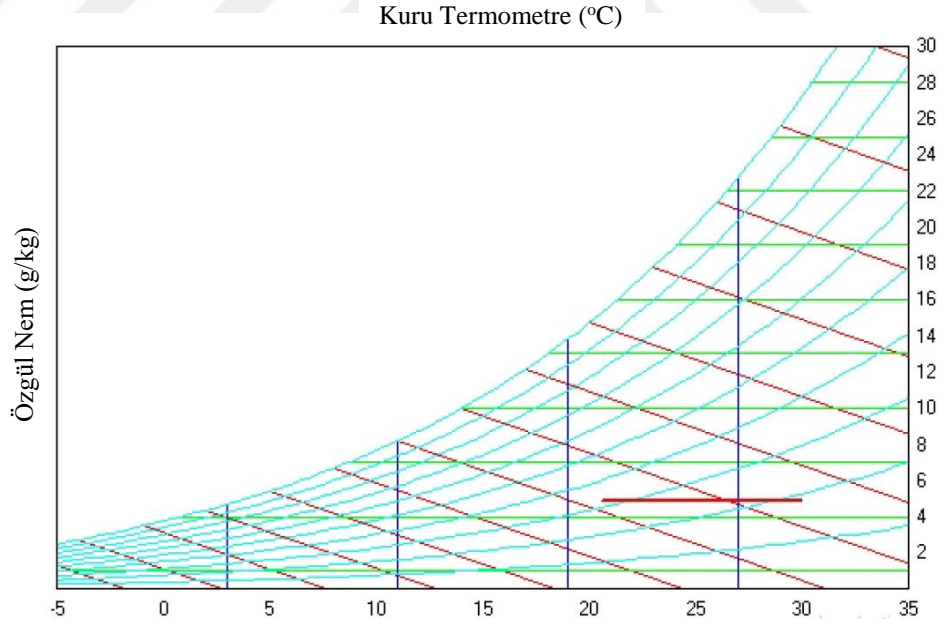
$$h_{\text{çıkış}}= 10.34 \text{ kcal/kg}$$

$$Q_{\text{soğutma}} = 1000 \times 1.165 \times (14.57 - 10.34)$$

$$Q_{\text{soğutma}} = 4927,95 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 5.73 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{TOPsoğutma}} = 28.65 \text{ kW}$$

Isıtma kapasitesinin hesaplanabilmesi için ısı geri kazanım eşanjöründen çıkan üfleme sıcaklığı baz alınmalıdır. Hava yine ısı geri kazanımsız uygulamada olduğu gibi 30°C'ye kadar ısıtılacaktır.



Şekil 6.8. Isı geri kazanımlı taze hava cihazı ısıtma prosesi

Denklem 18'e göre ısıtma yükü,

$$V=1000/3600=0.28$$

$$\rho=1.187 \text{ kg/m}^3$$

$$T_{\text{giriş}}= 20.4^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{çıkış}}= 30^{\circ}\text{C}$$

$$c_p=1.004 \text{ kJ/kgK}$$

$$Q_{\text{ısıtma}} = 0.28 \times 1.187 \times 1.004 \times (30 - 20.4)$$

$$Q_{\text{ısıtma}} = 3.21 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{TOPısıtma}} = 16.05 \text{ kW}$$

Tüm bu seçimlere göre ısı geri kazanımlı olarak sistemin konfor şartlarına getirilebilmesi için gerekli olan veriler Çizelge 6.4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.4. Isı geri kazanımlı uygulama değerleri

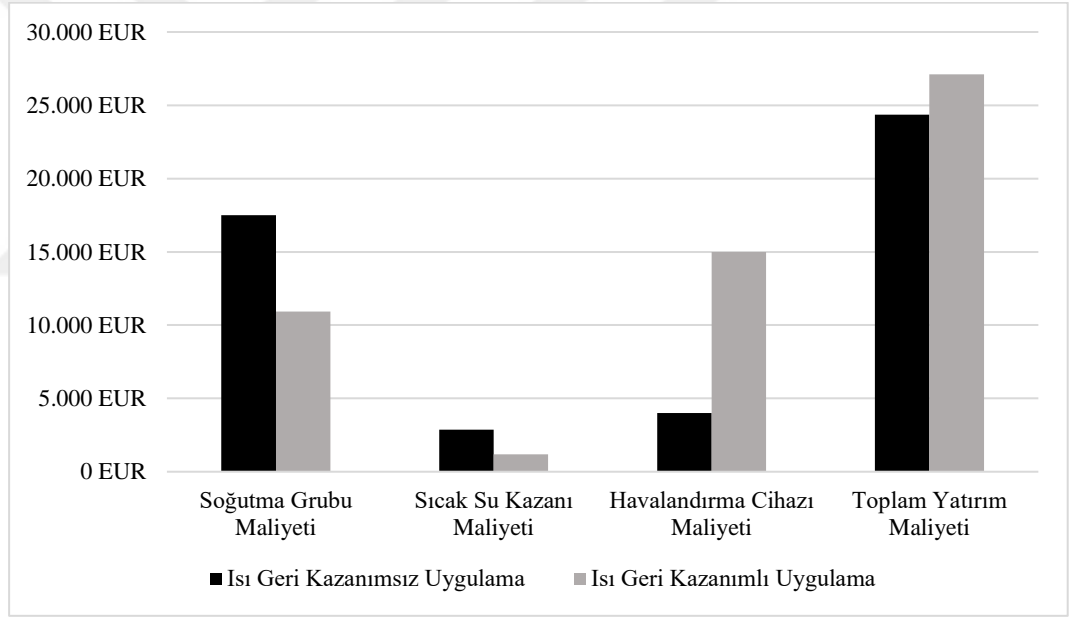
Soğutma Grubu Kapasitesi	30 kW
Soğutma Grubu Saatlik Elektrik Enerjisi Sarfıyatı (COP:2.7)	11.11 kWh
Soğutma Grubu Fiyatı	10920 Euro
Soğuk Su Pompa Debisi	5.25 m <sup>3</sup> /h
Soğuk Su Pompa Saatlik Elektrik Enerjisi Sarfıyatı	3.75 kWh
Sıcak Su Kazanı Kapasitesi	18 kW
Sıcak Su Kazanı Saatlik Elektrik Enerjisi Sarfıyatı (Verim: %93,7)	1.14 kWh
Sıcak Su Kazanı Fiyatı	1195 Euro
Sıcak Su Kazanı Saatlik Doğal Gaz Sarfıyatı	1.64 m <sup>3</sup> /h
Sıcak Su Kazanı Pompa Debisi	0.81 m <sup>3</sup> /h
Sıcak Su Kazanı Pompa Saatlik Elektrik Enerjisi Sarfıyatı	0.62 kWh
Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Cihazı Saatlik Elektrik Enerjisi Sarfıyatı (5 adet)	2.30 kWh
Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Cihazı Fiyatı (5 adet)	15000 Euro

İki uygulama arasındaki ilk yatırım maliyet farkı Çizelge 6.5.'te gösterilmiştir.

Çizelge 6.5. İki uygulama arasındaki ilk yatırım maliyeti farkı

	Soğutma Grubu Maliyeti	Sıcak Su Isıtma Kazanı Maliyeti	Havalandırma Cihazı Maliyeti	Toplam Yatırım Maliyeti
Isı Geri Kazanımsız Uygulama	17500 Euro	2870 Euro	4000 Euro	24370 Euro
Isı Geri Kazanımlı Uygulama	10920 Euro	1195 Euro	15000 Euro	27115 Euro

Yukarıdaki veriler göz önüne alındığında ısı geri kazanımlı uygulamanın yatırım maliyeti ısı geri kazanımsız uygulamanın yatırım maliyetine göre daha yüksektir.



Şekil 6.9. İki uygulama arasındaki ilk yatırım maliyeti karşılaştırması

Toplamda ısı geri kazanımlı havalandırma uygulamasının ısı geri kazanımsız uygulamaya göre yatırım maliyetinin 2745 Euro daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak sistem maliyeti ısı geri kazanımlı havalandırma uygulamasının fazla olmasına karşın çektiği elektrik gücü olarak daha azdır.

Sistemin bir yıllık enerji sarfiyatı hesaplanırken 54 hafta boyunca hafta boyunca haftada 5 gün ve günde 10 saat çalıştığı düşünülmüştür. Bir yılda 21 hafta boyunca soğutma, 21 hafta boyunca ısıtma ve 12 hafta boyunca da mevsim geçişi olduğu

düşünülmüş ısıtma ve soğutma sistemi çalıştırılmadan sadece taze hava ihtiyacı karşılanmıştır. Çizelge 6.6.'da iki uygulama arasındaki enerji sarfiyatı farkı gösterilmiştir.

Çizelge 6.6. İki uygulama arasındaki enerji sarfiyatı farkı

Soğutma Sezonu Elektrik Sarfiyatı				
	Soğutma Grubu Elektrik Sarfiyatı	Havalandırma Cihazı Elektrik Sarfiyatı	Toplam Elektrik Sarfiyatı	Bir Yıl Boyunca Toplam Elektrik Sarfiyatı
Isı Geri Kazanımsız Uygulama	28.03 kWh	5.20 kWh	33.23 kWh	34892 kWh
Isı Geri Kazanımlı Uygulama	14.86 kWh	2.30 kWh	17.16 kWh	18018 kWh
Isıtma Sezonu Elektrik Sarfiyatı				
	Sıcak Su Kazanı Elektrik Sarfiyatı	Havalandırma Cihazı Elektrik Sarfiyatı	Toplam Elektrik Sarfiyatı	Bir Yıl Boyunca Toplam Elektrik Sarfiyatı
Isı Geri Kazanımsız Uygulama	4.87 kWh	5.20 kWh	10.07 kWh	10574 kWh
Isı Geri Kazanımlı Uygulama	1.76 kWh	2.30 kWh	4.06 kWh	4263 kWh
Mevsim Geçiş Elektrik Sarfiyatı				
	Havalandırma Cihazı Elektrik Sarfiyatı	Toplam Elektrik Sarfiyatı	Bir Yıl Boyunca Toplam Elektrik Sarfiyatı	
Isı Geri Kazanımsız Uygulama	5.20 kWh	5.20 kWh	3120 kWh	
Isı Geri Kazanımlı Uygulama	2.30 kWh	2.30 kWh	1380 kWh	

Yukarıdaki verilere bakıldığında ısı geri kazanımlı havalandırma sisteminin ısı geri kazanımsız havalandırma sistemine göre enerji verimliliğinin daha çok olduğu görülmektedir. Bu yüzden de bir yılda gerçekleştirdiği elektrik sarfiyatı ısı geri kazanımsız havalandırma uygulamasının yarısından daha azdır.

Isı Geri Kazanımsız Havalandırma Sistemi Toplam Elektrik Sarfiyatı: 48585 kWh

Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Sistemi Toplam Elektrik Sarfiyatı: 23661 kWh

Türkiye’de ofislerde tüketilen 1 kWh elektriğin birim fiyatı fonlar ve vergiler dahil 0.4641 TL’dir. (<http://enerjienstitusu.de/elektrik-fiyatlari/>, Erişim Tarihi: 30.07.2018)

Bu durumda ısı geri kazanımsız havalandırma sisteminin yıllık tükettiği elektrik enerjisi maliyeti yaklaşık 22549 TL’dir. Euro/TL 7,4 olarak düşünüldüğünde Elektrik tüketimi 3048 EURO olmaktadır. Isı geri kazanımlı havalandırma sisteminin ise yıllık tükettiği enerji miktarı yaklaşık 10981 TL’dir. Aynı Euro/TL oranına göre 1484 EURO’ya denk gelmektedir. Bu durumda ısı geri kazanımsız havalandırma sistemi 1 yıl boyunca yaklaşık 1564 EURO daha fazla enerji tüketmektedir.

Ayrıca kış aylarında gerçekleştirilen ısıtma sistemi için bir doğal gaz sarfıyatı da bulunmaktadır. Isıtma sezonunda 1050 saat boyunca ısıtma yapıldığı düşünülmüştür.

Isı Geri Kazanımsız Havalandırma Sistemi Doğal Gaz Sarfıyatı: 4599 m<sup>3</sup>h

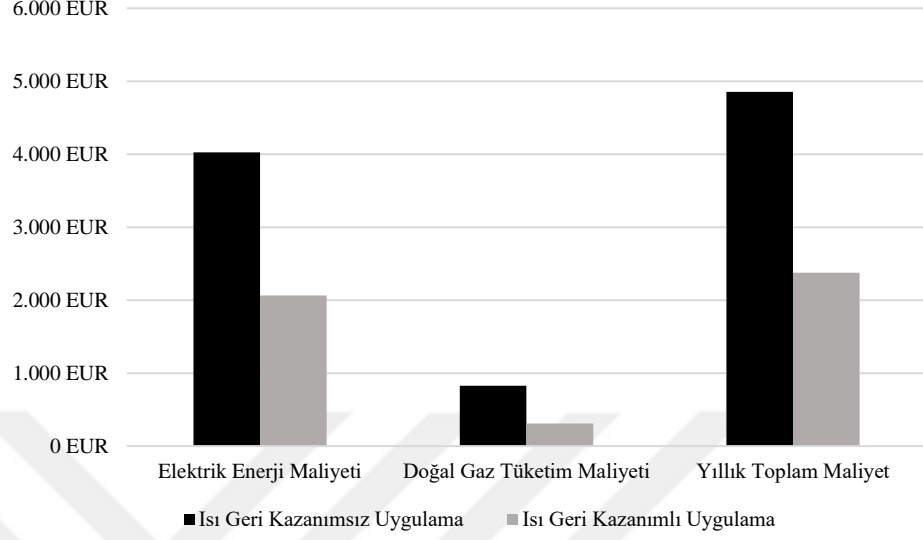
Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Sistemi Doğal Gaz Sarfıyatı: 1722 m<sup>3</sup>h

Ofislerde kullanılan doğal gazın 0-10000 m<sup>3</sup> arasındaki kullanımı için birim fiyatı fonlar ve vergiler dahil 1.390033 TL’dir. (<http://www.izmirgaz.com.tr/tr/Abonelik-Hizmetleri/Tarifeler/Dogalgaz-Bedeli-konut-serbest-.html>, Erişim Tarihi: 12.09.2018)

Bu durumda ısı geri kazanımsız havalandırma sisteminin yıllık tükettiği doğal gaz miktarı yaklaşık 6393 TL’dir. Euro/TL 7,4 olarak düşünüldüğünde 863 EURO’ya denk gelmektedir. Isı geri kazanımlı havalandırma sisteminin ise yıllık tükettiği doğal gaz miktarı yaklaşık 2394 TL’dir Aynı Euro/TL oranına 324 EURO’ya denk gelmektedir. Bu durumda ısı geri kazanımsız havalandırma sistemi 1 yıl boyunca yaklaşık 539 EURO daha fazla doğal gaz tüketmektedir.

Toplam ısı geri kazanımlı havalandırma sistemi yıllık 2103 EURO daha az doğal gaz ve elektrik enerjisi harcamaktadır. Isı geri kazanımlı havalandırma sisteminin ilk yatırım maliyeti 27115 EURO ve iki sistem arasındaki 2745 EURO’dur. Buna göre bu sistem yaklaşık 1,5 yılda ısı geri kazanımsız sisteme göre maliyetini dengelemektedir.

Kullanılan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazı testlerinde de görüldüğü gibi EcoDesign kriterlerine de uygunluk sağlamaktadır.



Şekil 6.10. İki uygulama arasındaki yıllık enerji sarfiyatı karşılaştırması

Bu iki durum karşılaştırıldığında hem yaklaşık sıfır enerjili binalar için uygulanması zorunlu olan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının kullanıldığı sistem hem maliyet açısından hem de çevreye ve bina performansı açısından daha uygun görülmektedir.

## 7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Isı geri kazanımlı havalandırma cihazları havalandırma uygulamalarında ısı ve enerji kazancı sağlayan cihazlar olarak bilinmektedirler. Ayrıca bu cihazların yaklaşık sıfır enerjili bina sistemlerinde kullanılması bir zorunluluktur. Her sertifikasyon sistemi içerisinde bu cihazlarla ilgili kriterler bulunmaktadır. İç hava kalitesinin artmasına etkisi olan bu cihazların sağladığı ısı ve enerji verimi de bu sertifikasyon sistemleri açısından ayrıca bir önem taşımaktadır.

Çalışma kapsamında, nominal çalışma debisi  $1400 \text{ m}^3/\text{h}$  olan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının TS EN 308 standardına göre 8 farklı noktada debi-basınç ve termal testler ile cihazın iç kaçak ve dış kaçak testleri TS EN 308 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar için tüm testler ilgili standartlara uygun bir test odasında gerçekleştirilmiş ve tüm veriler kayıt altına alınmıştır. Elde edilen ölçümlere göre ilgili cihazın debi-basınç grafiği çıkarılmış, cihaz içerisindeki toplam iç basınç kayıpları (ısı geri kazanım eşanjörü basınç kaybı, filtre basınç kaybı ve cihaz kasa basınç kaybı) hesaplanmış ve 8 farklı noktada cihaz içerisinde oluşan basınç kayıpları bulunmuştur.

Termal testten elde edilen ısı geri kazanım eşanjörü verimleri EN 13053 standardına göre hesaplanmış ve cihazın ısı geri kazanım sınıfı testi gerçekleştirilen 8 noktada da en yüksek sınıf olan H1 sınıfında çıkmıştır. Gerçekleştirilen iç kaçak testlerine göre  $1400 \text{ m}^3/\text{h}$ 'lik nominal hava debisi için gerçekleştirilen kaçak testlerinde cihazın iç ve dış kaçak test sonuçlarında ölçülen kaçakların nominal hava debisinin %3'nün altında olduğu hesaplanmıştır. Dolayısıyla ilgili cihaz gerçekleşen tüm testlerden olumlu sonuç almıştır.

Test sonuçlarından elde edilen verilere göre ve alınan elektriksel ölçümlere göre cihazın EcoDesign uyumluluk hesaplamaları gerçekleştirilmiş ve ısı geri kazanım verimi tüm noktalarda EcoDesign uyumluluğu sağlasa da hesaplanan  $SFP_{\text{cihaz}}$  değerinin 2 noktada  $SFP_{\text{limit}}$  değerinden fazla çıktığı görülmektedir. Ancak bu 2 noktada cihaz için deklare edilen nominal hava debisinden daha fazla olduğu için EcoDesign uyumluluk kriterlerinde problem yaşanmayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Ayrıca EN 1886 standardına göre bu ısı geri kazanımlı havalandırma cihazının kasa yapısının testleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen termal testlere göre kasanın termal iletkenlik katsayısı  $1,37 \text{ W/m}^2\text{K}$  (T3), termal köprüleme faktörü ise 0,47 (TB3) çıkmıştır. Bu değerler T1(en iyi)-T5(en kötü)- ve TB1(en iyi)-TB5 (en

kötü) değerleri arasında ortalama bir değer aralığında çıkmaktadır. Bu değerler için daha iyi sonuçlar elde edebilmek mümkündür. Termal iletkenlik katsayısını azaltabilmek için cihaz da kullanılan 30 mm'lik panellerin 50 mm'ye göre dizayn edilmesi ve termal izolasyon için kullanılan kaya yünü yoğunluğunun artırılması gerekmektedir. Termal köprüleme faktörünün artırılabilmesi için ise iç sac ile dış sacın birbirine teması engellenmelidir. Bunun için en uygun formül iki sac arasına uygun bir PVC profil tasarlanması uygun bir çözüm olacaktır. Bu sayede iç sac ile dış sac arasındaki temas engellenerek ısı kaçağı azaltılabilir ve santral gövdesinde oluşacak nem miktarı azaltılabilir.

Gerçekleştirilen mekanik dayanım testlerinde cihaza uygulanan negatif ve pozitif basınç altında cihazın ölçülen maksimum sehim değerleri -9,55 mm/m ve 5,14 mm/m'dir. Bu değerler sonucunda cihaz D2 dayanım sınıfında çıkmaktadır. D1-D3 dayanım sınıfı aralığında cihazın dayanım sınıfı orta seviyede çıkmaktadır. Dayanım testlerinden sonra da gerçekleştirilen kaçak testlerinde cihazın kaçak sınıfı L2 olarak hesaplanmıştır. L1-L3 kaçak sınıfı aralığında orta seviyede çıkmaktadır.

Cihazın mekanik dayanım sınıfını daha üst seviyeye çıkarabilmek için standart uygulanan maksimum panel boyu küçültülebilir, sac kalınlıkları artırılabilir ve izolasyon kalınlığı ve yoğunluğu artırılabilir, bu sayede daha iyi bir mekanik dayanım sınıfı elde etmek mümkündür. Cihazın kaçak sınıfı daha iyi bir seviyeye getirebilmek için ise cihaz içerisinde kullanılan kaçak izolasyon malzemesinin test edilmesi gerekmektedir, ayrıca cihaz içerisinde uygulanan silikonların daha hava kaçağına etkisi incelenmelidir.

Tez çalışmasının son bölümünde gerçekleştirilen ısı geri kazanımlı uygulama ve ısı geri kazanımsız uygulama arasındaki farklara bakıldığında yaklaşık sıfır enerjili bina uygulamalarında kullanılması zorunlu olan ısı geri kazanımlı uygulamanın yatırım maliyeti açısından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak işletmenin harcadığı elektrik ve doğalgaz maliyetleri karşılaştırıldığında ısı geri kazanımlı uygulamanın yaklaşık 1,5 yıl içerisinde yatırım maliyeti arasındaki farkı karşılamaktadır.

Sonuç olarak yapılan çalışmada da görüldüğü üzere ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının uygulanması büyük enerji tasarrufu sağlanmasına ve çevreci bir sistem oluşmasına katkı sağlamaktadır. Isı geri kazanımlı uygulamalar fosil yakıt tüketiminin azaltılmasına da ayrıca katkı sağlayacaktır. Gelecek yıllarda



fosil yakıtların tükeneceği düşünülduğünde ısı geri kazanımlı uygulamalar binalarda mutlaka kullanılmalıdır.

Ayrıca EcoDesign uyumlu cihazların üretilmesi de enerji tasarrufuna büyük katkı sağlamaktadır. Yüksek verimli ısı geri kazanım eşanjörlü, yüksek verimli fanlar sayesinde doğalgaz ve elektrik tüketimlerinden elde edilecek tasarruflar büyük önem taşımaktadır. Bu direktife uygun cihazların kullanılması ile ilgili faydaların yatırımcılara anlatılması ve yatırımcıların bu yönde teşvik edilmesi çok önemlidir. Ayrıca ülkemiz açısından bu direktiflere uygun cihazların üretilmesi üretici firmalar açısından da Avrupa Birliğine gerçekleştirilecek olan ihracatlarda büyük önem taşımaktadır. Maalesef bu direktife uyum sağlanamaması durumunda cihazlar CE etiketine sahip olamayacaklar ve Avrupa Birliği'ne ihracatı gerçekleştirilemeyecektir.

İlerleyen yıllarda ülkemizde üretilen havalandırma cihazları için EcoDesign kriterleri en önemli zorunluluk haline gelecektir ve bu seviyede üretim gerçekleştiren firmaların daha başarılı olacağından şüphe yoktur. Ayrıca tüm bu gerçekleştirilen testlerin ülkemizde yapılabilir olması çok önemli olduğu vurgulanmalıdır. Hali hazırda akredite bir laboratuvar bulunmayan ülkemizde bu testlerin gerçekleştirilebileceği bir akredite laboratuvar geliştirilmesi gayri safi milli hasıla için çok önemlidir, çünkü ülkemizde üretim gerçekleştiren tüm havalandırma firmaları bu sertifikalara sahip olabilmek için ülkemiz dışındaki laboratuvarlara binlerce Euro para ödemektedirler.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

**Acül, H., 2004,** Alüminyum kanatlı ısı eşanjörlerinde kullanılan epoksi ve hidrofilik kaplamalar, *Friterm Akademi Yayınları*, 3s.

**Altensis Managing Sustainability,** “Türkiye’nin ilk LEED sertifikalı projesi”, <http://www.altensis.com/proje/unilever-turkiye-merkez-ofisi-turkiyenin-ilk-leed-sertifikali-projesi/> (Erişim tarihi: 20 Haziran 2018)

**Altın M., 2016,** Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Ünitesine Ait Isı ve Akış Analizlerinin Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 119s.

**Altın M. ve Çangarlı C., 2017,** EcoDesign Uygulama Kriterleri, *AERA İklimlendirme Teknolojileri San. Ve Tic. A.Ş.*, 6s.

**Altun, A.F., 2016,** Ulusal ve Uluslararası Yeşil Bina Sertifikasyonlarının Enerji Performansı Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 110s.

**Andıç, A. Ve Arat, U.E., 2017,** 1253/ 2014 EcoDesign Direktifine Uygun Klima Santrallerinde Enerji Tasarrufu, *13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 421-430s.

**ANSI / ASHRAE Standard 55, 2004,** Thermal environmental conditions for human occupancy.

**Arslan, M., 2010,** Klima Santrallerinde Atık Isı Geri Kazanımının Enerji Verimliliği Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 66s.

**Atalay, B., 1998,** Waste Heat Recovery Using Regenerative Heat Exchanger. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 82s.

**Avrupa Birliği Enerji Komisyonu, 2014,** Commission Regulation (EU) No 1253/2014 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for ventilation units, 19s

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)**

**Baba, E., 2009**, Klima Santrallerinde Enerji Ekonomisi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 65s.

**Bahnfleth, W. P., 2015**, THE ASHRAE Building Energy Labeling Program, *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 6s.

**Başdil Güneş, S., 2017**, Türkiye'deki LEED ve BREEAM Yeşil Bina Sertifikasına Sahip Binaların Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı, 101s.

**Baştaoğlu, E., 2017**, LEED Yeşil Bina Sertifika Sistemi Uygulamalarının Değerlendirilmesi: Avrupa ve Türkiye, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gayrimenkul Geliştirme Anabilim Dalı, 151s.

**Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2010**, Binalarda Enerji Yönetmeliği

**Bereketli, İ., 2013**, An Integrated EcoDesign Methodology For Electrical and Electronic Equipment, Doktora Tezi, Galatasaray Üniversitesi Fen Bilim Fakültesi Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 192s.

**Binalarda Enerji Performansı**, “Sınıflara ve Bina Tipini Göre EKB Dağılımı”, <http://www.bep.gov.tr/BEPTRWEB/istatistikler.aspx#.W6IhJmgzaUk> (Erişim tarihi: 21 Haziran 2018)

**Brelh, N. & Seppänen, O., 2011**, Ventilation Rates and IAQ In European Standards and National Regulations, *32nd AIVC Conference and 1st TightVent Conference*, 9s.

**Building Research Establishment**, <https://www.breeam.com/> (Erişim tarihi: 20 Haziran 2018)

**Budak, E., 2017**, Rotorlu Tip Isı Geri Kazanım Cihazının Deneysel Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisli Ana Bilim Dalı, 98s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)**

**Büyükalaca, O., Bulut, H., and Yılmaz, T., 2001,** Analysis of Variable- Base Heating and Cooling Degree-Days for Turkey, *Applied Energy*, 269-283p.

**Cevahir, A.C., 2017,** Akıllı/Yeşil Binaların Enerji Verimliliğine Etkisinin İncelenmesi Ve Bir Kontrol Sistemi Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik- Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 89s.

**Çakmanus, İ., 2013,** Havalandırma Sistemlerinde Enerji Verimliliği, *Yeşil Bina Dergisi*, 22:44-52s.

**Çangarlı, C., 2008,** Air To Air Heat Exchanger Performance. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 78s.

**Çengel, A.Y., 2006,** Heat transfer : A Practical Approach, 2nd Edition, McGraw-Hill Education, Berlin, 1299p.

**Çengel, A.Y. ve Boles, M.A., 2010,** Thermodynamics : An Engineering Approach, 7th Edition, McGraw-Hill Education, Berlin, 1012p

**Çimen, F. 2006,** Klima Santrallerinde Enerji Tasarrufu, *Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi*,40:4-5s.

**Dabas, Y.H.M., 2018,** Model Based Design Of Heat Recovery Ventilation System, Yüksek Lisan Tezi, Atılım Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 57s.

**Demir Enerji,** “Türkiye’nin ilk yeşil sertifikalı binası”, [http://www.demirenerji.com/portfolio\\_item/redevco-erzurum-avm/](http://www.demirenerji.com/portfolio_item/redevco-erzurum-avm/) (Erişim tarihi: 20 Haziran 2018)

**Demirel, B., 2013,** Pasif Ev Uygulamasının Türkiye İçin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışım, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, 105s.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

**Demirel, Ö., 2001,** Klima Sistemlerinde Isı Geri Kazanımı, *Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi*, 16:30-32s.

**Doba, F., 1996,** Reküperatif Tıp Eşanjörlerin Optimizasyonu ve II. Kanuna Göre Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 92s.

**Doba, F., ve Oğulata, R., 1997,** Endüstriyel Hava Şartlandırılmasında Isı Geri Kazanımının Uygulanması, *III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 917-929s

**Dökmen, B., 2011,** Yüksek Verimli Hava Filtrelerinin Testleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 106s.

**Durgun, G., 2015,** Endüstriyel Tesislerde İç Hava Kalitesi, *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 271-281s.

**Eko Yapı Dergisi,** “10 Seçilmiş Proje Yüzde 90 Tasarruf Sağlayan Pasif Evler”, <http://www.ekoyapidergisi.org/3033-10-secilmis-proje-yuzde-90-tasarruf-saglayan-pasif-evler-passivhause.html> (Erişim tarihi: 20 Haziran 2018)

**Enerji Kimlik Belgesi,** “Enerji Kimlik Belgesi Yönetmeliği”, [https://www.enerjikimlikbelgesifiyatlari.com/?gclid=EAIaIQobChMIkNmsvk2wIVi8myCh1ZMwzDEAAYASAAEgJd8vD\\_BwE](https://www.enerjikimlikbelgesifiyatlari.com/?gclid=EAIaIQobChMIkNmsvk2wIVi8myCh1ZMwzDEAAYASAAEgJd8vD_BwE) (Erişim tarihi: 21 Haziran 2018)

**Erhorn, H. and Erhorn, H., 2012,** “The Path towards 2020: Nearly Zero-Energy Buildings”, <https://www.rehva.eu/publications-and-resources/rehvajournal/2012/032012/the-path-towards-2020-nearly-zero-energy-buildings.html> (Erişim tarihi: 20 Haziran 2018)

**Eniş, A., 2005,** Enerji Politikaları ile Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları. *5. Enerji Sempozyumu*, 33s.

**European Committee For Standardization, 1997,** TS EN 308 Isı Eşanjörleri-havadan havaya ve atık gazlardan ısı kazanımı cihazlarının performansının tayini için deney metotları

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)**

**European Committee For Standardization, 2006,** TS EN 13053:2006+A1:2011 Binaların havalandırması-Hava taşıma birimleri-Birimler, bileşenler ve bölümlerin performans ve oranları, 54s.

**European Committee For Standardization, 2007,** EN 13779 Konut Dışı Binalarda Havalandırma- Havalandırma ve Mahal İklimlendirme Sistemleri İçin Performans Kriterleri, 72s.

**European Committee For Standardization, 2009,** TS EN 1886 Havalandırma-Binalarda hava işleme ünitelerinin mekanik performansı, 35s.

**European Committee For Standardization, 2017,** TS EN ISO/IEC 17025 Deney ve kalibrasyon laboratuvarlarının yeterliliği için genel şartlar, 41s.

**Geçer, E. 2015,** Sürdürülebilir Su Yönetimi Çerçevesinde Yeşil Bina Tasarımı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 88s.

**Gediz, G., 2004,** Design and Optimization of a Zero Energy Building, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Fen Bilimler Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 162s.

**Gökbayrak, A., 2016,** Yeşil Binaların Değerlendirme Kriterlerinin Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Göre Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, 159s.

**Göksal Özbalta, T., ve Yıldız, Y., 2017,** Yüksek Enerji Verimliliğine Sahip Bina Uygulamaları. *13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 553-563s.

**Güngör, A., 1993,** Bazı Isı Değiştiricilerle Geri Kazanım Sistemleri, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 21-28s.

**Güngör, A., 1993,** Enerji Geri Kazanım Sistemleri. *I. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 415-450s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)**

**Güven, K. O., 2003**, Havadan Havaya Isı Geri Kazanım Sistemleri. *Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi* 26. Sayı, 5s.

**Händel, C., 2011**, Ventilation With Heat Recovery is A Necessity in “Nearly Zero” Energy Buildings, *REHVA Journal May 2011*, 18-22s.

**Hoda, N., 2015**, İklimlendirme Sistemlerinde İç Hava Kalitesi İçin Havanın Filtrelenmesi, *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 21-32s.

**Kakaç, S., ve Liu, H., 1998**, Heat Exchangers: Selection, Rating, and Thermal Design (3), CRC Press, Florida, 613p.

**Kalaycıoğlu, E., 2017**, A New Approach To Evaluate The Nearly Zero Energy Concept Of EPBD Recast At District Scale, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 154s.

**Karşlı, S., Güllüce, H., ve Saraç, H., 2011**, Isıtma Ve Soğutma Sistemlerinde Enerji Maliyetlerinin Karşılaştırılması, *Ulusal İklimlendirme Kongresi*, 41. Bildiri, 18s.

**Kaya, O., 2013**, Havadan Havaya Isı Geri Kazanım Cihazları İçin TS EN 308 Standardına Göre Test Düzeneği Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 87s.

**Korkmaz, B., 2013**, Numerical and Experimental Investigations of Heat Transfer in A Cross-Flow Heat Recovery System. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 115s.

**Kurnitski, J., 2017**, Appropriate Design Of Mechanical Heat Recovery Ventilation Systems For Residential Buildings, *REHVA Seminar ISH 2017*, 20s.

**Kurnitski, J., Thalfeldt, M., Van Weele, H., Toksoy, M., Carlsson, T., Bednarova, P.V., Olli Seppänen, O., 2017**, No.25: Residential Heat Recovery Ventilation, Federation of European Heating, Ventilation and Air-Conditioning Associations, Brussels, 40s.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

**Kuşkaya, S., 2018**, Kürsel Isınmanın Kontrol Altına Alınmasında Takip Edilen Enerji Politikalarının Etkinliği: Bir Sürekli Dalgacık Uyumu Modeli Yaklaşımı, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü , İktisat Anabilim Dalı, 247s.

**Küçüka, S., 2006**, Isı Geri Kazanım Cihazlarının Bazı Şehirlerdeki Yıllık Toplam Isıtma ve Soğutma Kazançları, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 93. Sayı 13-19s.

**Küçükçalı, R., 2005**, Enerji Ekonomisi, İsisan Yayıncılık, Ders Kitabı: 552, 53 s.

**Mardiana-Idayu, A., and S,b, Riffat, 2012**, Review on Heat Recovery Technologies for Building Applications, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16,2: 1241-255s.

**Mousa, R., and Farag, A., 2016**, The Applicability of LEED of New Construction (LEED-NC) in the Middle East, Green Urbanism International Conference, 37. Bildiri, 11s.

**New Zealand Green Building Council**, “Green Square South Tower”, [https://www.nzgbc.org.nz/content/nabers\\_intro/story\\_content/external\\_files/Case%20Study%20-%20Green%20Square%20South%20Tower.pdf](https://www.nzgbc.org.nz/content/nabers_intro/story_content/external_files/Case%20Study%20-%20Green%20Square%20South%20Tower.pdf) (Erişim tarihi: 20 Haziran 2018)

**Nield, D.A., and Adrian B., 1992**, Convection in Porous Media, Springer- Verlag, New York, 250p.

**Oflazoğlu, Z., 2013**, Mimari Tasarım Yaklaşımı Olarak Sıfır Enerji Bina Kavramı ve Ülkemizde Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, 152s.

**Oral Akdilli, Z., ve Arısoy, A., 2015**, Alışveriş Merkezlerinde İç Hava Kalitesi, *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 38-48s.

**Osmançelebioğlu, D., 2015**, Sürdürülebilir Mimari ve Sertifikalı Yeşil Binalar. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, 98s.



**KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)**

**Ömerca Akyol, M., 2012,** Az Katlı Konutlarda Pasif Ev Kriterlerinin Bina Isıl Performansına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, 142s.

**Özer, M., 2007,** Bir Ameliyathane Klima Santrali Tasarımı, Termodinamik Testleri ve Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 141s.

**Özer, M., ve Budak, E., 2015,** Havalandırma Cihazlarında Isı Geri Kazanım ve Toplam Enerji Verimliliğinin Simülasyonu, *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 395-401s.

**Öztürk, A., 2015,** Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemlerinin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, Enerji Bilim ve Teknoloji Ana Bilim Dalı, 167s.

**Özyoğurtçu, G., 2012,** A Study On Combination of Electrical Heater, Exhaust Air Heat Recovery Unit and Solar Energy Assisted System For Building Ventilation, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 134s.

**Pak, R., 2015,** Developing A New Design Passive House With A Partial Double-Skin Facade, Double-Skin Roof, Underground Space and Earth Tube Based On Energy and Airflow Performance, Doktora Tezi, Yeditepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri ve Sistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 183s.

**Passiv Haus Buildings** , “Passiv Haus Database”, <https://passivhausprojekte.de/index.php?lang=en#k> (Erişim tarihi: 21 Haziran 2018)

**Rodriguez Anderson, S. M., 2014,** Sensible Air to Air Heat Recovery Strategies in a Passive House, Yüksek Lisans Tezi, Portland State University Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, 58s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)**

**Sağlam, B., 2015**, Farklı İklim Tipleri İçin Sıfır Enerjili Bina TAsarımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 101s.

**Selici, T., 2006**, Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilir Gelişme: Balıkesir Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 156s.

**Sofuoğlu, S. C., 2015**, İç Hava Kirleticileri ve İnsan Sağlığına Etkisi, *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 181-192s.

**Şahan, M., 2000**, HVAC Uygulamalarında Isı Geri Kazanımı, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 40-51.

**Şahan, M., 2003**, Isı Geri Kazanım Eşanjörlerinin Kullanım Opsiyonları, *Tesisat Mühendisleri Dergisi*, 34-47.

**Şahan, M., 2005**, İklimlendirme Sistemlerinde Isı Geri Kazanımı, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 5-12.

**Şengezer, O., 2011**, Pasif Ev Sistemlerinde Enerjinin Etkin Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, 179s.

**Şentürk, U., Aktakka, S., ve Toksoy, M., 2015**, Havalandırmada Enerji Geri Kazanımı: Araştırma ve Geliştirme, *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 61-85s.

**Şentürk, U., Altın, M., Açar, G., Aktakka, S., ve Toksoy, M., 2015**, Bir Isı Geri Kazanım Cihazının Performans Karakteristiklerinin Deneysel ve Sayısal Olarak Belirlenmesi, *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 372-379s.

**Şimşek, E. P., 2012**, Sürdürülebilirlik Bağlamında Yeşil Bina Olma Kriterleri "Kağıthane Ofispark Projesi Örneği", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gayrimenkul Geliştirme Anabilim Dalı, 139s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)**

**Şişman, N., 2018**, Türkiye'nin 2023 Yılında Toplam Elektrik Enerjisi Talebini Karşılama İçin Optimum Güneş Enerjisi Seçeneğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü , Makina Anabilim Dalı, 148s.

**T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, “Binalarda Enerji Kimlik Belgesi Nedir? ”, <http://webdosya.csb.gov.tr/db/samsun/webmenu/webmenu4379.pdf> (Erişim tarihi: 20 Haziran 2018)

**Taşkın, S., ve Heperkan, H., 2015**, Konutlarda İç Hava Kalitesi Uygulaması, *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 331-342s.

**Taşkın, S., 2017**, Yaklaşık Sıfır Enerjili Binalar ve Havalandırma Sistemleri, *Systemair HSK Yayınları*, 5s.

**The Green Building Information Gateway**, <http://www.gbig.org/> (Erişim tarihi: 20 Haziran 2018)

**TMMOB İzmir Şubesi, 2015**, Okullarda İç Hava Kalitesi

**Türker, M., 2010**, Green Building Rating Systems: An Assessment For Turkey and The Case of Erzurum Shopping Center- The First BREEAM Certified Building of Turkey, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Enstitüsü, Gayrimenkul Geliştirme Ana Bilim Dalı, 131s.

**Uluer, H. S., 2017**, Yeşil Bina Sertifika Ölçütlerinin Yeşil Ergonomi Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Birimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, 85s.

**United States Green Building Council, 2008**, New Construction and Major Renovations, United States, 1-85.

**United States Green Building Council, 2008**, LEED 2009 for Existing Buildings Operations and Maintenance Rating System, United States, 1-87.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)**

**Ünal, Ö., ve Bayram, M., 2017**, Enerji Kimlik Belgesinin Kapsamı Nedir, Nasıl Düzenlenir ve Sonuçları Nasıl Değerlendirilmelidir, *13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 541-549s.

**Yalçın, G., 2013**, Yeşil Bina Sertifika Programları ve Türkiye'deki Uygulanabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 124s.

**Yeşil Bina Sürdürülebilir ve Yapı Teknolojileri Dergisi**, “Türkiye’nin ilk DGBN sertifikalı projesi”, [http://www.yesilbinadergisi.com/yayin/709/turkiye-nin-ilk-dgnb-sertifikali-projesi-quasaristanbul\\_21394.html#.W6IMjGgzaUm](http://www.yesilbinadergisi.com/yayin/709/turkiye-nin-ilk-dgnb-sertifikali-projesi-quasaristanbul_21394.html#.W6IMjGgzaUm) (Erişim tarihi: 20 Haziran 2018)

**Yeşil Bina Sürdürülebilir ve Yapı Teknolojileri Dergisi**, “Türkiye'nin Yerli Konut Sertifikası ÇEDBİK-Konut'u Alan İlk Proje Antteras”, <https://translate.google.com/#en/tr/T%C3%BCrkiye'nin%20Yerli%20Konut%20Sertifika%C4%B1%20%C3%87EDB%C4%B0K-Konut'u%20Alan%20%C4%B0k%20Proje%20Antteras> (Erişim tarihi: 21 Haziran 2018)

**Yetkin, E. G., 2014**, Mevcut Yapılar Kapsamında Yeşil Bina Sertifika Sistemleri Enerji Kriterlerinin Belirlenmesi İçin LEED, BREEAM ve DGNB Sistemlerinin Karşılaştırmalı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı, 189s.

**Yemşen, B., 2016**, İç Ortam Hava Kalitesinin İyileştirilmesinde Mekanik Havalandırma Sistemlerinin Etkisi ve Endüstriyel Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 102s.

**Yönet, T., 2017**, Konutlarda Bağımsız Havalandırmanın Önemi, *13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 59-65s.

**Yumurtacı Kaya, N., 2018**, Yeşil Yıldız Projesi- Miracle İstanbul Asia Otel, Yüksek Lisans Tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 116s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)**

**Yüksekkaya, T., 2016**, Binalarda Enerji Verimliliği AB ve Türk Mevzuatı, *T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı*, 64s.



## ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında İzmir’de doğdu. Lise öğrenimini Yunus Emre Anadolu Lisesi’nde tamamladıktan sonra 2006 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2012 yılında lisans eğitimini tamamlayarak Makine Mühendisi unvanını aldı. 2012 yılının ağustos ayından 2014 yılının nisan ayına kadar TEKNOKLİMA San. Tic. Ltd. Şti. firmasında Merkezi Klima Sistemleri Proje ve Satış Mühendisi olarak çalıştı. Daha sonra 2014 yılının nisan ayından 2017 yılının mart ayına kadar İMEKSAN İzmir Menfez ve Klima San. Tic. A.Ş. firmasında Mühendislik Departmanı Şefi olarak çalışmıştır. Daha sonra bu firmadan ayrılarak 2017 yılının mart ayından itibaren çalışmaya başladığı AERA İklimlendirme Teknolojileri San. ve Tic. A.Ş. firmasında halen Proje Yöneticisi olarak çalışmaktadır. Çalışma hayatına devam ederken 2016 yılı eylül ayında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Güneş Enerjisi Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Bunun yanı sıra 2018 yılının ocak ayında Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Tezsiz Yüksek Lisans eğitimini tamamlamıştır. Ayrıca 2012 yılından beri Dokuz Eylül Rotaract Kulübü üyesi olup 2016- 2017 döneminde kulüp başkanlığı görevini üstlenmiştir.

## **EKLER**

Ek- 1 EN 308 Standardı Termal Test Verileri

Ek- 2 EN 1886 Standardı Termal Test Verileri



Besleme hava debisi		1200 m3/h																						
Egzoz hava debisi		1200 m3/h																						
	101(OA1)	102(OA2)	103(OA3)	105(OA5)	105(OA5)	106(EA1)	107(EA2)	108(EA3)	109(EA5)	110(EA5)	111(RA1)	112(RA2)	113(RA3)	115(RA5)	115(RA5)	116(SA1)	117(SA2)	118(SA3)	119(SA5)	120(SA5)	201(OA-RH)	202(EA-RH)	203(RA-RH)	205(SA-RH)
1	5,01	5,01	5,01	5,00	2,51	14,06	14,11	14,15	14,18	2,88	25,02	25,03	25,02	25,01	4,40	20,99	20,97	21,00	20,99	4,21	9,02	10,00	4,97	3,21
2	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,09	14,16	14,12	14,12	3,68	25,00	25,03	25,00	24,97	4,52	21,00	20,98	21,00	21,00	4,04	9,01	10,00	4,99	3,21
3	5,01	5,01	5,01	5,02	2,50	14,06	14,15	14,12	14,16	3,68	25,02	24,98	25,01	24,98	4,52	21,00	20,97	21,00	21,00	4,18	9,00	10,00	4,97	3,21
5	5,02	5,02	5,06	5,01	2,51	14,06	14,12	14,13	14,17	3,68	25,01	24,98	25,02	25,03	4,52	21,00	20,98	20,91	20,92	4,13	9,01	10,00	4,99	3,53
5	5,01	5,02	5,01	5,06	2,51	14,04	14,14	14,11	14,17	3,68	25,03	24,97	24,00	25,01	4,52	21,00	20,98	20,99	20,90	4,12	9,00	10,00	4,97	3,53
6	5,00	5,02	5,01	5,00	2,51	14,05	14,14	14,12	14,16	3,68	25,03	25,03	25,01	25,03	4,52	21,00	20,93	21,00	21,00	4,05	9,00	10,00	4,97	3,53
7	5,01	5,01	5,02	5,01	2,51	14,03	14,12	14,11	14,12	3,65	25,01	25,03	25,02	25,02	4,52	21,00	20,98	21,00	21,00	4,05	9,01	10,00	4,97	3,53
8	5,01	5,01	5,01	5,02	2,51	14,00	14,10	14,11	14,13	3,65	24,97	26,01	25,01	24,98	4,52	20,92	20,98	21,00	20,91	4,04	9,00	9,99	4,97	3,52
9	5,01	5,01	5,01	5,05	2,51	14,00	14,13	14,18	14,13	3,65	25,00	26,03	25,02	25,00	4,52	20,99	20,97	20,99	20,99	4,05	9,81	9,99	4,97	3,53
10	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,04	14,12	14,18	14,11	3,66	25,03	26,03	25,01	25,00	4,52	21,00	20,94	21,00	20,91	4,04	9,00	10,00	4,97	3,52
11	5,05	5,01	5,02	5,01	2,51	14,01	14,12	14,17	14,12	3,66	25,03	26,03	25,01	25,01	4,52	20,95	20,97	20,95	20,99	4,04	9,82	10,00	4,97	3,79
12	5,01	5,00	5,02	5,02	2,50	14,11	14,12	14,16	14,10	3,66	25,03	26,04	25,00	25,01	4,52	20,95	20,95	21,00	21,00	4,04	9,82	10,00	4,97	3,79
13	5,02	5,01	5,01	5,01	2,50	14,18	14,11	14,15	14,19	3,66	24,97	25,01	24,97	25,02	4,52	22,99	20,95	20,95	21,00	4,04	9,81	10,00	4,97	3,79
15	5,01	5,01	5,01	5,02	2,50	14,11	14,18	14,15	14,18	3,66	24,98	25,02	25,00	24,98	4,52	20,99	20,95	20,93	20,99	4,04	9,82	10,00	4,97	3,78
15	5,05	5,01	5,01	5,01	2,50	14,00	14,15	14,16	14,16	3,66	24,97	25,03	25,01	25,00	4,52	20,99	20,94	20,92	21,00	4,04	9,82	10,00	4,97	3,39
16	5,02	5,06	5,02	5,01	2,50	14,18	14,11	14,15	14,11	3,66	24,97	25,02	25,01	25,01	4,52	20,95	20,98	20,91	20,99	4,04	9,80	10,00	4,97	3,39
17	5,01	5,06	5,02	5,01	2,50	14,17	14,16	14,13	14,13	3,65	25,03	25,01	25,03	24,97	4,52	21,00	21,00	21,00	21,00	4,04	9,81	9,96	4,97	3,39
18	5,01	5,02	5,01	5,02	2,50	14,16	14,15	14,13	14,16	3,66	25,02	25,02	25,00	25,00	4,52	20,91	20,98	20,93	20,99	4,04	9,81	10,00	4,96	3,39
19	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,16	14,17	14,11	14,11	3,65	25,01	25,02	25,02	24,98	4,52	21,00	20,95	20,99	21,00	4,04	9,80	9,96	4,97	3,39
20	5,02	5,02	5,01	5,02	2,50	14,11	14,16	14,14	14,16	3,65	25,03	25,01	25,03	25,02	4,52	21,00	20,95	20,93	21,00	4,04	9,87	10,00	4,96	3,38
21	5,01	5,02	5,02	5,01	2,50	14,11	14,13	14,10	14,18	3,65	25,00	25,03	24,98	25,00	4,52	20,99	20,95	20,92	20,93	4,04	9,86	10,00	4,96	3,38
22	5,02	5,00	5,01	5,01	2,49	14,12	14,14	14,12	14,14	3,65	25,01	25,02	24,97	24,98	4,51	20,99	20,99	20,93	20,99	4,04	9,87	10,00	4,97	3,39
23	5,06	5,01	5,01	5,01	2,49	14,12	14,15	14,19	14,11	3,65	25,00	25,01	25,03	25,00	4,51	20,90	21,00	20,92	21,00	4,04	9,87	10,00	4,96	3,39
25	5,02	5,01	5,01	5,01	2,49	14,11	14,14	14,11	14,11	3,61	25,02	25,01	25,03	25,00	4,51	20,99	20,99	20,90	21,00	4,04	9,86	9,90	4,96	3,39
25	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,11	14,11	14,10	14,16	3,61	25,02	25,01	25,02	25,02	4,51	20,99	20,99	20,99	21,00	4,04	9,86	9,90	4,96	3,39
26	5,01	5,01	5,02	5,02	2,51	14,11	14,11	14,16	14,58	3,61	25,01	25,03	24,97	24,97	4,51	21,00	20,99	21,00	21,00	4,04	9,82	9,70	5,00	3,38
27	5,02	5,01	5,00	5,02	2,51	14,18	14,10	14,16	14,13	3,61	25,02	25,01	25,03	25,01	4,51	21,00	21,00	20,99	21,00	4,04	9,83	9,80	5,00	3,38
28	5,01	5,01	5,00	5,00	2,51	14,16	14,19	14,11	14,58	3,61	25,01	25,01	25,03	25,00	4,51	21,00	20,99	21,00	20,94	4,04	9,82	9,87	5,00	3,38
29	5,00	5,02	5,01	5,01	2,51	14,15	14,18	14,16	14,11	3,61	25,00	25,01	24,97	24,98	4,51	21,00	20,99	21,00	21,00	4,04	9,82	9,89	5,00	3,38
30	5,00	5,01	5,05	5,02	2,51	14,16	14,16	14,11	14,19	3,61	25,01	25,00	24,97	25,00	4,51	20,99	20,95	20,99	20,99	4,04	9,83	9,76	5,00	3,74
31	5,02	5,00	5,05	5,01	2,50	14,16	14,18	14,11	14,11	3,61	25,02	25,01	24,98	25,02	4,51	21,00	20,97	20,92	21,00	4,04	9,83	9,99	4,96	3,74
32	5,01	5,01	5,02	5,01	2,50	14,14	14,16	14,15	14,57	3,61	25,01	25,00	24,98	24,98	4,51	20,99	21,00	20,90	20,99	4,04	9,83	9,99	5,00	3,74
33	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,13	14,12	14,12	14,18	3,61	25,02	25,01	25,02	24,98	4,51	21,00	21,00	20,95	20,93	4,04	9,82	9,99	5,00	3,74
35	5,02	5,00	5,01	5,02	2,50	14,13	14,16	14,11	14,55	3,61	25,01	25,02	25,03	25,01	4,51	20,99	21,00	20,99	21,00	4,04	9,83	9,99	5,00	3,73
35	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,12	14,14	14,11	14,51	3,61	25,02	25,02	25,03	25,01	4,51	21,00	21,00	21,00	20,93	4,22	9,83	9,99	5,00	3,73
36	5,01	5,00	5,00	5,00	2,50	14,12	14,15	14,18	14,54	3,61	25,02	24,97	25,03	25,01	4,51	21,00	21,00	21,00	20,91	4,04	9,82	9,99	5,00	3,74
37	5,01	5,01	5,01	5,00	2,50	14,12	14,11	14,13	14,15	3,61	25,03	25,02	25,02	25,02	4,51	20,99	20,90	21,00	20,91	4,12	9,83	9,99	5,00	3,74
38	5,01	5,01	5,07	5,01	2,50	14,12	14,15	14,11	14,55	3,61	24,97	25,01	24,98	25,01	4,51	20,99	20,99	20,93	20,94	4,12	9,82	9,99	5,00	3,74
39	5,01	5,01	5,05	5,00	2,50	14,13	14,15	14,11	14,56	3,69	25,03	25,01	25,02	25,01	4,51	21,00	21,00	21,00	21,00	4,22	9,82	9,99	5,00	3,74
50	5,01	5,01	5,01	5,02	2,50	14,14	14,13	14,12	14,52	3,69	25,03	24,00	25,03	25,03	4,51	20,99	21,00	20,94	20,99	4,22	9,82	9,96	5,00	3,74
51	5,01	5,02	5,07	5,01	2,49	14,11	14,12	14,19	14,18	3,69	25,03	25,01	25,00	25,00	4,51	20,95	21,00	21,00	20,91	4,22	9,82	9,96	5,00	3,74

EK-1



Besleme hava debisi		1200 m3/h																						
Egzoz hava debisi		1200 m3/h																						
	101(OA1)	102(OA2)	103(OA3)	105(OA5)	105(OA5)	106(EA1)	107(EA2)	108(EA3)	109(EA5)	110(EA5)	111(RA1)	112(RA2)	113(RA3)	115(RA5)	115(RA5)	116(SA1)	117(SA2)	118(SA3)	119(SA5)	120(SA5)	201(OA-RH)	202(EA-RH)	203(RA-RH)	205(SA-RH)
52	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,11	14,11	14,17	14,55	3,69	25,03	25,00	24,98	25,01	4,51	21,00	21,00	21,00	20,94	4,22	9,82	9,96	5,00	3,74
53	5,01	5,00	5,01	5,02	2,49	14,13	14,13	14,11	14,11	3,69	25,02	25,02	25,01	24,97	4,51	21,00	20,99	21,00	21,00	4,11	9,83	9,99	5,00	3,74
55	5,01	5,01	5,05	5,01	2,49	14,11	14,11	14,18	14,12	3,69	25,02	25,01	25,00	25,01	4,51	21,00	21,00	20,99	20,99	4,22	9,83	9,99	4,99	3,74
55	5,02	5,06	5,00	5,01	2,50	14,11	14,51	14,11	14,58	3,69	25,02	25,01	25,02	24,97	4,51	20,99	21,00	20,99	21,00	4,22	9,83	9,99	5,00	3,73
56	5,01	5,01	5,01	5,02	2,50	14,18	14,56	14,17	14,13	3,68	25,01	25,00	25,03	25,01	4,51	20,99	21,00	21,00	20,91	4,18	9,82	9,99	4,99	3,74
57	5,02	5,01	5,05	5,00	2,50	14,11	14,10	14,16	14,51	3,68	25,00	25,01	24,98	25,02	4,51	21,00	20,94	21,00	21,00	4,00	9,83	9,96	5,00	3,74
58	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,17	14,56	14,12	14,14	3,68	25,01	25,00	25,03	25,00	4,51	21,00	21,00	21,00	21,00	4,22	9,83	9,96	5,00	3,74
59	5,01	5,01	5,00	5,00	2,50	14,17	14,58	14,17	14,14	3,68	25,01	25,00	24,98	24,98	4,51	21,00	21,00	21,00	21,00	4,22	9,87	9,96	5,00	3,73
50	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,18	14,57	14,13	14,59	3,68	25,01	25,02	24,97	25,03	4,51	20,92	21,00	21,00	21,00	4,12	9,80	9,96	4,99	3,38
51	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,15	14,55	14,16	14,17	3,68	25,00	25,01	24,98	25,02	4,51	20,99	20,99	21,00	21,00	4,22	9,00	9,96	5,00	3,39
52	5,01	5,01	5,06	5,01	2,49	14,15	14,56	14,14	14,16	3,68	25,00	25,02	24,97	25,00	4,52	21,00	20,99	21,00	21,00	4,22	9,01	9,96	5,00	3,78
53	5,01	5,01	5,06	5,01	2,49	14,16	14,53	14,12	14,10	3,67	25,03	25,00	25,03	25,02	4,51	20,92	20,95	20,99	20,99	4,22	9,10	9,96	5,00	3,53
55	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,15	14,58	14,13	14,55	3,68	25,00	25,02	25,03	25,01	4,52	20,95	21,00	21,00	21,00	4,22	9,02	9,96	5,00	3,21
55	5,00	5,02	5,01	5,06	2,49	14,13	14,53	14,11	14,13	3,68	25,00	25,01	24,97	25,02	4,51	21,00	20,99	20,92	21,00	4,22	9,11	9,99	5,00	3,24
56	5,00	5,02	5,02	5,00	2,49	14,15	14,56	14,14	14,57	3,68	25,01	25,02	24,97	25,00	4,51	21,00	20,92	21,00	21,00	4,22	9,20	10,00	5,00	3,23
57	5,00	5,02	5,01	5,00	2,49	14,13	14,55	14,12	14,56	3,68	24,00	25,00	25,03	25,02	4,51	21,00	20,92	20,93	21,00	4,21	9,11	10,00	4,97	3,25
58	5,02	5,01	5,00	5,01	2,49	14,16	14,56	14,16	14,53	3,68	25,01	25,00	24,97	25,01	4,51	20,93	21,00	21,00	20,99	4,21	9,12	9,99	5,00	3,26
59	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,16	14,54	14,14	14,15	3,68	25,00	25,01	25,03	25,02	4,52	21,00	20,99	21,00	20,94	4,21	9,19	9,99	4,97	3,27
60	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,13	14,54	14,15	14,17	3,68	25,02	25,01	25,01	25,02	4,52	20,99	20,93	20,99	20,99	4,21	9,10	9,99	4,99	3,29
61	5,06	5,01	5,01	5,06	2,49	14,17	14,52	14,17	14,17	3,68	25,01	24,00	24,98	25,02	4,51	20,99	20,91	20,99	20,94	4,21	9,00	9,99	4,97	3,30
62	5,01	5,02	5,00	5,01	2,49	14,16	14,56	14,10	14,15	3,68	25,01	25,01	24,98	25,01	4,51	21,00	20,93	21,00	20,92	4,21	9,10	9,99	4,97	3,51
63	5,02	5,01	5,02	5,01	2,50	14,11	14,58	14,12	14,11	3,68	25,03	25,01	25,02	25,01	4,51	20,99	20,93	20,99	20,90	4,21	9,00	9,99	4,97	3,52
65	5,01	5,01	5,00	5,00	2,50	14,11	14,58	14,17	14,51	3,68	25,02	25,02	25,00	25,02	4,52	20,99	20,93	20,93	20,93	4,21	9,11	9,99	4,97	3,39
65	5,01	5,01	5,05	5,01	2,50	14,12	14,56	14,19	14,11	3,68	25,01	24,00	25,00	25,02	4,51	21,00	20,91	20,99	20,99	4,21	9,19	9,99	4,97	3,55
66	5,01	5,00	5,01	5,01	2,49	14,15	14,57	14,18	14,11	3,68	25,02	25,02	25,03	24,97	4,51	21,00	20,90	21,00	21,00	4,21	9,17	9,99	4,97	3,59
67	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,11	14,59	14,11	14,15	3,68	25,02	25,01	25,03	25,00	4,51	20,95	20,99	20,93	20,92	4,21	9,00	9,99	4,97	3,58
68	5,01	5,05	5,01	5,01	2,49	14,14	14,13	14,12	14,13	3,68	25,00	25,01	24,97	24,98	4,51	20,95	20,95	21,00	21,00	4,21	9,09	9,99	4,97	3,59
69	5,01	5,02	5,00	5,01	2,50	14,16	14,16	14,16	14,56	3,68	25,01	24,00	25,02	25,02	4,51	21,00	20,99	21,00	21,00	4,21	9,09	9,99	4,97	3,70
70	5,01	5,00	5,01	5,00	2,50	14,15	14,14	14,16	14,57	3,68	25,02	25,01	25,01	24,97	4,52	21,00	20,99	20,94	20,91	4,21	9,02	9,99	4,97	3,74
71	5,02	5,02	5,01	5,02	2,50	14,17	14,14	14,18	14,16	3,68	25,01	25,01	25,02	24,99	4,51	21,00	21,00	20,94	21,00	4,21	9,80	9,99	4,96	3,73
72	5,01	5,01	5,01	5,01	2,51	14,16	14,15	14,16	14,58	3,68	25,02	25,00	25,01	25,01	4,51	21,00	21,00	20,99	21,00	4,21	9,83	9,99	4,96	3,74
73	5,01	5,01	5,05	5,00	2,51	14,10	14,16	14,10	14,17	3,68	25,01	25,01	24,97	24,98	4,51	20,93	21,00	21,00	21,00	4,21	9,83	9,99	4,96	3,76
75	5,01	5,05	5,01	5,01	2,51	14,11	14,11	14,10	14,11	3,68	25,01	25,01	25,01	25,01	4,51	21,00	20,95	20,99	20,91	4,21	9,81	9,99	4,96	3,76
75	5,02	5,01	5,01	5,00	2,49	14,11	14,11	14,11	14,11	3,68	25,01	24,97	25,00	25,01	4,52	20,99	20,99	21,00	20,99	4,21	9,80	9,99	4,96	3,79
76	5,01	5,01	5,01	5,02	2,50	14,15	14,11	14,14	14,13	3,68	25,01	25,03	25,02	25,00	4,51	21,00	20,99	21,00	20,95	4,21	9,81	9,99	4,96	3,78
77	5,06	5,02	5,01	5,02	2,50	14,17	14,11	14,15	14,17	3,68	25,02	25,03	25,00	24,98	4,51	20,99	21,00	21,00	21,00	4,21	9,82	10,00	4,95	3,80
78	5,01	5,01	5,01	5,00	2,50	14,18	14,15	14,16	14,18	3,69	25,01	25,01	25,03	25,01	4,51	21,00	21,00	21,00	20,94	4,21	9,86	9,90	4,96	3,71
79	5,02	5,02	5,02	5,02	2,50	14,17	14,16	14,17	14,18	3,69	24,00	25,00	25,00	25,03	4,51	21,00	20,99	20,99	20,95	4,22	9,81	10,00	4,95	3,74
80	5,01	5,02	5,01	5,01	2,51	14,02	14,13	14,18	14,13	3,69	25,00	25,02	25,40	24,99	4,51	21,00	21,00	21,00	21,00	4,21	9,81	10,00	4,95	3,73
81	5,05	5,00	5,00	5,01	2,51	14,00	14,18	14,10	14,10	3,69	25,02	25,02	25,03	24,99	4,51	20,99	21,00	21,00	21,00	4,22	9,81	9,99	4,95	3,73
82	5,01	5,01	5,01	5,01	2,51	14,03	14,18	14,12	14,15	3,68	25,02	25,01	25,02	25,03	4,51	20,99	21,00	21,00	20,99	4,22	9,83	10,00	4,95	3,76

EK-1 (devamı)

Besleme hava debisi		1200 m3/h																						
Egzoz hava debisi		1200 m3/h																						
	101(OA1)	102(OA2)	103(OA3)	105(OA5)	105(OA5)	106(EA1)	107(EA2)	108(EA3)	109(EA5)	110(EA5)	111(RA1)	112(RA2)	113(RA3)	115(RA5)	115(RA5)	116(SA1)	117(SA2)	118(SA3)	119(SA5)	120(SA5)	201(OA-RH)	202(EA-RH)	203(RA-RH)	205(SA-RH)
83	5,01	5,02	6,00	5,01	2,50	14,03	14,13	14,12	14,18	3,68	25,01	25,02	25,03	25,03	4,51	21,00	21,00	20,99	21,00	4,22	9,87	9,97	4,95	3,75
85	5,01	5,00	5,01	5,02	2,51	14,06	14,11	14,13	14,16	3,61	25,01	25,01	25,03	25,00	4,52	21,00	20,99	21,00	20,90	4,22	9,81	9,97	4,95	3,78
85	5,01	5,01	5,01	5,02	2,51	14,07	14,13	14,13	14,15	3,61	25,00	25,02	24,97	25,02	4,51	20,99	20,98	21,00	20,90	4,22	9,80	10,00	4,95	3,78
86	5,01	5,02	5,01	5,01	2,53	14,11	14,14	14,11	14,12	3,61	25,01	25,02	24,97	25,01	4,52	20,93	20,93	20,94	20,95	4,22	9,82	10,00	4,95	3,78
87	5,01	5,01	5,01	5,01	2,54	14,11	14,17	14,16	14,11	3,61	25,00	25,02	24,97	25,03	4,51	21,00	20,97	20,93	20,91	4,22	9,81	10,00	4,95	3,79
88	5,01	5,01	5,01	5,02	2,54	14,13	14,11	14,19	14,15	3,61	25,01	25,02	24,98	24,97	4,51	20,91	20,92	20,92	20,91	4,22	9,82	9,99	4,95	3,80
89	5,06	5,01	5,01	5,01	2,54	14,15	14,14	14,03	14,17	3,61	25,00	25,01	24,98	25,00	4,51	20,99	20,97	20,95	21,00	4,22	9,82	10,00	4,94	3,31
90	5,05	5,01	5,06	5,01	2,54	14,16	14,11	14,06	14,06	3,61	25,02	25,01	25,03	25,00	4,52	21,00	20,98	21,00	21,00	4,22	9,83	10,00	4,95	3,31
91	5,01	5,00	5,01	5,05	2,54	14,17	14,13	14,08	14,05	3,61	25,02	25,01	25,02	25,01	4,51	21,00	20,98	20,99	21,00	4,22	9,82	10,00	4,95	3,33
92	5,01	5,05	5,02	5,02	2,54	14,11	14,16	14,07	14,11	3,65	25,01	25,01	24,97	24,97	4,51	21,00	20,97	20,93	21,00	4,22	9,83	10,00	4,95	3,33
93	5,02	5,01	5,00	5,01	2,49	14,19	14,18	14,07	14,06	3,65	25,02	25,00	24,98	25,00	4,51	21,00	20,98	20,99	20,90	4,22	9,82	10,00	4,95	3,34
95	5,02	5,02	5,02	5,01	2,50	14,10	14,16	14,09	14,15	3,65	25,02	25,00	24,98	24,98	4,52	21,00	20,98	21,00	21,00	4,22	9,83	10,00	4,95	3,34
95	5,02	5,02	5,01	5,01	2,50	14,13	14,17	14,16	14,09	3,66	25,03	25,02	25,02	25,01	4,51	20,70	20,97	20,99	21,00	4,04	9,83	9,99	4,95	3,31
96	5,01	5,01	5,00	5,01	2,49	14,15	14,11	14,15	14,16	3,65	25,00	25,01	25,02	24,97	4,52	20,99	20,98	21,00	20,91	4,04	9,81	9,99	4,94	3,31
97	5,01	5,02	5,02	5,00	2,49	14,16	14,01	14,15	14,15	3,65	25,01	25,01	24,97	24,98	4,52	21,00	20,97	21,00	20,91	4,04	9,82	9,99	4,95	3,31
98	5,01	5,01	5,02	5,02	2,50	14,16	14,01	14,14	14,16	3,68	25,01	25,00	25,02	25,00	4,51	20,99	20,98	20,99	20,99	4,04	9,80	9,99	4,95	3,30
99	5,02	5,01	5,01	5,01	2,50	14,16	14,06	14,15	14,18	3,68	25,02	25,02	24,98	24,97	4,51	20,71	20,97	21,00	20,93	4,04	9,82	9,99	4,95	3,80
100	5,01	5,01	5,00	5,02	2,50	14,18	14,05	14,16	14,11	3,68	25,02	25,01	25,01	25,02	4,51	20,71	20,91	20,99	21,00	4,04	9,81	9,99	4,95	3,80
101	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,02	14,05	14,18	14,10	3,69	24,97	25,03	25,00	25,01	4,51	21,00	20,98	20,99	21,00	4,04	9,86	9,99	4,95	3,80
102	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,11	14,07	14,11	14,19	3,69	25,02	25,02	25,03	25,03	4,51	20,71	20,99	20,91	21,00	4,04	9,82	9,99	4,94	3,79
103	5,01	5,01	5,00	5,02	2,49	14,06	14,01	14,12	14,11	3,68	24,98	25,02	25,01	25,03	4,51	21,00	20,90	20,91	20,99	4,04	9,82	9,70	4,94	3,79
105	5,02	5,02	5,00	5,01	2,49	14,05	14,10	14,11	14,06	3,69	25,02	25,02	24,98	25,00	4,51	21,00	21,00	20,94	21,00	4,04	9,81	9,70	4,95	3,78
105	5,01	5,02	5,00	5,01	2,50	14,05	14,10	14,11	14,12	3,69	25,03	25,03	25,03	24,97	4,51	21,00	21,00	20,91	21,00	4,04	9,81	9,67	4,95	3,79
106	5,00	5,02	5,01	5,01	2,50	14,01	14,01	14,11	14,11	3,68	24,97	25,01	25,03	25,00	4,51	20,99	20,95	21,00	20,95	4,04	9,81	9,67	4,95	3,79
107	5,02	5,01	5,01	5,02	2,50	14,03	14,11	14,12	14,10	3,68	24,97	25,02	24,98	25,00	4,51	21,00	20,93	21,00	21,00	4,04	9,81	9,67	4,95	3,78
108	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,06	14,15	14,11	14,09	3,69	24,98	24,97	25,02	24,98	4,51	21,00	20,94	20,90	21,00	4,04	9,86	9,99	4,92	3,76
109	5,01	5,01	5,01	5,05	2,50	14,07	14,13	14,11	14,07	3,68	24,97	25,03	25,01	25,01	4,51	21,00	20,00	20,95	20,99	4,05	9,83	9,99	4,95	3,76
110	5,02	5,01	5,02	5,01	2,50	14,07	14,16	14,14	14,13	3,68	24,98	25,01	25,00	25,02	4,51	20,70	20,95	20,93	20,99	4,05	9,83	9,99	4,94	3,76
111	5,02	5,01	5,01	5,05	2,49	14,07	14,14	14,15	14,10	3,68	24,98	25,02	25,00	25,00	4,51	20,70	20,91	20,93	21,00	4,05	9,81	9,99	4,94	3,76
112	5,01	5,02	5,02	5,01	2,49	14,08	14,15	14,15	14,11	3,68	25,02	24,97	25,02	24,98	4,51	20,78	20,00	21,00	21,00	4,05	9,80	9,99	4,94	3,74
113	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,06	14,15	14,15	14,01	3,68	25,03	25,03	24,97	25,02	4,51	21,00	20,91	21,00	21,00	4,05	9,80	9,99	4,94	3,73
115	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,07	14,15	14,15	14,07	3,69	24,98	24,98	24,98	25,02	4,51	21,00	20,99	21,00	21,00	4,05	9,82	9,99	4,94	3,73
115	5,02	5,05	5,01	5,01	2,50	14,06	14,16	14,15	14,05	3,69	24,97	24,97	24,97	25,02	4,51	20,71	20,91	21,00	21,00	4,05	9,86	9,70	4,94	3,72
116	5,00	5,00	5,01	5,00	2,50	14,51	14,15	14,11	14,05	3,69	25,02	25,03	25,02	25,02	4,51	21,00	20,99	21,00	20,99	4,05	9,86	9,69	4,92	3,74
117	5,01	5,02	5,02	5,00	2,50	14,05	14,15	14,11	14,11	3,69	24,98	25,03	25,03	24,98	4,51	20,77	20,91	20,91	21,00	4,05	9,83	9,69	4,94	3,71
118	5,02	5,02	5,01	5,02	2,49	14,07	14,16	14,15	14,07	3,69	25,03	25,02	25,02	25,02	4,51	20,71	20,95	20,95	20,95	4,04	9,82	9,99	4,92	3,70
119	5,01	5,05	5,01	5,02	2,50	14,03	14,18	14,15	14,07	3,69	25,03	25,00	25,01	25,02	4,51	20,78	20,91	21,00	21,00	4,05	9,82	9,99	4,94	3,80
120	5,05	5,01	5,01	5,00	2,50	14,05	14,15	14,12	14,10	3,67	24,98	25,02	24,97	25,02	4,51	21,00	20,95	21,00	21,00	4,05	9,81	9,99	4,95	3,79
121	5,02	5,01	5,01	5,01	2,50	14,06	14,16	14,13	14,02	3,69	24,98	25,03	24,97	25,01	4,51	20,71	20,95	20,92	21,00	4,05	9,02	9,99	4,94	3,79
122	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,03	14,15	14,13	14,10	3,68	24,97	25,03	25,00	25,02	4,51	20,70	20,92	20,95	20,91	4,05	9,01	9,99	4,94	3,78
123	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,08	14,13	14,11	14,12	3,68	24,97	25,01	25,00	24,98	4,51	20,70	20,99	20,93	21,00	4,05	9,07	9,99	4,94	3,77

EK-1 (devamı)

Besleme hava debisi		1200 m3/h																						
Egzoz hava debisi		1200 m3/h																						
	101(OA1)	102(OA2)	103(OA3)	105(OA5)	105(OA5)	106(EA1)	107(EA2)	108(EA3)	109(EA5)	110(EA5)	111(RA1)	112(RA2)	113(RA3)	115(RA5)	115(RA5)	116(SA1)	117(SA2)	118(SA3)	119(SA5)	120(SA5)	201(OA-RH)	202(EA-RH)	203(RA-RH)	205(SA-RH)
125	5,01	5,01	5,01	5,00	2,50	14,06	14,16	14,11	14,07	3,67	24,98	25,02	25,01	24,97	4,51	20,71	20,99	20,91	21,00	4,05	9,09	9,99	4,92	3,79
125	5,01	5,01	5,00	5,01	2,49	14,06	14,18	14,11	14,10	3,68	25,02	25,01	25,01	24,98	4,51	20,71	20,91	21,00	20,99	4,05	9,10	9,99	4,94	3,79
126	5,02	5,01	5,01	5,00	2,50	14,06	14,15	14,11	14,02	3,68	25,02	25,01	24,97	25,02	4,51	20,99	21,00	20,94	20,91	4,05	9,10	9,68	4,94	3,76
127	5,01	5,00	5,01	5,01	2,50	14,03	14,13	14,10	14,03	3,67	25,02	25,02	25,03	25,02	4,52	21,00	20,95	21,00	20,93	4,05	9,02	9,68	4,94	3,76
128	5,01	5,02	5,05	5,02	2,50	14,02	14,14	14,18	14,04	3,68	24,98	25,00	24,98	25,03	4,51	21,00	20,94	20,91	20,99	4,05	9,01	9,68	4,94	3,76
129	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,03	14,16	14,17	14,11	3,68	25,03	24,98	25,01	24,97	4,51	21,00	20,99	20,93	21,00	4,05	9,02	9,66	4,92	3,76
130	5,01	5,01	5,02	5,05	2,50	14,02	14,01	14,11	14,10	3,68	24,98	25,02	24,98	25,02	4,52	20,71	21,00	20,90	20,99	4,05	9,01	9,68	4,92	3,75
131	5,01	5,01	5,01	5,00	2,50	14,02	14,15	14,18	14,01	3,68	24,98	25,02	25,02	25,01	4,51	21,00	20,91	20,94	21,00	4,04	9,12	9,68	4,94	3,76
132	5,02	5,01	5,01	5,00	2,50	14,03	14,01	14,11	14,14	3,68	24,98	24,98	25,01	25,01	4,51	20,99	20,99	21,00	20,94	4,04	9,11	9,67	4,92	3,75
133	5,02	5,01	5,01	5,02	2,50	14,06	14,08	14,19	14,13	3,68	25,03	25,03	25,00	25,00	4,52	20,71	20,91	20,93	20,99	4,04	9,11	9,69	4,92	3,74
135	5,02	5,01	6,00	5,01	2,50	14,01	14,11	14,15	14,12	3,68	24,97	25,03	25,03	25,03	4,52	21,00	20,98	20,94	21,00	4,04	9,10	9,68	4,92	3,74
135	5,00	5,01	5,02	5,01	2,50	14,01	14,01	14,19	14,01	3,68	24,98	25,03	24,98	25,00	4,52	21,00	20,99	20,99	21,00	4,04	9,16	9,69	4,92	3,73
136	5,05	5,02	5,02	5,02	2,50	14,11	14,09	14,11	14,16	3,68	25,03	24,97	25,00	25,00	4,51	20,70	20,99	21,00	21,00	4,04	9,16	9,69	4,92	3,73
137	5,01	5,01	5,02	5,02	2,50	14,02	14,09	14,19	14,01	3,68	25,02	24,97	25,02	25,01	4,51	20,71	20,93	20,94	20,99	4,04	9,19	9,67	4,92	3,72
138	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,18	14,08	14,19	14,14	3,68	24,98	25,01	25,01	24,98	4,52	20,71	20,99	20,92	20,93	4,04	9,20	9,69	4,92	3,72
139	5,05	5,02	5,02	5,00	2,49	14,19	14,08	14,16	14,11	3,69	25,00	25,01	25,01	24,98	4,52	20,71	21,00	21,00	21,00	4,04	9,19	9,69	4,92	3,74
150	5,05	5,01	5,01	5,01	2,49	14,18	14,08	14,16	14,00	3,68	25,03	25,00	25,02	24,99	4,52	20,71	20,93	20,92	21,00	4,04	9,12	9,61	4,92	3,71
151	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,19	14,07	14,17	14,07	3,68	25,03	25,03	25,01	25,02	4,51	20,77	20,99	21,00	21,00	4,04	9,11	9,68	4,92	3,71
152	5,06	5,01	5,01	5,02	2,49	14,00	14,06	14,18	14,10	3,68	25,01	25,00	25,01	25,02	4,52	20,77	21,00	20,99	20,99	4,04	9,11	9,61	4,92	3,71
153	5,01	5,01	5,00	5,01	2,50	14,11	14,08	14,16	14,11	3,68	25,01	25,03	25,01	24,01	4,52	20,78	20,92	21,00	21,00	4,04	9,11	9,61	4,92	3,60
155	5,01	5,01	5,05	5,05	2,49	14,16	14,05	14,15	14,08	3,68	25,03	25,00	25,02	25,03	4,52	20,77	20,95	20,99	21,00	4,04	9,02	9,69	4,92	3,60
155	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,17	14,07	14,17	14,11	3,68	25,00	25,01	25,01	25,00	4,52	20,78	21,00	21,00	21,00	4,04	9,02	9,68	4,92	3,59
156	5,01	5,01	5,05	5,01	2,50	14,16	14,07	14,11	14,17	3,68	24,98	25,03	25,02	24,99	4,52	20,71	20,95	21,00	21,00	4,04	9,01	9,99	4,92	3,59
157	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,15	14,08	14,17	14,19	3,68	24,98	25,01	25,02	24,97	4,52	20,71	20,95	21,00	21,00	4,04	9,00	9,99	4,92	3,58
158	5,01	5,06	5,01	5,00	2,50	14,17	14,02	14,15	14,12	3,69	25,02	25,00	25,00	25,01	4,52	20,71	20,91	20,99	21,00	4,04	9,10	9,99	4,91	3,58
159	5,02	5,01	5,01	5,01	2,50	14,16	14,03	14,15	14,15	3,68	25,00	25,03	25,01	24,98	4,52	20,78	20,93	21,00	21,00	4,04	9,10	9,99	4,92	3,58
150	5,01	5,01	5,02	5,01	2,50	14,16	14,01	14,13	14,06	3,68	25,03	24,98	25,02	25,03	4,52	20,78	20,90	21,00	20,91	4,04	9,09	9,99	4,92	3,57
151	5,01	5,06	5,01	5,01	2,50	14,13	14,05	14,13	14,18	3,69	24,98	25,00	25,01	24,99	4,52	20,71	20,94	20,95	20,99	4,04	9,09	9,99	4,92	3,59
152	5,01	5,01	5,02	5,01	2,50	14,16	14,01	14,15	14,16	3,68	25,01	25,00	25,00	24,97	4,52	20,71	20,95	20,93	21,00	4,04	9,01	9,99	4,91	3,58
153	5,01	5,00	5,01	5,01	2,50	14,12	14,03	14,01	14,15	3,69	25,01	24,98	25,00	25,02	4,52	20,78	20,90	20,92	21,00	4,04	9,00	9,61	4,91	3,56
155	5,00	5,01	5,00	5,06	2,49	14,13	14,05	14,13	14,16	3,69	25,01	25,01	25,01	24,98	4,52	20,78	20,00	20,95	21,00	4,04	9,11	9,61	4,91	3,56
155	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,13	14,00	14,01	14,16	3,69	25,01	25,03	25,01	25,02	4,52	20,71	20,99	20,93	21,00	4,04	9,11	9,61	4,91	3,56
156	5,02	5,02	5,00	5,01	2,50	14,11	14,00	14,01	14,14	3,69	24,98	24,98	25,00	25,01	4,51	20,71	21,00	20,95	20,99	4,04	9,11	9,61	4,91	3,39
157	5,01	5,05	5,02	5,01	2,50	14,12	14,01	14,08	14,15	3,69	25,02	25,03	24,00	24,99	4,51	20,77	20,99	20,94	20,91	4,04	9,11	9,61	4,91	3,39
158	5,02	5,02	5,01	5,01	2,50	14,19	14,11	14,11	14,10	3,68	25,03	25,03	25,01	25,02	4,51	20,71	20,99	20,99	21,00	4,04	9,10	9,61	4,92	3,39
159	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,17	14,19	14,08	14,18	3,68	24,98	25,02	25,00	25,02	4,52	20,71	20,95	21,00	20,91	4,04	9,16	9,61	4,91	3,53
160	5,00	5,01	5,02	5,02	2,50	14,17	14,16	14,07	14,06	3,69	25,00	24,97	25,00	25,02	4,52	20,78	21,00	20,94	20,91	4,04	9,19	9,61	4,91	3,38
161	5,02	5,02	5,01	5,01	2,50	14,11	14,19	14,08	14,07	3,68	24,98	25,01	25,01	25,03	4,52	21,00	20,95	20,94	20,90	4,04	9,20	9,61	4,91	3,52
162	5,01	5,01	5,05	5,01	2,50	14,10	14,18	14,01	14,08	3,69	25,03	25,01	25,01	25,03	4,51	20,70	20,94	20,95	20,99	4,04	9,19	9,61	4,91	3,54
163	5,01	5,02	5,06	5,02	2,49	14,12	14,19	14,08	14,13	3,68	25,00	24,97	25,01	25,03	4,51	20,71	20,99	21,00	20,93	4,04	9,19	9,61	4,91	3,54
165	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,11	14,18	14,08	14,08	3,69	25,01	25,00	25,03	24,98	4,51	20,71	20,93	20,91	20,99	4,04	9,19	9,61	4,91	3,53

EK-1 (devamı)

Besleme hava debisi		1200 m3/h																						
Egzoz hava debisi		1200 m3/h																						
	101(OA1)	102(OA2)	103(OA3)	105(OA5)	105(OA5)	106(EA1)	107(EA2)	108(EA3)	109(EA5)	110(EA5)	111(RA1)	112(RA2)	113(RA3)	115(RA5)	115(RA5)	116(SA1)	117(SA2)	118(SA3)	119(SA5)	120(SA5)	201(OA-RH)	202(EA-RH)	203(RA-RH)	205(SA-RH)
165	5,05	5,02	5,01	5,01	2,49	14,11	14,02	14,06	14,11	3,68	25,02	25,01	25,02	25,01	4,51	20,71	20,90	20,92	21,00	4,04	9,11	9,61	4,91	3,51
166	5,01	5,00	5,01	5,02	2,54	14,19	14,11	14,08	14,11	3,68	25,01	25,01	24,97	25,00	4,52	20,71	20,90	20,99	21,00	4,04	9,11	9,61	4,91	3,51
167	5,01	5,01	5,01	5,01	2,54	14,18	14,16	14,04	14,16	3,68	25,01	25,01	25,01	24,98	4,51	20,71	20,94	20,93	20,91	4,04	9,12	9,61	4,91	3,51
168	5,02	5,02	5,01	5,02	2,54	14,18	14,16	14,09	14,07	3,68	25,01	25,00	24,00	25,01	4,51	20,99	20,90	20,95	20,95	4,04	9,11	9,61	4,91	3,50
169	5,02	5,01	5,00	5,01	2,54	14,16	14,16	14,06	14,17	3,68	25,00	25,01	25,01	25,01	4,52	21,00	20,00	20,99	20,91	4,04	9,11	9,99	4,91	3,30
170	5,01	5,00	5,01	5,02	2,54	14,15	14,15	14,07	14,06	3,68	25,02	25,00	25,01	24,98	4,51	20,71	20,00	20,91	21,00	4,04	9,12	9,99	4,91	3,30
171	5,01	5,01	5,01	5,01	2,54	14,16	14,12	14,02	14,03	3,69	25,02	25,01	25,01	25,03	4,52	20,71	20,90	20,92	21,00	4,04	9,12	9,99	4,91	3,29
172	5,01	5,01	5,01	5,01	2,53	14,14	14,11	14,06	14,18	3,68	25,01	25,01	25,01	25,02	4,51	20,70	21,00	21,00	20,93	4,04	9,12	9,99	4,91	3,29
173	5,01	5,01	5,01	5,02	2,54	14,17	14,15	14,03	14,15	3,69	25,02	25,02	25,00	25,02	4,51	20,70	20,98	21,00	21,00	4,04	9,12	9,99	4,91	3,29
175	5,00	5,00	5,05	5,02	2,54	14,15	14,13	14,02	14,11	3,69	25,02	24,98	25,01	24,97	4,51	21,00	20,00	21,00	21,00	4,04	9,12	9,99	4,91	3,28
175	5,01	5,00	5,01	5,01	2,54	14,16	14,11	14,11	14,01	3,69	25,01	24,98	25,01	25,02	4,51	20,70	20,98	20,99	21,00	4,04	9,10	9,99	4,91	3,28
176	5,01	5,01	5,00	5,05	2,54	14,13	14,10	14,01	14,03	3,69	25,00	25,01	25,01	24,00	4,52	21,00	20,98	21,00	20,91	4,04	9,10	9,99	4,90	3,28
177	5,01	5,00	5,01	5,02	2,54	14,10	14,11	14,01	14,01	3,68	25,01	25,01	25,02	25,01	4,52	21,00	20,90	20,91	20,91	4,04	9,10	9,99	4,91	3,28
178	5,02	5,02	5,01	5,02	2,54	14,13	14,19	14,11	14,11	3,69	25,01	25,00	25,01	25,00	4,52	21,00	20,98	21,00	20,91	4,04	9,16	9,61	4,90	3,28
179	5,06	5,00	5,01	5,01	2,54	14,01	14,18	14,11	14,00	3,69	25,02	25,02	25,03	25,03	4,52	21,00	20,97	21,00	21,00	4,04	9,16	9,61	4,91	3,27
180	5,02	5,02	5,00	5,01	2,53	14,09	14,16	14,11	14,18	3,69	25,00	25,01	25,01	24,98	4,51	21,00	20,98	21,00	20,93	4,04	9,10	9,69	4,90	3,27
181	5,01	5,01	5,01	5,00	2,53	14,11	14,13	14,18	14,12	3,69	25,01	25,00	25,02	25,02	4,52	21,00	20,97	20,94	20,93	4,04	9,16	9,69	4,92	3,29
182	5,01	5,01	5,01	5,01	2,53	14,07	14,19	14,15	14,11	3,68	25,02	25,01	25,00	25,02	4,52	21,00	20,97	20,99	21,00	4,04	9,10	9,69	4,92	3,29
183	5,02	5,01	5,02	5,05	2,53	14,06	14,16	14,16	14,17	3,68	25,01	25,01	25,02	24,99	4,52	21,00	20,99	21,00	21,00	4,04	9,17	9,69	4,92	3,29
185	5,02	5,00	5,01	5,02	2,51	14,06	14,18	14,15	14,16	3,68	25,00	25,00	25,00	25,02	4,51	21,00	20,97	21,00	21,00	4,04	9,16	9,69	4,92	3,28
185	5,01	5,01	5,02	5,00	2,51	14,07	14,16	14,15	14,16	3,68	25,01	24,98	25,01	24,97	4,51	21,00	20,99	20,99	20,91	4,04	9,16	9,69	4,92	3,28
186	5,02	5,02	5,01	5,01	2,51	14,05	14,13	14,14	14,10	3,68	25,01	25,02	25,01	24,99	4,52	20,99	20,97	21,00	21,00	4,05	9,20	9,69	4,92	3,28
187	5,01	5,01	5,02	5,01	2,51	14,06	14,16	14,13	14,15	3,68	25,02	25,00	25,02	24,98	4,51	20,99	20,98	21,00	20,99	4,05	9,19	9,69	4,92	3,28
188	5,01	5,01	5,01	5,01	2,51	14,05	14,15	14,14	14,15	3,68	25,00	25,01	25,00	25,01	4,52	20,99	21,00	20,94	20,91	4,05	9,19	9,68	4,92	3,26
189	5,01	5,01	5,01	5,01	2,51	14,07	14,13	14,12	14,15	3,68	25,03	25,01	25,03	25,01	4,52	21,00	20,98	21,00	20,99	4,05	9,20	9,69	4,92	3,25
190	5,02	5,05	5,05	5,00	2,51	14,05	14,15	14,15	14,16	3,66	25,00	25,01	25,03	24,98	4,51	21,00	20,99	20,94	21,00	4,05	9,19	9,99	4,91	3,26
191	5,01	5,01	5,01	5,02	2,51	14,03	14,16	14,13	14,11	3,65	25,03	25,03	24,98	24,98	4,52	21,00	21,00	20,95	21,00	4,05	9,19	9,99	4,92	3,26
192	5,01	5,01	5,01	5,02	2,50	14,01	14,12	14,13	14,15	3,65	25,02	25,01	25,03	25,03	4,52	21,00	20,99	20,99	21,00	4,05	9,12	9,99	4,91	3,26
193	5,02	5,06	5,02	5,02	2,51	14,01	14,12	14,15	14,13	3,65	25,01	25,01	24,98	25,02	4,52	21,00	20,99	20,93	21,00	4,05	9,11	9,99	4,92	3,26
195	5,01	5,01	5,02	5,00	2,50	14,02	14,11	14,12	14,17	3,65	25,03	25,01	24,97	25,01	4,51	21,00	20,98	20,95	21,00	4,05	9,12	9,99	4,91	3,24
195	5,01	5,01	5,01	5,00	2,51	14,01	14,13	14,13	14,15	3,66	25,02	25,01	25,03	24,98	4,52	20,71	20,99	20,91	21,00	4,05	9,11	9,99	4,91	3,24
196	5,02	5,01	5,05	5,02	2,50	14,01	14,12	14,12	14,13	3,66	25,03	25,01	25,03	25,02	4,51	20,70	20,99	20,95	20,99	4,05	9,10	9,99	4,91	3,23
197	5,02	5,01	5,01	5,05	2,50	14,03	14,11	14,11	14,16	3,66	25,02	25,01	24,97	25,03	4,51	21,00	20,98	20,99	20,99	4,05	9,10	9,99	4,91	3,23
198	5,02	5,00	5,02	5,02	2,50	14,11	14,11	14,11	14,15	3,66	25,01	25,01	24,98	25,01	4,52	20,71	20,98	21,00	20,91	4,05	9,01	9,99	4,91	3,23
199	5,06	5,01	5,01	5,00	2,50	14,19	14,11	14,18	14,10	3,66	25,00	25,01	24,98	25,02	4,52	20,70	20,99	21,00	21,00	4,05	9,01	9,67	4,91	3,22
200	5,01	5,01	5,02	5,01	2,51	14,15	14,11	14,11	14,10	3,66	25,03	25,01	24,97	24,97	4,52	20,71	20,99	20,99	20,99	4,05	9,01	9,69	4,91	3,22
201	5,01	5,02	5,01	5,00	2,51	14,19	14,11	14,19	14,17	3,66	25,02	25,01	24,98	25,02	4,52	20,71	21,00	21,00	20,91	4,05	9,01	9,69	4,65	3,22
202	5,01	5,01	5,02	5,01	2,51	14,18	14,17	14,16	14,11	3,66	25,01	25,02	24,97	25,00	4,52	20,99	20,98	21,00	21,00	4,05	9,01	9,67	4,65	3,24
203	5,02	5,01	5,02	5,01	2,51	14,16	14,18	14,16	14,19	3,66	25,02	25,01	24,98	25,01	4,51	20,70	20,97	21,00	21,00	4,05	9,06	9,67	4,65	3,23
205	5,00	5,05	5,00	5,02	2,50	14,17	14,17	14,16	14,18	3,65	25,02	25,00	24,98	25,01	4,52	21,00	20,99	21,00	21,00	4,05	9,07	9,69	4,65	3,23
205	5,01	5,01	5,02	5,01	2,51	14,15	14,15	14,15	14,11	3,65	25,01	25,02	25,01	25,00	4,51	20,99	20,95	21,00	21,00	4,05	9,09	9,68	4,65	3,23

EK-1 (devamı)

Besleme hava debisi		1200 m3/h																						
Egzoz hava debisi		1200 m3/h																						
	101(OA1)	102(OA2)	103(OA3)	105(OA5)	106(EA1)	107(EA2)	108(EA3)	109(EA5)	110(EA5)	111(RA1)	112(RA2)	113(RA3)	115(RA5)	115(RA5)	116(SA1)	117(SA2)	118(SA3)	119(SA5)	120(SA5)	201(OA-RH)	202(EA-RH)	203(RA-RH)	205(SA-RH)	
206	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,15	14,17	14,13	14,16	3,65	25,02	25,01	24,97	25,03	4,51	20,99	20,97	20,99	20,91	4,05	9,10	9,69	4,65	3,21
207	5,01	5,00	5,01	5,01	2,50	14,16	14,15	14,12	14,18	3,65	25,02	25,01	24,97	25,00	4,52	21,00	20,98	21,00	21,00	4,05	9,09	9,67	4,65	3,20
208	5,01	5,01	5,06	5,00	2,50	14,13	14,16	14,12	14,12	3,65	25,02	25,00	25,03	25,02	4,51	20,99	20,99	20,99	20,99	4,05	9,09	9,99	4,65	3,20
209	5,01	5,02	5,02	5,05	2,50	14,12	14,10	14,12	14,11	3,65	25,02	25,01	25,03	25,01	4,51	21,00	20,98	20,90	21,00	4,05	9,09	9,99	4,65	3,53
210	5,00	5,05	5,02	5,02	2,50	14,11	14,11	14,11	14,12	3,65	25,01	25,01	25,03	25,02	4,52	20,99	20,97	21,00	20,91	4,05	9,09	9,99	4,65	3,53
211	5,00	5,02	5,02	5,01	2,50	14,11	14,11	14,11	14,18	3,65	25,01	25,00	25,03	24,98	4,51	21,00	20,98	21,00	20,95	4,05	9,09	9,99	4,65	3,52
212	5,01	5,01	5,01	5,00	2,50	14,11	14,11	14,11	14,12	3,61	25,02	25,01	24,97	25,00	4,51	21,00	20,98	20,99	20,99	4,05	9,10	9,99	4,65	3,52
213	5,01	5,01	5,02	5,02	2,50	14,10	14,19	14,10	14,11	3,61	25,00	25,01	25,02	24,00	4,51	21,00	20,97	21,00	20,95	4,05	9,02	9,99	4,65	3,79
215	5,01	5,01	5,02	5,06	2,49	14,18	14,19	14,17	14,10	3,61	25,01	25,01	24,97	25,00	4,52	21,00	20,97	21,00	20,90	4,05	9,09	9,99	4,65	3,79
215	5,01	5,02	5,05	5,01	2,49	14,18	14,11	14,17	14,51	3,61	25,02	25,02	24,98	25,01	4,51	20,95	20,98	21,00	21,00	4,05	9,01	9,99	4,64	3,79
216	5,01	5,00	5,02	5,00	2,49	14,17	14,18	14,11	14,58	3,61	25,02	25,00	24,98	25,01	4,51	21,00	20,98	21,00	20,93	4,05	9,01	9,99	4,64	3,78
217	5,01	5,01	5,02	5,01	2,49	14,17	14,16	14,16	14,15	3,61	25,01	25,01	25,03	25,03	4,51	20,99	20,95	20,99	21,00	4,05	9,01	9,99	4,65	3,78
218	5,00	5,01	5,01	5,01	2,51	14,11	14,19	14,17	14,18	3,61	25,01	25,02	24,97	24,97	4,51	21,00	20,97	20,99	20,90	4,05	9,01	9,99	4,64	3,78
219	5,01	5,01	5,01	5,01	2,51	14,11	14,19	14,11	14,15	3,61	25,03	25,01	25,00	25,01	4,51	21,00	20,98	20,99	21,00	4,05	9,01	9,69	4,65	3,39
220	5,01	5,02	5,01	5,05	2,51	14,11	14,10	14,16	14,16	3,61	25,03	25,01	25,03	24,01	4,51	20,99	20,98	20,99	21,00	4,05	9,00	9,68	4,64	3,39
221	5,01	5,02	5,02	5,01	2,51	14,19	14,18	14,16	14,10	3,61	25,03	25,01	24,98	25,01	4,51	21,00	20,97	21,00	21,00	4,05	9,01	9,68	4,64	3,39
222	5,01	5,00	5,05	5,01	2,51	14,11	14,16	14,16	14,58	3,61	25,01	25,01	24,97	24,97	4,51	20,99	20,93	21,00	20,91	4,05	9,00	9,68	5,00	3,38
223	5,02	5,01	5,02	5,01	2,50	14,17	14,16	14,15	14,13	3,61	25,02	25,03	24,97	25,01	4,51	21,00	20,95	20,93	21,00	4,05	9,00	9,68	5,00	3,38
225	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,17	14,16	14,15	14,56	3,61	25,02	25,01	24,98	24,97	4,51	20,99	20,98	20,93	21,00	4,05	9,01	9,68	5,00	3,39
225	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,13	14,17	14,15	14,13	3,61	25,02	25,00	25,03	25,02	4,51	20,93	20,98	20,93	20,91	4,05	9,00	9,68	5,00	3,38
226	5,01	5,01	5,02	5,02	2,50	14,15	14,13	14,13	14,16	3,61	25,02	25,02	25,02	25,03	4,51	20,99	20,93	21,00	21,00	4,05	9,00	9,68	5,00	3,38
227	5,01	5,02	5,01	5,05	2,50	14,14	14,12	14,13	14,17	3,68	25,03	25,01	25,02	25,00	4,51	20,93	20,98	21,00	21,00	4,05	9,01	9,67	5,00	3,38
228	5,02	5,02	5,01	5,00	2,50	14,12	14,15	14,13	14,12	3,69	25,03	25,03	24,97	24,97	4,51	20,93	20,97	20,99	20,99	4,05	9,00	9,68	5,00	3,38
229	5,00	5,01	5,02	5,01	2,50	14,12	14,12	14,12	14,19	3,69	25,03	25,02	24,98	24,97	4,51	20,92	20,93	21,00	20,99	4,05	9,00	9,67	4,99	3,39
230	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,12	14,11	14,11	14,56	3,69	25,02	25,01	25,00	25,02	4,51	20,94	20,95	20,92	20,99	4,05	9,01	9,67	5,00	3,39
231	5,00	5,01	5,01	5,01	2,49	14,10	14,12	14,11	14,16	3,69	25,02	25,01	24,98	24,00	4,51	20,99	20,93	20,93	21,00	4,05	9,00	9,67	5,00	3,39
232	5,00	5,01	5,01	5,01	2,49	14,19	14,58	14,11	14,11	3,69	25,02	25,01	25,03	25,02	4,51	21,00	21,00	21,00	21,00	4,05	9,00	9,68	4,99	3,39
233	5,01	5,02	5,01	5,01	2,49	14,11	14,51	14,11	14,59	3,69	25,01	25,02	24,98	25,01	4,51	20,94	20,94	20,99	21,00	4,05	9,00	9,67	5,00	3,39
235	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,18	14,59	14,18	14,56	3,69	25,03	25,00	24,98	25,00	4,51	20,93	20,95	20,91	20,93	4,05	9,02	9,67	4,99	3,39
235	5,01	5,01	5,01	5,02	2,49	14,18	14,11	14,17	14,56	3,69	25,02	25,02	24,98	25,03	4,51	20,95	20,94	20,99	20,91	4,05	9,02	9,67	5,00	3,39
236	5,01	5,01	5,00	5,01	2,49	14,18	14,51	14,17	14,58	3,68	25,00	25,00	25,03	25,01	4,51	20,90	20,95	21,00	20,91	4,05	9,01	9,67	4,99	3,38
237	5,00	5,01	5,01	5,01	2,50	14,15	14,57	14,17	14,16	3,69	25,03	25,01	24,98	25,01	4,51	20,93	20,95	20,91	21,00	4,05	9,00	9,67	4,97	3,38
238	5,01	5,01	5,02	5,01	2,50	14,18	14,56	14,17	14,18	3,69	25,03	25,01	24,97	25,01	4,51	21,00	20,95	20,93	21,00	4,04	9,01	9,67	4,99	3,74
239	5,05	5,01	5,06	5,01	2,50	14,18	14,57	14,16	14,13	3,68	25,03	25,03	24,97	24,99	4,51	20,95	20,93	20,93	20,99	4,05	9,01	9,99	4,97	3,38
250	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,11	14,57	14,18	14,16	3,68	25,01	25,03	25,02	25,01	4,51	20,95	20,98	21,00	21,00	4,05	9,82	9,99	4,97	3,74
251	5,02	5,02	5,01	5,01	2,50	14,17	14,56	14,17	14,51	3,68	25,03	25,03	25,03	25,02	4,51	20,94	20,95	21,00	21,00	4,05	9,82	9,99	4,97	3,74
252	5,01	5,01	5,01	5,02	2,50	14,15	14,56	14,15	14,17	3,68	25,00	25,00	25,02	25,01	4,51	20,95	20,98	20,91	21,00	4,04	9,81	9,99	4,97	3,73
253	5,01	5,01	5,00	5,00	2,50	14,14	14,55	14,16	14,17	3,68	25,02	25,02	25,01	24,02	4,51	20,93	21,00	20,93	21,00	4,04	9,82	9,99	4,97	3,73
255	5,02	5,01	5,02	5,01	2,49	14,12	14,56	14,17	14,58	3,68	25,03	25,03	25,03	25,01	4,51	20,99	21,00	21,00	20,90	4,04	9,81	9,99	4,97	3,73
255	5,02	5,05	5,01	5,01	2,49	14,12	14,53	14,16	14,13	3,68	25,02	25,02	25,00	24,01	4,51	21,00	20,93	20,99	21,00	4,04	9,80	9,99	4,96	3,74
256	5,00	5,02	5,02	5,01	2,49	14,12	14,53	14,16	14,51	3,68	25,03	25,02	25,03	24,98	4,51	21,00	20,93	20,93	20,90	4,04	9,80	9,99	4,97	3,73

EK-1 (devamı)

Besleme hava debisi		1200 m3/h																						
Egzoz hava debisi		1200 m3/h																						
	101(OA1)	102(OA2)	103(OA3)	105(OA5)	105(OA5)	106(EA1)	107(EA2)	108(EA3)	109(EA5)	110(EA5)	111(RA1)	112(RA2)	113(RA3)	115(RA5)	115(RA5)	116(SA1)	117(SA2)	118(SA3)	119(SA5)	120(SA5)	201(OA-RH)	202(EA-RH)	203(RA-RH)	205(SA-RH)
257	5,02	5,02	5,05	5,01	2,49	14,13	14,53	14,59	14,52	3,68	25,02	25,03	25,03	25,01	4,51	20,95	20,95	20,99	21,00	4,04	9,80	9,99	4,97	3,74
258	5,01	5,01	5,02	5,02	2,49	14,11	14,51	14,10	14,56	3,68	25,02	25,03	25,03	25,00	4,51	20,91	20,93	20,95	20,93	4,04	9,80	9,70	4,96	3,73
259	5,00	5,01	5,01	5,02	2,49	14,19	14,58	14,12	14,59	3,68	25,03	25,03	25,01	25,02	4,51	21,00	20,98	20,95	20,90	4,04	9,86	9,69	4,96	3,73
250	5,01	5,02	5,01	5,02	2,49	14,18	14,59	14,12	14,12	3,68	25,03	25,03	25,01	25,01	4,51	21,00	20,98	20,99	21,00	4,04	9,80	9,70	4,96	3,73
251	5,02	5,01	5,01	5,01	2,49	14,11	14,51	14,12	14,12	3,68	25,03	25,03	25,03	24,03	4,51	21,00	20,98	21,00	20,91	4,04	9,87	9,70	4,96	3,34
252	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,17	14,58	14,11	14,55	3,68	25,03	25,02	25,01	24,98	4,51	20,94	20,95	20,99	20,92	4,04	9,87	9,69	5,00	3,34
253	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,17	14,56	14,57	14,55	3,67	25,03	25,01	25,00	24,02	4,51	20,93	21,00	20,95	20,99	4,04	9,86	9,70	4,96	3,33
255	5,06	5,01	5,01	5,01	2,50	14,17	14,56	14,57	14,13	3,67	25,02	25,02	25,03	24,04	4,51	20,91	20,99	21,00	21,00	4,04	9,87	9,70	4,96	3,34
255	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,16	14,58	14,57	14,51	3,67	25,03	25,02	25,00	24,04	4,51	20,93	21,00	20,90	20,95	4,04	9,87	9,70	4,96	3,34
256	5,02	5,01	5,01	5,01	2,50	14,15	14,59	14,51	14,50	3,67	25,03	25,03	25,03	24,98	4,51	21,00	21,00	20,95	20,91	4,04	9,86	9,99	5,00	3,33
257	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,17	14,55	14,57	14,07	3,67	25,03	25,01	24,97	24,99	4,51	21,00	20,99	21,00	20,99	4,04	9,80	9,99	5,00	3,34
258	5,01	5,02	5,02	5,01	2,50	14,16	14,55	14,55	14,07	3,67	25,01	25,00	24,97	25,02	4,51	21,00	21,00	21,00	20,95	4,04	9,81	9,99	5,00	3,73
259	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,15	14,55	14,51	14,02	3,67	25,02	25,01	25,03	25,01	4,52	20,91	20,95	20,99	20,94	4,04	9,00	9,99	5,00	3,73
260	5,01	5,01	5,02	5,05	2,50	14,15	14,55	14,53	14,03	3,67	25,01	25,01	24,98	24,98	4,52	20,92	21,00	20,91	20,91	4,04	9,01	9,99	5,00	3,38
261	5,01	5,01	5,02	5,01	2,50	14,16	14,56	14,55	14,51	3,67	25,03	25,00	25,03	25,02	4,51	20,95	20,95	21,00	21,00	4,04	9,10	9,99	5,00	3,39
262	5,05	5,01	5,02	5,01	2,50	14,15	14,55	14,56	14,07	3,67	25,01	25,00	24,97	24,97	4,51	21,00	21,00	20,91	20,99	4,04	9,06	9,99	4,99	3,39
263	5,02	5,05	5,06	5,00	2,50	14,16	14,55	14,55	14,53	3,67	25,03	25,01	24,98	24,01	4,51	21,00	21,00	21,00	20,99	4,04	9,01	9,99	4,99	3,52
265	5,01	5,00	5,01	5,02	2,50	14,17	14,53	14,56	14,01	3,67	25,02	25,02	24,98	25,00	4,52	20,95	21,00	20,91	21,00	4,04	9,12	9,99	4,99	3,21
265	5,02	5,02	5,01	5,01	2,50	14,18	14,52	14,51	14,56	3,67	25,02	25,03	24,97	24,97	4,51	20,91	21,00	21,00	20,91	4,04	9,20	9,99	4,99	3,24
266	5,00	5,00	5,01	5,05	2,50	14,18	14,53	14,57	14,55	3,67	25,01	25,01	25,02	24,02	4,51	20,91	21,00	21,00	21,00	4,12	9,11	9,99	5,00	3,23
267	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,19	14,57	14,11	14,01	3,67	25,00	25,01	24,98	25,00	4,51	21,00	21,00	21,00	20,99	4,11	9,11	9,70	5,00	3,25
268	5,02	5,01	5,01	5,01	2,50	14,11	14,56	14,12	14,53	3,67	25,01	25,01	25,03	24,01	4,52	20,91	20,99	20,99	20,99	4,11	9,20	9,70	4,99	3,26
269	5,01	5,01	5,01	5,02	2,50	14,12	14,58	14,58	14,58	3,67	25,03	25,03	24,97	25,03	4,51	21,00	20,99	21,00	20,95	4,11	9,11	9,70	5,00	3,27
270	5,05	5,01	5,01	5,05	2,49	14,12	14,58	14,51	14,57	3,67	25,02	25,01	25,03	25,03	4,51	21,00	20,99	20,99	21,00	4,11	9,02	9,70	5,00	3,28
271	5,06	5,01	5,00	5,02	2,50	14,13	14,51	14,11	14,10	3,67	25,02	25,00	25,02	24,97	4,51	21,00	21,00	20,93	21,00	4,04	9,10	9,70	5,00	3,30
272	5,01	5,01	5,00	5,01	2,50	14,16	14,53	14,16	14,59	3,67	25,01	25,02	24,98	25,01	4,51	21,00	21,00	20,91	21,00	4,04	9,00	9,70	5,00	3,53
273	5,02	5,02	5,01	5,01	2,50	14,11	14,54	14,11	14,10	3,67	25,03	25,01	24,98	24,01	4,52	21,00	20,99	20,99	20,93	4,04	9,11	9,70	5,00	3,52
275	5,02	5,01	5,01	5,02	2,50	14,12	14,55	14,17	14,11	3,67	25,03	25,00	24,98	24,02	4,51	21,00	21,00	20,95	20,99	4,04	9,19	9,70	5,00	3,39
275	5,05	5,00	5,01	5,01	2,49	14,10	14,57	14,18	14,52	3,67	25,02	25,00	24,98	24,03	4,51	20,92	20,90	20,92	21,00	4,04	9,16	9,70	4,99	3,56
276	5,02	5,00	5,01	5,05	2,49	14,12	14,10	14,10	14,52	3,67	25,02	25,00	24,98	24,97	4,51	20,91	21,00	20,95	20,99	4,04	9,12	9,70	4,99	3,56
277	5,01	5,00	5,02	5,00	2,49	14,16	14,16	14,11	14,56	3,67	25,02	25,02	25,03	25,02	4,51	20,92	20,95	20,91	21,00	4,04	9,01	9,70	5,00	3,59
278	5,00	5,01	5,05	5,01	2,50	14,16	14,12	14,13	14,53	3,67	25,03	25,01	25,02	25,03	4,52	20,95	20,94	21,00	21,00	4,04	9,10	9,70	4,97	3,58
279	5,01	5,01	5,01	5,02	2,50	14,18	14,16	14,13	14,10	3,68	25,02	25,02	24,98	24,97	4,51	21,00	20,93	20,91	20,95	4,04	9,07	9,99	4,99	3,59
280	5,02	5,01	5,01	5,00	2,50	14,17	14,15	14,16	14,15	3,68	25,02	25,02	24,98	25,03	4,51	20,93	20,98	20,95	21,00	4,04	9,01	9,99	4,99	3,71
281	5,02	5,01	5,01	5,01	2,51	14,11	14,18	14,17	14,10	3,68	25,03	25,00	24,98	24,97	4,51	21,00	20,98	21,00	20,91	4,04	9,81	9,99	4,99	3,74
282	5,01	5,00	5,02	5,01	2,51	14,11	14,16	14,11	14,15	3,68	25,03	25,02	24,98	24,01	4,51	21,00	20,98	21,00	21,00	4,04	9,82	9,99	4,97	3,73
283	5,01	5,05	5,00	5,02	2,51	14,11	14,17	14,12	14,15	3,68	25,03	25,00	24,97	25,03	4,51	21,00	20,93	21,00	21,00	4,04	9,82	9,99	4,99	3,75
285	5,01	5,01	5,02	5,01	2,49	14,16	14,13	14,14	14,14	3,67	25,02	25,00	24,97	25,02	4,52	21,00	20,95	21,00	20,99	4,04	9,81	9,99	4,97	3,76
285	5,00	5,01	5,02	5,06	2,50	14,19	14,12	14,12	14,15	3,68	25,03	25,01	25,03	25,00	4,51	21,00	20,94	21,00	20,91	4,04	9,81	9,99	4,97	3,78
286	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,11	14,15	14,17	14,17	3,68	25,02	25,01	24,98	24,98	4,51	20,92	20,98	21,00	21,00	4,04	9,82	9,99	4,97	3,78
287	5,01	5,01	5,00	5,00	2,50	14,01	14,15	14,11	14,17	3,68	25,03	25,01	24,98	25,03	4,52	20,93	20,95	20,93	20,91	4,04	9,82	9,99	4,97	3,78

EK-1 (devamı)

Besleme hava debisi		1200 m3/h																						
Egzoz hava debisi		1200 m3/h																						
	101(OA1)	102(OA2)	103(OA3)	105(OA5)	105(OA5)	106(EA1)	107(EA2)	108(EA3)	109(EA5)	110(EA5)	111(RA1)	112(RA2)	113(RA3)	115(RA5)	115(RA5)	116(SA1)	117(SA2)	118(SA3)	119(SA5)	120(SA5)	201(OA-RH)	202(EA-RH)	203(RA-RH)	205(SA-RH)
288	5.01	5.02	5.01	5.01	2.51	14.02	14.19	14.19	14.11	3.68	25.03	25.00	24.98	24.97	4.51	21.00	20.98	20.93	20.91	4.04	9.83	9.99	4.99	3.79
289	5.00	5.01	5.01	5.01	2.51	14.02	14.11	14.10	14.13	3.68	25.02	25.00	25.03	25.01	4.52	21.00	20.98	20.92	21.00	4.04	9.82	9.68	4.97	3.70
290	5.00	5.01	5.00	5.01	2.50	14.06	14.19	14.12	14.12	3.69	25.03	25.03	24.97	24.98	4.51	21.00	20.98	21.00	20.99	4.05	9.80	9.69	4.97	3.74
291	5.01	5.02	5.01	5.02	2.51	14.09	14.11	14.16	14.11	3.69	25.02	25.03	25.02	24.00	4.52	20.71	20.98	21.00	20.90	4.05	9.81	9.69	4.97	3.72
292	5.02	5.01	5.02	5.01	2.51	14.11	14.12	14.18	14.17	3.68	25.03	25.00	25.03	25.02	4.51	20.70	20.90	20.99	20.99	4.05	9.82	9.61	4.97	3.73
293	5.01	5.00	5.01	5.02	2.51	14.08	14.16	14.17	14.13	3.61	25.03	25.00	25.03	25.03	4.51	20.71	20.99	20.90	21.00	4.05	9.82	9.61	4.96	3.75
295	5.01	5.00	5.02	5.01	2.53	14.18	14.17	14.11	14.19	3.61	25.03	25.00	25.03	25.03	4.51	21.00	21.00	20.91	21.00	4.05	9.87	9.61	4.97	3.75
295	5.02	5.02	5.01	5.01	2.54	14.15	14.19	14.00	14.17	3.61	25.03	25.00	25.01	24.98	4.52	21.00	21.00	20.94	21.00	4.05	9.80	9.61	4.97	3.76
296	5.01	5.02	5.01	5.02	2.53	14.15	14.14	14.06	14.02	3.61	25.03	25.02	25.02	24.01	4.51	20.71	21.00	21.00	20.99	4.05	9.81	9.80	4.97	3.79
297	5.01	5.01	5.00	5.02	2.53	14.19	14.13	14.07	14.15	3.61	25.02	25.02	24.98	25.03	4.51	20.70	20.99	20.99	21.00	4.05	9.81	9.77	4.96	3.77
298	5.00	5.01	5.01	5.01	2.54	14.18	14.16	14.05	14.18	3.61	25.01	25.01	25.01	24.98	4.51	20.71	20.93	20.90	21.00	4.05	9.80	9.77	4.96	3.77
299	5.00	5.01	5.01	5.01	2.54	14.11	14.14	14.01	14.08	3.61	25.03	25.03	25.02	24.00	4.51	20.71	21.00	21.00	20.99	4.05	9.80	9.76	4.96	3.78
300	5.01	5.02	5.00	5.02	2.54	14.11	14.17	14.09	14.11	3.65	25.02	25.01	24.98	25.03	4.51	20.71	21.00	20.93	21.00	4.05	9.80	9.76	4.97	3.79
301	5.00	5.02	5.00	5.00	2.49	14.14	14.17	14.10	14.10	3.65	25.03	25.03	25.00	24.97	4.51	20.78	21.00	20.99	20.95	4.05	9.80	9.99	4.97	3.78
302	5.01	5.02	5.01	5.01	2.50	14.13	14.19	14.17	14.12	3.65	25.03	25.03	24.97	25.02	4.51	20.77	20.99	21.00	20.99	4.05	9.82	9.99	4.96	3.78
303	5.00	5.01	5.00	5.01	2.50	14.15	14.00	14.18	14.13	3.66	25.03	25.03	24.98	24.98	4.51	20.78	21.00	21.00	21.00	4.05	9.82	9.99	4.97	3.78
305	5.00	5.01	5.01	5.01	2.50	14.16	14.03	14.10	14.15	3.66	25.01	25.01	24.97	25.01	4.51	20.78	21.00	20.99	20.90	4.04	9.86	9.99	4.97	3.78
305	5.01	5.06	5.02	5.01	2.49	14.15	14.00	14.14	14.08	3.66	25.02	25.01	24.98	25.00	4.51	20.78	21.00	21.00	21.00	4.04	9.83	9.99	4.96	3.79
306	5.02	5.01	5.02	5.00	2.49	14.15	14.03	14.16	14.14	3.65	25.02	25.01	24.97	24.03	4.51	20.91	21.00	20.99	20.91	4.04	9.82	9.99	4.97	3.79
307	5.05	5.01	5.01	5.01	2.50	14.18	14.00	14.16	14.11	3.68	25.01	25.01	25.02	25.00	4.51	20.78	20.99	21.00	21.00	4.04	9.82	9.99	4.97	3.78
308	5.01	5.01	5.01	5.01	2.50	14.19	14.04	14.18	14.11	3.68	25.01	25.00	24.97	24.98	4.51	20.78	21.00	21.00	21.00	4.04	9.81	9.99	4.97	3.76
309	5.01	5.02	5.01	5.01	2.50	14.18	14.04	14.18	14.13	3.68	25.03	25.01	24.98	25.00	4.51	20.78	21.00	21.00	20.99	4.04	9.81	9.99	4.96	3.75
310	5.02	5.01	5.01	5.01	2.50	14.18	14.03	14.18	14.11	3.68	25.01	25.01	25.03	25.03	4.51	20.78	20.99	20.99	21.00	4.04	9.82	9.99	4.97	3.76
311	5.05	5.01	5.06	5.05	2.49	14.19	14.06	14.16	14.18	3.68	25.03	25.01	24.97	24.97	4.51	20.78	20.99	21.00	20.92	4.04	9.81	9.99	4.97	3.75
312	5.01	5.01	5.01	5.00	2.50	14.18	14.05	14.18	14.16	3.69	25.01	25.02	24.97	25.01	4.51	20.78	20.99	21.00	21.00	4.04	9.87	9.79	4.97	3.74
313	5.01	5.01	5.02	5.02	2.49	14.19	14.04	14.11	14.15	3.69	25.03	25.03	24.98	25.03	4.51	20.78	20.93	21.00	20.95	4.04	9.82	9.79	4.97	3.74
315	5.00	5.01	5.01	5.00	2.49	14.17	14.06	14.13	14.02	3.69	25.01	25.03	25.01	24.98	4.51	20.78	21.00	21.00	21.00	4.04	9.83	9.78	4.97	3.74
315	5.01	5.02	5.02	5.02	2.49	14.18	14.06	14.16	14.02	3.69	25.01	25.00	24.97	25.01	4.51	20.78	21.00	21.00	21.00	4.04	9.81	9.71	4.97	3.73
316	5.02	5.00	5.01	5.06	2.49	14.17	14.06	14.11	14.15	3.69	25.03	25.02	24.97	24.98	4.51	20.77	21.00	21.00	21.00	4.04	9.82	9.71	4.97	3.72
317	5.01	5.01	5.01	5.01	2.50	14.11	14.07	14.16	14.19	3.69	25.03	25.01	24.97	25.01	4.51	20.78	20.99	20.99	21.00	4.04	9.81	9.70	4.97	3.72
318	5.01	5.01	5.01	5.01	2.50	14.17	14.08	14.18	14.16	3.69	25.01	25.01	25.02	24.98	4.52	20.78	21.00	21.00	21.00	4.04	9.82	9.90	4.97	3.74
319	5.00	5.01	5.02	5.01	2.50	14.18	14.01	14.16	14.19	3.68	25.03	25.01	25.03	25.01	4.51	20.77	20.99	21.00	21.00	4.05	9.81	9.90	4.97	3.71
320	5.01	5.00	5.02	5.01	2.50	14.00	14.06	14.11	14.16	3.68	25.03	25.01	25.03	25.01	4.51	20.78	21.00	20.99	20.99	4.04	9.80	9.87	4.97	3.71
321	5.00	5.02	5.02	5.01	2.50	14.11	14.06	14.16	14.04	3.68	25.01	25.00	24.97	25.01	4.51	20.78	20.93	20.91	20.92	4.05	9.83	9.87	4.97	3.80
322	5.01	5.01	5.02	5.01	2.49	14.11	14.17	14.18	14.00	3.68	25.01	25.02	25.00	25.00	4.51	20.77	21.00	21.00	20.99	4.05	9.83	9.87	4.97	3.79
323	5.01	5.00	5.02	5.00	2.50	14.17	14.07	14.11	14.18	3.68	25.00	25.03	24.97	25.00	4.51	20.77	20.99	21.00	21.00	4.12	9.81	9.87	4.96	3.79
325	5.02	5.01	5.01	5.05	2.50	14.18	14.03	14.16	14.16	3.69	25.03	25.02	24.97	24.97	4.51	20.78	21.00	20.99	20.91	4.12	9.81	9.90	4.95	3.78
325	5.01	5.02	5.02	5.01	2.50	14.00	14.07	14.19	14.03	3.69	25.03	25.00	25.03	25.00	4.52	20.78	20.90	21.00	21.00	4.12	9.81	9.90	4.96	3.78
326	5.02	5.01	5.02	5.02	2.50	14.18	14.10	14.10	14.17	3.68	25.02	25.01	24.97	25.01	4.51	20.77	20.99	21.00	21.00	4.12	9.02	9.90	4.96	3.77
327	5.00	5.00	5.01	5.06	2.50	14.17	14.08	14.12	14.17	3.69	25.03	25.02	25.03	25.00	4.51	20.78	20.99	21.00	21.00	4.12	9.00	9.90	4.97	3.79
328	5.01	5.01	5.02	5.01	2.50	14.01	14.11	14.10	14.01	3.68	25.03	25.03	25.00	25.01	4.51	20.78	21.00	20.99	21.00	4.12	9.07	9.90	4.96	3.78

EK-1 (devamı)

Besleme hava debisi		1200 m3/h																						
Egzoz hava debisi		1200 m3/h																						
	101(OA1)	102(OA2)	103(OA3)	105(OA5)	105(OA5)	106(EA1)	107(EA2)	108(EA3)	109(EA5)	110(EA5)	111(RA1)	112(RA2)	113(RA3)	115(RA5)	115(RA5)	116(SA1)	117(SA2)	118(SA3)	119(SA5)	120(SA5)	201(OA-RH)	202(EA-RH)	203(RA-RH)	205(SA-RH)
329	5,02	5,02	5,01	5,01	2,50	14,11	14,08	14,18	14,10	3,69	25,02	25,02	25,00	25,01	4,52	20,78	21,00	20,99	21,00	4,12	9,10	9,90	4,96	3,76
330	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,01	14,01	14,17	14,05	3,69	25,03	25,03	24,98	25,01	4,52	20,79	20,99	21,00	20,93	4,12	9,10	9,90	4,97	3,75
331	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,02	14,10	14,10	14,11	3,69	25,03	25,02	25,01	24,98	4,52	20,78	21,00	21,00	20,95	4,12	9,10	9,90	4,97	3,76
332	5,01	5,01	5,01	5,02	2,50	14,01	14,08	14,10	14,12	3,68	25,03	25,03	25,00	24,01	4,52	20,79	21,00	21,00	21,00	4,12	9,02	9,90	4,96	3,76
333	5,00	5,01	5,01	5,01	2,49	14,03	14,11	14,11	14,02	3,69	25,03	25,03	25,00	24,97	4,52	20,78	20,99	21,00	20,94	4,12	9,01	9,90	4,97	3,75
335	5,01	5,00	5,01	5,01	2,49	14,01	14,09	14,10	14,16	3,69	25,03	25,03	24,98	25,01	4,52	20,78	20,99	20,99	21,00	4,12	9,01	9,90	4,97	3,74
335	5,01	5,01	5,01	5,02	2,49	14,04	14,15	14,11	14,11	3,69	25,03	25,02	25,01	25,01	4,52	20,78	20,99	21,00	21,00	4,12	9,01	9,90	4,97	3,74
336	5,01	5,00	5,00	5,01	2,49	14,04	14,10	14,11	14,02	3,69	25,02	25,03	24,98	25,03	4,52	20,77	21,00	20,99	20,92	4,05	9,00	9,90	4,96	3,73
337	5,01	5,00	6,00	5,01	2,49	14,02	14,01	14,17	14,15	3,68	25,03	25,02	25,01	24,02	4,52	20,77	20,99	20,99	20,93	4,12	9,12	9,90	4,95	3,73
338	5,01	5,01	5,00	5,05	2,49	14,02	14,08	14,17	14,19	3,69	25,03	25,03	25,01	25,02	4,52	20,78	21,00	20,91	21,00	4,12	9,11	9,90	4,96	3,73
339	5,01	5,00	5,00	5,01	2,49	14,00	14,07	14,11	14,17	3,68	25,02	25,03	25,01	24,04	4,52	20,78	21,00	20,90	20,99	4,12	9,11	9,90	4,96	3,72
350	5,05	5,01	5,02	5,01	2,49	14,02	14,01	14,17	14,16	3,69	25,02	25,03	25,03	24,03	4,52	20,77	20,99	21,00	21,00	4,12	9,10	9,90	4,96	3,74
351	5,01	5,05	5,01	5,01	2,50	14,19	14,07	14,19	14,18	3,69	25,03	25,03	25,00	24,03	4,52	20,77	20,99	21,00	21,00	4,12	9,17	9,90	4,95	3,73
352	5,05	5,05	5,00	5,01	2,50	14,01	14,06	14,14	14,18	3,69	25,03	25,02	25,01	24,03	4,52	20,78	21,00	20,90	20,99	4,12	9,20	9,90	4,95	3,71
353	5,02	5,02	5,01	5,01	2,50	14,11	14,01	14,18	14,01	3,69	25,03	25,03	25,02	25,00	4,52	20,79	21,00	20,90	20,99	4,12	9,20	9,89	4,96	3,71
355	5,01	5,02	5,00	5,01	2,50	14,18	14,06	14,18	14,17	3,69	25,02	25,02	25,02	24,01	4,52	20,95	21,00	21,00	20,99	4,12	9,20	9,89	4,96	3,60
355	5,02	5,05	5,01	5,01	2,50	14,19	14,06	14,18	14,18	3,69	25,01	25,03	25,01	24,03	4,52	20,79	20,99	21,00	21,00	4,11	9,11	9,89	4,96	3,60
356	5,01	5,01	5,01	5,01	2,50	14,18	14,03	14,17	14,15	3,69	25,02	25,02	25,03	24,04	4,52	20,80	21,00	20,99	20,95	4,05	9,11	9,90	4,96	3,59
357	5,01	5,01	5,02	5,01	2,50	14,18	14,04	14,18	14,15	3,69	25,03	25,02	25,01	24,01	4,52	20,79	21,00	20,95	21,00	4,05	9,10	9,90	4,95	3,59
358	5,01	5,01	5,02	5,02	2,50	14,17	14,06	14,15	14,19	3,68	25,02	25,03	25,01	25,02	4,52	20,93	20,91	20,95	20,99	4,05	9,01	9,90	4,95	3,58
359	5,02	5,02	5,00	5,01	2,50	14,15	14,03	14,16	14,13	3,69	25,00	25,02	25,01	24,98	4,51	20,79	20,95	21,00	21,00	4,05	9,01	9,90	4,95	3,58
350	5,00	5,02	5,01	5,01	2,50	14,12	14,03	14,15	14,06	3,69	25,02	25,02	25,01	24,01	4,52	20,95	20,95	20,91	20,95	4,05	9,00	9,90	4,95	3,57
351	5,01	5,01	5,01	5,02	2,49	14,14	14,11	14,14	14,01	3,68	25,03	25,03	25,00	25,02	4,51	20,91	21,00	21,00	20,99	4,10	9,07	9,90	4,96	3,59
352	5,01	5,05	5,00	5,01	2,49	14,13	14,01	14,17	14,11	3,69	25,03	25,02	25,00	24,98	4,51	20,79	21,00	21,00	21,00	4,11	9,10	9,90	4,95	3,56
353	5,01	5,01	5,01	5,00	2,49	14,11	14,02	14,10	14,15	3,69	25,03	25,02	25,00	25,01	4,52	20,91	20,99	20,99	20,94	4,09	9,10	9,90	4,95	3,56
355	5,05	5,01	5,01	5,01	2,50	14,11	14,00	14,18	14,11	3,68	25,02	25,02	25,00	24,98	4,51	20,78	21,00	21,00	20,95	4,18	9,09	9,90	4,95	3,56
355	5,01	5,01	5,01	5,01	2,49	14,11	14,00	14,12	14,01	3,69	25,03	25,02	25,00	24,01	4,52	20,95	20,94	21,00	21,00	4,17	9,10	9,99	4,95	3,56
356	5,01	5,01	5,01	5,02	2,50	14,18	14,01	14,11	14,15	3,69	25,02	25,03	25,02	25,02	4,51	20,79	21,00	20,90	20,99	4,17	9,02	9,99	4,95	3,56
357	5,01	5,02	5,01	5,01	2,50	14,11	14,18	14,18	14,16	3,68	25,03	25,02	25,01	24,97	4,52	20,78	20,91	20,94	20,99	4,16	9,02	9,99	4,95	3,55
358	5,02	5,01	5,02	5,01	2,50	14,11	14,11	14,11	14,11	3,68	25,02	25,03	25,01	24,97	4,52	20,90	21,00	20,99	21,00	4,12	9,02	9,99	4,95	3,55
359	5,00	5,02	5,01	5,01	2,50	14,11	14,18	14,07	14,08	3,68	25,02	25,02	25,00	24,03	4,51	20,90	20,99	21,00	20,91	4,12	9,01	9,99	4,95	3,39
360	5,00	5,01	5,05	5,01	2,50	14,18	14,15	14,07	14,01	3,68	25,03	25,03	25,00	24,03	4,51	20,79	21,00	21,00	20,95	4,12	9,11	9,99	4,95	3,38
361	5,01	5,01	5,01	5,01	2,51	14,06	14,13	14,13	14,16	3,65	25,01	25,00	25,00	24,98	4,48	21,00	20,98	20,99	20,90	4,12	9,10	9,70	4,92	3,39
Ort.	5,01	5,01	5,02	5,01	5,01	14,12	14,19	14,15	14,18	16,67	25,01	25,01	24,99	24,90	25,13	20,91	20,95	20,97	20,97	20,80	93,99	98,69	49,40	35,67

EK-1 (devamı)

OA	5,01	93,99%
EA	14,66	98,69%

SA	20,92	35,67%
RA	25,01	49,40%

Verim	79,55%
-------	--------



	101 (Inside-1)	102 (Inside-2)	103 (Inside-3)	104 (Inside-4)	106 (Inside-5)	107 (Inside-6)	108 (Inside-7)	109 (Inside-8)	111 (Inside-9)	112 (Inside-10)	113 (Inside-11)	114 (Inside-12)	116 (Outside-1)	117 (Outside-2)	118 (Outside-3)	119 (Outside-4)
1	51.89	52.23	51.23	52.02	52.60	52.40	52.38	52.14	51.72	52.34	52.02	51.98	32.15	31.97	31.78	31.07
2	51.95	52.15	51.32	51.97	52.60	52.47	52.48	52.04	51.71	52.30	51.98	52.00	32.14	31.96	31.76	31.10
3	51.94	52.18	51.30	51.94	52.52	52.41	52.51	52.14	51.69	52.26	51.99	52.11	32.15	31.99	31.77	31.28
4	51.93	52.14	51.19	51.96	52.53	52.40	52.50	52.50	51.71	52.30	52.04	52.23	32.17	31.93	31.79	31.39
5	51.96	52.18	51.10	52.11	52.60	52.45	52.50	52.29	51.73	52.34	52.07	52.11	32.15	31.95	31.77	31.21
6	51.93	52.21	51.23	52.16	52.61	52.38	52.17	52.52	51.72	52.31	52.05	52.31	32.18	31.96	31.77	31.41
7	51.88	52.24	51.19	52.17	52.64	52.32	52.32	52.21	51.74	52.31	52.09	52.25	32.19	31.94	31.79	31.52
8	51.84	52.25	51.14	52.34	52.51	52.17	52.11	52.50	51.83	52.36	52.14	52.42	32.20	31.94	31.78	31.53
9	51.86	52.23	51.13	52.41	52.45	52.16	52.22	52.51	51.82	52.36	52.10	52.47	32.18	31.95	31.79	31.59
10	51.81	52.24	51.11	52.32	52.51	52.20	52.27	52.57	51.83	52.34	52.13	52.43	32.19	31.96	31.80	31.50
11	51.85	52.18	51.11	52.36	52.51	52.05	52.05	52.42	51.84	52.32	52.09	52.51	32.17	31.96	31.81	31.58
12	51.85	52.20	51.20	52.28	52.49	52.10	51.89	52.48	51.86	52.27	52.12	52.39	32.15	31.94	31.81	31.37
13	51.89	52.22	51.27	52.31	52.47	52.05	52.00	52.46	51.80	52.28	52.11	52.41	32.14	31.94	31.82	31.50
14	51.83	52.14	51.18	52.34	52.54	52.10	52.29	52.44	51.81	52.26	52.09	52.42	32.15	31.92	31.81	31.33
15	51.87	52.17	51.20	52.09	52.51	52.13	52.29	52.20	51.79	52.27	52.03	52.08	32.09	31.93	31.79	31.25
16	51.86	52.20	51.14	52.12	52.46	52.16	52.05	52.06	51.68	52.27	52.06	52.04	32.09	31.96	31.81	31.16
17	51.87	52.20	51.18	52.26	52.40	52.00	52.12	52.34	51.77	52.22	52.01	52.16	32.12	31.96	31.81	31.17
18	51.89	52.21	51.09	52.32	52.43	52.09	52.05	52.28	51.72	52.26	51.97	52.17	32.11	31.95	31.81	31.22
19	51.93	52.26	51.09	52.31	52.41	52.18	52.19	52.34	51.71	52.24	51.94	52.30	32.14	31.97	31.81	31.29
20	51.93	52.23	51.17	52.27	52.47	52.16	52.20	52.49	51.72	52.24	51.98	52.34	32.12	31.96	31.81	31.26
21	51.97	52.27	51.31	52.39	52.51	52.16	52.13	52.11	51.67	52.22	51.98	52.08	32.11	31.98	31.82	31.22
22	51.91	52.28	51.35	52.27	52.46	52.08	52.29	52.24	51.72	52.21	51.96	52.28	32.15	31.98	31.81	31.32
23	51.89	52.25	51.38	52.30	52.40	52.21	52.33	52.36	51.68	52.24	52.03	52.27	32.14	31.99	31.82	31.24
24	51.88	52.17	51.28	52.19	52.44	52.18	52.12	52.12	51.63	52.24	51.97	52.18	32.10	31.99	31.80	31.27
25	51.83	52.15	51.25	52.28	52.41	52.32	52.15	52.41	51.60	52.22	51.99	52.37	32.14	31.99	31.85	31.47
26	51.90	52.26	51.33	52.31	52.49	52.36	52.33	52.46	51.61	52.19	51.99	52.40	32.16	31.98	31.85	31.59
27	51.87	52.20	51.29	52.43	52.40	52.30	52.28	52.50	51.58	52.18	52.01	52.49	32.18	31.98	31.84	31.68
28	51.90	52.25	51.27	52.40	52.40	52.28	52.33	52.55	51.66	52.20	52.02	52.46	32.16	32.00	31.83	31.67
29	51.97	52.26	51.26	52.37	52.53	52.31	52.29	52.60	51.63	52.25	52.05	52.42	32.16	31.94	31.81	31.68
30	51.98	52.20	51.24	52.16	52.58	52.26	52.32	52.28	51.66	52.25	52.06	52.30	32.14	31.98	31.80	31.59
31	51.99	52.22	51.21	52.18	52.55	52.34	52.38	52.16	51.55	52.27	52.02	52.17	32.14	31.99	31.78	31.63
32	51.94	52.19	51.22	52.07	52.41	52.29	52.48	52.08	51.56	52.30	52.03	52.06	32.14	32.00	31.79	31.27
33	51.92	52.18	51.13	52.00	52.50	52.34	52.30	52.08	51.56	52.32	52.02	52.07	32.13	31.98	31.77	31.22
34	51.89	52.20	51.17	52.02	52.45	52.37	52.38	51.99	51.49	52.34	52.03	52.03	32.13	32.01	31.78	31.18
35	51.87	52.19	51.17	51.96	52.49	52.33	52.23	52.11	51.56	52.32	51.97	52.00	32.15	32.03	31.80	31.13
36	51.90	52.18	51.22	51.92	52.52	52.26	52.42	52.03	51.61	52.28	51.96	51.99	32.15	32.02	31.80	31.13
37	51.90	52.11	51.17	52.02	52.53	52.19	52.30	52.03	51.56	52.24	51.94	52.08	32.16	32.00	31.81	31.28
38	51.88	52.13	51.27	52.04	52.47	52.15	52.33	52.03	51.58	52.26	51.96	52.04	32.15	32.02	31.80	31.14
39	51.94	52.18	51.18	52.00	52.54	52.29	52.34	52.05	51.58	52.28	51.90	52.03	32.15	32.01	31.81	31.17
40	51.93	52.20	51.17	52.01	52.47	52.30	52.51	52.09	51.60	52.24	51.92	52.26	32.20	32.04	31.81	31.46
41	51.92	52.27	51.16	52.24	52.52	52.23	52.15	52.38	51.65	52.20	51.97	52.34	32.19	32.04	31.82	31.51
42	51.92	52.22	51.19	52.32	52.57	52.23	52.18	52.52	51.72	52.22	51.96	52.43	32.21	32.03	31.80	31.56
43	51.92	52.22	51.22	52.36	52.59	52.23	52.24	52.41	51.74	52.25	51.93	52.41	32.21	31.99	31.82	31.62
44	51.93	52.21	51.30	52.37	52.52	52.26	52.23	52.42	51.81	52.24	51.94	52.42	32.20	31.99	31.83	31.61
45	51.94	52.17	51.34	52.35	52.46	52.12	52.12	52.46	51.71	52.22	51.98	52.16	32.13	32.00	31.82	31.29
46	51.96	52.20	51.35	52.14	52.47	52.28	52.14	52.07	51.65	52.18	51.95	52.03	32.10	31.99	31.83	31.21



	101 (Inside-1)	102 (Inside-2)	103 (Inside-3)	104 (Inside-4)	106 (Inside-5)	107 (Inside-6)	108 (Inside-7)	109 (Inside-8)	111 (Inside-9)	112 (Inside-10)	113 (Inside-11)	114 (Inside-12)	116 (Outside-1)	117 (Outside-2)	118 (Outside-3)	119 (Outside-4)
47	51.95	52.27	51.26	51.97	52.46	52.14	52.40	52.02	51.64	52.17	51.96	52.03	32.12	31.99	31.83	31.21
48	51.94	52.24	51.24	51.91	52.46	52.05	52.07	52.11	51.64	52.22	51.98	52.05	32.12	31.97	31.82	31.23
49	51.94	52.28	51.16	52.06	52.44	52.17	51.95	52.26	51.57	52.23	52.00	52.07	32.15	31.98	31.79	31.33
50	51.97	52.25	51.14	52.13	52.32	52.38	52.17	52.18	51.57	52.22	51.94	52.22	32.21	31.98	31.83	31.56
51	51.91	52.21	51.13	52.42	52.36	52.22	52.21	52.42	51.70	52.21	52.01	52.36	32.23	32.00	31.82	31.61
52	51.89	52.21	51.12	52.47	52.34	52.12	52.04	52.50	51.70	52.22	51.93	52.34	32.23	31.99	31.83	31.62
53	51.86	52.20	51.11	52.40	52.31	52.12	52.08	52.33	51.61	52.21	51.89	52.33	32.19	32.01	31.83	31.42
54	51.88	52.17	51.11	52.40	52.42	52.20	52.11	52.31	51.59	52.20	51.86	52.30	32.16	32.00	31.84	31.38
55	51.87	52.15	51.02	52.16	52.47	52.02	52.26	52.00	51.61	52.20	51.87	52.08	32.14	31.97	31.83	31.30
56	51.82	52.12	51.11	51.90	52.44	52.05	52.13	52.04	51.61	52.18	51.86	51.98	32.13	32.00	31.83	31.22
57	51.88	52.20	51.14	51.94	52.35	52.14	52.04	52.03	51.51	52.18	51.87	52.03	32.15	31.98	31.84	31.25
58	51.92	52.20	51.13	52.01	52.30	52.03	52.07	52.05	51.60	52.16	51.87	51.98	32.14	31.99	31.81	31.22
59	51.95	52.18	51.20	52.11	52.33	52.04	51.94	52.01	51.62	52.15	51.91	51.94	32.16	31.99	31.81	31.38
60	51.87	52.13	51.22	52.26	52.38	52.04	51.96	52.28	51.67	52.15	51.92	52.21	32.21	32.00	31.81	31.52
61	51.85	52.09	51.15	52.28	52.36	52.01	52.04	52.32	51.76	52.20	51.91	52.25	32.23	32.00	31.81	31.61
62	51.83	52.06	51.14	52.44	52.41	52.00	52.14	52.46	51.73	52.17	51.93	52.29	32.22	32.00	31.82	31.57
63	51.85	52.09	51.15	52.39	52.46	52.10	52.33	52.45	51.75	52.20	51.95	52.38	32.24	32.00	31.83	31.61
64	51.82	52.07	51.15	52.32	52.46	52.09	52.31	52.36	51.73	52.13	51.95	52.38	32.21	32.00	31.85	31.40
65	51.80	52.06	51.23	52.13	52.39	52.00	52.17	52.00	51.72	52.14	51.92	52.03	32.14	31.99	31.84	31.29
66	51.81	52.11	51.15	51.90	52.41	52.00	51.98	51.87	51.61	52.15	51.96	51.99	32.15	32.00	31.83	31.19
67	51.82	52.07	51.16	51.86	52.34	52.03	52.07	51.97	51.61	52.16	51.93	51.97	32.16	31.99	31.83	31.40
68	51.78	52.08	51.13	52.00	52.44	52.14	52.01	52.20	51.71	52.18	51.88	52.24	32.22	32.01	31.81	31.52
69	51.80	52.11	51.06	52.28	52.29	52.11	52.11	52.45	51.75	52.11	51.83	52.37	32.25	32.02	31.83	31.61
70	51.76	52.07	51.06	52.26	52.38	52.14	52.00	52.41	51.69	52.10	51.85	52.33	32.25	32.02	31.82	31.55
71	51.79	52.06	51.01	52.26	52.38	52.12	51.99	52.18	51.67	52.09	51.84	52.22	32.22	32.01	31.85	31.47
72	51.82	52.03	51.08	52.16	52.36	52.15	52.10	52.32	51.64	52.13	51.81	52.07	32.19	32.00	31.85	31.36
73	51.83	52.13	51.08	51.93	52.34	52.13	52.05	52.03	51.65	52.16	51.82	51.92	32.16	32.01	31.85	31.24
74	51.82	52.09	51.09	51.77	52.35	52.05	51.96	51.91	51.59	52.16	51.86	51.89	32.15	32.02	31.85	31.23
75	51.82	52.07	51.23	51.81	52.30	52.02	51.99	51.84	51.53	52.11	51.78	51.88	32.14	32.02	31.85	31.28
76	51.79	52.06	51.14	51.91	52.24	52.01	51.99	52.06	51.50	52.14	51.83	51.89	32.17	32.02	31.83	31.30
77	51.74	52.01	51.19	52.00	52.36	52.08	51.92	52.06	51.55	52.17	51.80	51.99	32.21	32.04	31.82	31.49
78	51.80	52.12	51.15	52.20	52.37	52.14	52.01	52.30	51.53	52.15	51.85	52.26	32.25	32.05	31.83	31.58
79	51.82	52.14	51.16	52.38	52.36	52.30	52.13	52.52	51.43	52.15	51.86	52.33	32.27	32.06	31.83	31.63
80	51.86	52.21	51.20	52.41	52.34	52.29	52.14	52.43	51.39	52.13	51.91	52.29	32.24	32.06	31.83	31.53
81	51.80	52.19	51.19	52.31	52.31	52.31	52.16	52.32	51.43	52.12	51.91	52.24	32.23	32.04	31.86	31.50
82	51.78	52.12	51.17	52.15	52.31	52.25	52.23	52.26	51.36	52.13	51.90	52.09	32.18	32.04	31.86	31.30
83	51.78	52.12	51.18	51.93	52.36	52.26	52.20	52.04	51.37	52.15	51.92	51.96	32.17	32.06	31.84	31.26
84	51.81	52.13	51.18	51.93	52.32	52.24	52.19	51.87	51.41	52.13	51.90	51.93	32.17	32.04	31.83	31.24
85	51.78	52.10	51.24	52.01	52.34	52.02	52.14	51.98	51.48	52.13	51.84	51.94	32.19	32.04	31.86	31.42
86	51.80	52.07	51.24	51.99	52.31	52.00	51.94	52.22	51.53	52.15	51.81	52.23	32.24	32.06	31.82	31.58
87	51.79	52.06	51.15	52.23	52.45	52.11	52.05	52.36	51.61	52.12	51.84	52.32	32.27	32.06	31.82	31.63
88	51.79	52.08	51.13	52.32	52.44	52.12	52.08	52.31	51.52	52.13	51.91	52.33	32.28	32.04	31.83	31.65
89	51.79	52.03	51.18	52.30	52.52	52.00	52.01	52.31	51.56	52.12	51.85	52.31	32.28	32.05	31.86	31.68
90	51.78	52.07	51.17	52.29	52.48	51.98	52.14	52.24	51.47	52.12	51.91	52.31	32.27	32.04	31.85	31.70
91	51.74	52.03	51.05	52.28	52.43	52.08	52.17	52.33	51.52	52.09	51.89	52.27	32.24	32.04	31.87	31.38
92	51.74	52.04	51.04	52.21	52.43	52.07	52.13	52.25	51.56	52.09	51.87	52.21	32.24	32.04	31.88	31.53

EK-2 (devam)



	101 (Inside-1)	102 (Inside-2)	103 (Inside-3)	104 (Inside-4)	106 (Inside-5)	107 (Inside-6)	108 (Inside-7)	109 (Inside-8)	111 (Inside-9)	112 (Inside-10)	113 (Inside-11)	114 (Inside-12)	116 (Outside-1)	117 (Outside-2)	118 (Outside-3)	119 (Outside-4)
93	51.77	52.01	51.10	52.17	52.54	52.17	52.25	52.22	51.47	52.09	51.83	52.03	32.19	32.02	31.87	31.38
94	51.78	52.09	51.09	51.95	52.41	52.17	52.32	51.96	51.43	52.10	51.83	51.86	32.15	32.04	31.86	31.29
95	51.72	52.03	51.08	51.84	52.22	52.06	52.27	51.82	51.52	52.09	51.78	51.83	32.18	32.04	31.88	31.25
96	51.75	52.03	51.13	51.83	52.27	52.01	52.20	52.02	51.49	52.11	51.77	51.86	32.18	32.05	31.88	31.40
97	51.73	52.00	51.11	51.81	52.27	52.03	52.32	52.31	51.48	52.16	51.88	52.24	32.26	32.06	31.89	31.67
98	51.74	51.95	51.07	51.93	52.41	52.05	52.25	52.19	51.40	52.14	51.82	52.12	32.27	32.04	31.88	31.68
99	51.72	52.02	51.02	52.14	52.28	51.90	52.04	52.52	51.47	52.17	51.85	52.29	32.29	32.07	31.90	31.49
100	51.72	52.00	50.95	52.29	52.35	51.80	52.14	52.46	51.50	52.18	51.86	52.35	32.31	32.08	31.93	31.71
101	51.72	51.97	51.12	52.28	52.38	51.90	52.01	52.45	51.55	52.21	51.93	52.30	32.25	32.08	31.92	31.40
102	51.73	52.05	51.09	52.23	52.43	52.04	51.84	52.37	51.42	52.20	51.91	52.30	32.25	32.08	31.92	31.68
103	51.75	52.04	51.09	52.19	52.27	52.11	52.15	52.30	51.42	52.15	51.92	52.25	32.25	32.10	31.93	31.60
104	51.72	52.04	51.04	52.14	52.28	52.09	52.24	52.25	51.40	52.15	51.93	52.09	32.21	32.08	31.90	31.36
105	51.76	52.01	51.05	51.90	52.23	51.99	52.12	52.05	51.43	52.14	51.87	51.99	32.19	32.07	31.92	31.34
106	51.67	52.01	51.04	51.95	52.38	51.98	51.93	52.03	51.43	52.13	51.90	51.96	32.21	32.07	31.92	31.29
107	51.71	51.95	51.01	51.89	52.41	52.07	51.99	51.92	51.45	52.10	51.85	51.86	32.22	32.07	31.92	31.29
108	51.65	51.97	51.03	51.82	52.30	52.06	52.05	52.10	51.40	52.07	51.85	51.88	32.24	32.08	31.92	31.27
109	51.65	51.97	51.00	51.88	52.34	51.99	52.08	52.12	51.43	52.08	51.87	51.97	32.23	32.06	31.92	31.27
110	51.61	51.97	51.03	52.03	52.30	51.96	51.96	52.02	51.47	52.08	51.88	51.95	32.24	32.08	31.94	31.33
111	51.62	51.99	51.00	52.07	52.29	51.99	51.99	52.20	51.37	52.07	51.86	52.24	32.26	32.08	31.94	31.63
112	51.64	52.04	51.00	52.14	52.39	52.05	51.98	52.15	51.29	52.05	51.83	52.24	32.29	32.08	31.92	31.63
113	51.68	52.06	51.03	52.23	52.41	52.11	52.06	52.13	51.34	52.04	51.85	52.28	32.28	32.07	31.96	31.74
114	51.71	52.03	51.04	52.17	52.32	51.92	52.03	52.16	51.38	52.00	51.81	52.33	32.30	32.07	31.94	31.79
115	51.74	52.01	51.02	52.04	52.33	51.88	51.86	52.18	51.40	52.00	51.73	52.32	32.30	32.08	31.94	31.79
116	51.67	52.05	51.09	51.91	52.34	51.95	51.93	51.90	51.40	52.03	51.78	51.99	32.25	32.05	31.94	31.58
117	51.68	52.00	51.10	51.92	52.23	52.08	51.99	51.89	51.39	52.02	51.76	52.01	32.28	32.07	31.92	31.70
118	51.65	52.05	51.13	51.87	52.21	51.91	51.97	51.90	51.41	52.06	51.77	51.94	32.29	32.05	31.90	31.43
119	51.62	52.01	51.04	51.85	52.25	52.06	52.03	51.99	51.37	52.07	51.80	51.85	32.26	32.07	31.87	31.37
120	51.63	52.07	51.08	51.78	52.27	52.04	52.08	51.90	51.39	52.04	51.80	51.85	32.28	32.07	31.89	31.58
121	51.71	52.10	51.00	51.83	52.27	51.94	52.00	51.92	51.44	52.08	51.85	51.82	32.30	32.07	31.91	31.28
122	51.73	52.10	51.00	52.02	52.35	52.02	52.05	52.13	51.52	52.07	51.85	51.94	32.31	32.12	31.90	31.29
123	51.75	52.01	51.09	52.18	52.34	52.10	52.08	52.20	51.54	52.04	51.85	52.14	32.34	32.10	31.93	31.53
124	51.72	52.10	51.02	52.23	52.31	52.10	52.07	52.22	51.48	52.05	51.85	52.21	32.34	32.11	31.96	31.69
125	51.73	52.08	51.08	52.29	52.24	52.00	51.96	52.37	51.48	51.97	51.84	52.25	32.32	32.09	31.97	31.74
126	51.76	52.00	51.05	52.13	52.33	52.08	51.92	52.33	51.46	52.01	51.81	52.23	32.30	32.09	31.94	31.76
127	51.75	52.07	51.14	51.97	52.28	52.00	52.26	52.03	51.53	52.01	51.85	51.97	32.28	32.08	31.93	31.60
128	51.76	52.02	51.27	51.93	52.35	51.77	52.11	52.06	51.59	52.03	51.86	52.09	32.30	32.09	31.93	31.73
129	51.78	52.14	51.19	51.92	52.26	51.93	52.06	51.88	51.60	52.06	51.88	51.91	32.27	32.09	31.91	31.39
130	51.76	52.07	51.05	51.93	52.22	51.91	52.08	52.12	51.59	52.04	51.85	51.91	32.27	32.09	31.89	31.35
131	51.76	52.02	51.03	51.80	52.22	51.99	52.06	52.00	51.55	52.08	51.87	51.87	32.28	32.12	31.91	31.32
132	51.74	51.99	51.07	51.74	52.29	51.99	52.01	52.06	51.55	52.11	51.80	51.86	32.25	32.12	31.90	31.27
133	51.72	52.01	51.03	51.72	52.40	52.08	51.99	51.92	51.56	52.10	51.79	51.80	32.26	32.13	31.93	31.21
134	51.76	52.01	51.04	51.73	52.28	51.98	51.81	51.84	51.57	52.10	51.80	51.87	32.25	32.13	31.90	31.45
135	51.73	52.06	51.04	51.86	52.34	52.08	51.81	51.80	51.51	52.09	51.83	51.82	32.27	32.12	31.94	31.24
136	51.78	52.05	50.98	51.93	52.36	52.28	51.96	51.97	51.56	52.06	51.86	51.89	32.28	32.14	31.92	31.25
137	51.78	52.05	51.07	51.98	52.38	52.23	52.13	51.99	51.60	52.10	51.86	51.85	32.27	32.12	31.93	31.24
138	51.82	52.12	51.22	52.10	52.36	52.32	52.01	52.02	51.55	52.11	51.84	51.93	32.28	32.13	31.95	31.31

EK-2 (devam)



	101 (Inside-1)	102 (Inside-2)	103 (Inside-3)	104 (Inside-4)	106 (Inside-5)	107 (Inside-6)	108 (Inside-7)	109 (Inside-8)	111 (Inside-9)	112 (Inside-10)	113 (Inside-11)	114 (Inside-12)	116 (Outside-1)	117 (Outside-2)	118 (Outside-3)	119 (Outside-4)
139	51.80	52.06	51.21	52.22	52.41	52.30	52.15	52.23	51.50	52.08	51.85	52.08	32.28	32.15	31.95	31.32
140	51.78	52.11	51.25	52.34	52.39	52.23	52.02	52.04	51.44	52.07	51.87	52.00	32.27	32.13	31.97	31.31
141	51.80	52.08	51.22	52.22	52.35	52.15	52.03	52.18	51.43	52.07	51.83	52.09	32.29	32.12	31.97	31.38
142	51.80	52.14	51.24	52.14	52.30	52.07	51.95	52.05	51.38	52.07	51.78	52.03	32.28	32.11	31.96	31.30
143	51.74	52.13	51.16	52.01	52.41	52.00	51.90	51.95	51.35	52.08	51.84	51.89	32.26	32.12	31.96	31.33
144	51.78	52.11	51.09	52.10	52.42	52.05	51.63	52.12	51.40	52.10	51.83	51.99	32.27	32.13	31.95	31.31
145	51.73	52.03	50.99	52.09	52.41	52.13	51.90	52.11	51.40	52.08	51.79	51.87	32.28	32.12	31.95	31.32
146	51.70	52.07	51.10	52.05	52.39	52.16	51.86	52.11	51.47	52.13	51.82	52.03	32.30	32.14	31.96	31.38
147	51.77	52.08	51.08	52.25	52.44	52.33	52.08	52.47	51.57	52.09	51.82	52.24	32.31	32.14	31.96	31.36
148	51.75	52.09	51.00	52.23	52.48	52.30	52.11	52.21	51.56	52.14	51.82	52.14	32.32	32.14	31.98	31.48
149	51.73	52.10	50.98	52.27	52.46	52.22	52.18	52.39	51.51	52.15	51.85	52.30	32.32	32.14	31.99	31.58
150	51.81	52.12	51.07	52.34	52.42	52.18	52.25	52.36	51.54	52.14	51.88	52.35	32.31	32.12	31.98	31.70
151	51.79	52.14	51.12	52.34	52.36	52.19	52.17	52.26	51.60	52.14	51.91	52.31	32.32	32.13	31.98	31.74
152	51.77	52.14	51.13	52.37	52.32	52.07	52.11	52.35	51.60	52.10	51.90	52.36	32.33	32.12	31.97	31.79
153	51.81	52.14	51.12	52.38	52.32	51.89	51.91	52.36	51.61	52.14	51.91	52.36	32.32	32.11	31.98	31.80
154	51.76	52.07	51.03	52.37	52.35	51.91	51.90	52.39	51.54	52.12	51.93	52.38	32.32	32.11	31.98	31.85
155	51.75	52.11	51.06	52.39	52.37	51.98	51.94	52.42	51.59	52.12	51.88	52.42	32.32	32.08	31.96	31.86
156	51.76	52.02	51.13	52.24	52.32	51.90	51.98	52.30	51.56	52.08	51.89	52.36	32.32	32.08	31.95	31.85
157	51.81	52.11	51.13	52.13	52.25	51.81	52.03	52.10	51.56	52.08	51.89	52.22	32.29	32.10	31.95	31.86
158	51.81	52.10	51.08	51.96	52.32	52.02	52.06	52.13	51.48	52.08	51.84	52.29	32.32	32.11	31.93	31.81
159	51.71	52.02	51.08	51.90	52.26	52.02	52.01	51.87	51.51	52.07	51.81	51.99	32.31	32.09	31.93	31.68
160	51.76	52.03	51.08	51.90	52.31	52.16	52.10	51.87	51.48	52.07	51.86	51.90	32.28	32.12	31.92	31.62
161	51.75	52.07	51.12	51.94	52.26	52.08	52.14	51.92	51.44	52.11	51.85	51.91	32.31	32.11	31.92	31.41
162	51.80	52.12	51.10	51.94	52.27	52.12	52.04	51.88	51.50	52.09	51.83	51.88	32.29	32.12	31.93	31.51
163	51.79	52.08	51.07	51.99	52.22	52.11	52.12	52.07	51.55	52.09	51.87	52.13	32.34	32.12	31.92	31.68
164	51.80	52.07	51.08	51.94	52.22	51.99	51.94	51.92	51.43	52.12	51.84	51.97	32.31	32.14	31.94	31.49
165	51.82	52.07	51.08	51.93	52.22	52.10	52.03	51.93	51.49	52.09	51.84	51.90	32.32	32.12	31.94	31.69
166	51.80	52.05	51.07	51.98	52.21	52.13	52.23	52.08	51.49	52.09	51.85	52.00	32.33	32.13	31.93	31.56
167	51.79	52.06	51.13	51.91	52.33	52.11	52.18	51.90	51.43	52.10	51.86	51.88	32.32	32.13	31.94	31.49
168	51.76	52.08	51.11	51.88	52.43	52.15	52.26	51.76	51.26	52.09	51.82	52.08	32.34	32.13	31.94	31.70
169	51.80	52.04	51.03	51.97	52.29	52.11	52.27	51.87	51.30	52.16	51.83	51.84	32.31	32.12	31.95	31.45
170	51.76	52.09	51.03	51.90	52.24	52.18	52.22	52.00	51.28	52.13	51.85	51.94	32.31	32.11	31.97	31.53
171	51.78	52.03	51.04	51.90	52.24	52.19	52.14	51.93	51.32	52.09	51.85	51.86	32.32	32.13	31.95	31.69
172	51.74	52.04	51.07	51.99	52.32	51.93	51.80	52.27	51.48	52.14	51.87	52.13	32.35	32.13	31.93	31.68
173	51.72	52.07	51.14	52.04	52.33	52.05	52.00	52.38	51.48	52.15	51.91	52.10	32.36	32.14	31.96	31.74
174	51.75	52.06	51.10	52.11	52.36	52.15	52.03	52.34	51.53	52.16	51.90	52.26	32.37	32.14	31.95	31.77
175	51.79	52.09	51.18	52.29	52.39	52.07	52.30	52.49	51.55	52.16	51.91	52.29	32.36	32.13	31.97	31.85
176	51.79	52.11	51.12	52.20	52.43	52.10	52.33	52.38	51.55	52.14	51.88	52.27	32.33	32.11	31.95	31.84
177	51.81	52.12	51.16	52.10	52.36	52.07	52.22	52.43	51.61	52.13	51.90	52.34	32.35	32.12	31.96	31.86
178	51.83	52.15	51.23	52.05	52.28	52.12	51.94	52.20	51.59	52.09	51.89	52.13	32.34	32.10	31.95	31.75
179	51.82	52.22	51.14	51.98	52.26	52.26	52.09	52.00	51.56	52.06	51.89	52.16	32.34	32.09	31.95	31.77
180	51.82	52.15	51.15	51.94	52.28	52.20	52.15	52.03	51.56	52.04	51.87	51.91	32.31	32.10	31.92	31.53
181	51.77	52.06	51.12	51.94	52.32	52.05	52.21	52.17	51.53	52.08	51.87	51.86	32.29	32.11	31.93	31.43
182	51.84	52.15	51.17	51.95	52.29	52.10	52.19	52.09	51.53	52.10	51.90	51.88	32.31	32.12	31.92	31.43
183	51.87	52.15	51.23	51.95	52.32	52.28	52.17	51.91	51.56	52.09	51.91	51.83	32.33	32.16	31.93	31.35
184	51.84	52.19	51.23	51.95	52.27	52.17	52.18	51.91	51.53	52.12	51.86	51.80	32.31	32.17	31.94	31.34

EK-2 (devam)

	101 (Inside-1)	102 (Inside-2)	103 (Inside-3)	104 (Inside-4)	106 (Inside-5)	107 (Inside-6)	108 (Inside-7)	109 (Inside-8)	111 (Inside-9)	112 (Inside-10)	113 (Inside-11)	114 (Inside-12)	116 (Outside-1)	117 (Outside-2)	118 (Outside-3)	119 (Outside-4)
185	51.85	52.10	51.13	51.99	52.40	52.15	52.02	52.02	51.57	52.13	51.88	51.79	32.31	32.16	31.92	31.30
186	51.90	52.16	51.15	51.95	52.36	52.11	52.24	52.07	51.51	52.18	51.91	51.84	32.32	32.18	31.96	31.31
187	51.89	52.12	51.08	51.95	52.49	52.11	52.30	52.02	51.50	52.19	51.95	51.87	32.35	32.18	31.95	31.37
188	51.78	52.14	51.19	51.97	52.49	52.13	52.19	52.09	51.63	52.20	51.96	51.92	32.34	32.19	31.96	31.34
189	51.78	52.13	51.16	51.90	52.49	52.21	52.34	52.10	51.66	52.21	51.92	51.92	32.32	32.18	31.95	31.58
190	51.82	52.16	51.17	51.95	52.42	52.20	52.39	52.09	51.65	52.19	51.90	52.07	32.35	32.20	31.99	31.61
191	51.73	52.06	51.05	52.03	52.49	52.19	52.30	52.38	51.69	52.20	51.92	52.25	32.41	32.22	31.97	31.72
192	51.78	52.08	51.04	51.91	52.41	52.31	52.59	52.09	51.67	52.19	51.86	52.13	32.35	32.18	31.99	31.77
193	51.86	52.17	51.11	52.04	52.41	52.35	52.50	52.13	51.70	52.19	51.82	52.28	32.37	32.16	31.97	31.73
194	51.81	52.15	51.13	52.22	52.48	52.28	52.37	52.32	51.72	52.16	51.87	52.29	32.40	32.18	31.99	31.82
195	51.90	52.14	51.14	52.32	52.43	52.28	52.29	52.43	51.66	52.17	51.84	52.39	32.42	32.19	32.01	31.84
196	51.90	52.19	51.19	52.43	52.49	52.38	52.29	52.40	51.66	52.14	51.87	52.37	32.42	32.19	32.02	31.85
197	51.89	52.16	51.22	52.37	52.44	52.38	52.43	52.31	51.62	52.14	51.78	52.24	32.41	32.19	32.02	31.74
198	51.83	52.12	51.29	52.33	52.42	52.29	52.43	52.39	51.60	52.12	51.85	52.34	32.40	32.18	32.05	31.83
199	51.86	52.17	51.29	52.31	52.41	52.09	52.32	52.37	51.69	52.16	51.90	52.27	32.38	32.16	32.03	31.77
200	51.79	52.16	51.15	52.12	52.38	52.09	52.09	52.18	51.71	52.18	51.91	52.14	32.36	32.17	32.04	31.54
201	51.75	52.10	51.16	52.01	52.38	52.09	52.06	52.21	51.68	52.17	51.90	52.00	32.32	32.14	32.08	31.48
202	51.74	52.04	51.13	51.95	52.47	51.95	52.02	52.02	51.63	52.19	51.93	52.03	32.34	32.19	32.03	31.47
203	51.82	52.13	51.16	51.98	52.39	51.95	51.99	52.06	51.67	52.18	51.91	51.94	32.34	32.16	32.04	31.38
204	51.82	52.12	51.25	51.86	52.36	52.01	51.98	51.93	51.66	52.15	51.92	51.91	32.33	32.19	32.03	31.40
205	51.76	52.14	51.22	51.87	52.43	52.00	52.00	51.81	51.68	52.20	51.92	51.88	32.35	32.20	32.04	31.37
206	51.82	52.08	51.16	51.99	52.33	51.91	51.91	52.05	51.66	52.19	51.86	51.90	32.39	32.19	32.03	31.38
207	51.81	52.14	51.26	52.02	52.34	52.07	52.03	52.10	51.61	52.17	51.92	52.01	32.46	32.21	32.04	31.71
208	51.81	52.16	51.17	51.96	52.34	52.20	52.23	51.96	51.75	52.24	51.92	51.93	32.39	32.21	32.03	31.43
209	51.79	52.12	51.18	51.98	52.36	52.13	52.22	52.07	51.74	52.26	51.96	51.98	32.39	32.21	32.02	31.61
210	51.81	52.03	51.22	51.98	52.41	52.21	52.47	52.08	51.69	52.25	51.96	52.11	32.43	32.20	32.02	31.61
211	51.82	52.14	51.29	52.07	52.44	52.31	52.34	52.09	51.67	52.24	51.95	52.04	32.43	32.23	32.05	31.71
212	51.85	52.20	51.29	52.11	52.47	52.15	52.35	52.31	51.56	52.24	51.98	52.30	32.44	32.21	32.02	31.76
213	51.89	52.23	51.26	52.38	52.42	52.06	52.20	52.38	51.53	52.18	51.97	52.38	32.45	32.21	32.04	31.84
214	51.89	52.17	51.25	52.45	52.44	51.95	52.29	52.46	51.56	52.21	52.01	52.45	32.44	32.22	32.02	31.53
215	51.94	52.14	51.27	52.41	52.59	52.30	52.23	52.21	51.58	52.19	51.98	52.43	32.42	32.22	32.05	31.81
216	51.95	52.20	51.19	52.45	52.56	52.39	52.40	52.28	51.52	52.20	52.01	52.42	32.42	32.22	32.06	31.81
217	51.90	52.17	51.20	52.43	52.39	52.27	51.92	52.23	51.53	52.23	52.03	52.41	32.40	32.20	32.07	31.70
218	51.94	52.22	51.22	52.48	52.54	52.16	51.94	52.12	51.59	52.20	51.94	52.17	32.38	32.22	32.06	31.58
219	51.87	52.19	51.24	52.09	52.40	52.14	52.13	52.11	51.57	52.21	51.94	52.03	32.37	32.20	32.04	31.45
220	51.85	52.23	51.25	51.98	52.46	52.18	52.03	52.01	51.50	52.20	51.97	52.00	32.32	32.18	32.04	31.46
221	51.83	52.18	51.35	51.95	52.39	52.15	52.24	51.98	51.48	52.23	51.93	52.02	32.34	32.20	32.04	31.41
222	51.86	52.06	51.32	51.92	52.42	52.33	52.17	52.01	51.54	52.22	51.94	52.00	32.35	32.21	32.03	31.39
223	51.92	52.15	51.32	52.00	52.42	52.44	52.14	52.02	51.55	52.24	51.97	52.14	32.41	32.20	32.01	31.58
224	51.91	52.05	51.28	52.05	52.45	52.57	52.22	51.99	51.53	52.20	51.91	52.00	32.42	32.20	32.01	31.48
225	51.90	52.06	51.35	52.08	52.47	52.37	52.36	52.08	51.47	52.23	51.87	52.17	32.44	32.21	32.05	31.75
226	51.90	52.16	51.15	52.15	52.43	52.22	52.32	52.45	51.49	52.22	51.90	52.29	32.46	32.20	32.03	31.78
227	51.86	52.15	51.16	52.17	52.41	52.19	52.38	52.20	51.58	52.19	51.92	52.25	32.44	32.17	32.01	31.74
228	51.86	52.14	51.16	52.04	52.46	52.01	52.34	51.96	51.62	52.22	51.94	52.31	32.45	32.19	32.05	31.84
229	51.83	52.06	51.08	52.32	52.46	52.02	52.15	52.43	51.69	52.17	51.95	52.43	32.48	32.19	32.03	31.88
230	51.87	52.13	51.12	52.46	52.46	52.13	52.29	52.53	51.64	52.20	52.00	52.42	32.45	32.25	32.01	31.89

EK-2 (devam)



	101 (Inside-1)	102 (Inside-2)	103 (Inside-3)	104 (Inside-4)	106 (Inside-5)	107 (Inside-6)	108 (Inside-7)	109 (Inside-8)	111 (Inside-9)	112 (Inside-10)	113 (Inside-11)	114 (Inside-12)	116 (Outside-1)	117 (Outside-2)	118 (Outside-3)	119 (Outside-4)
231	51.77	51.89	51.06	52.38	52.43	52.06	52.10	52.45	51.58	52.18	52.02	52.41	32.45	32.23	32.04	31.62
232	51.76	52.05	51.10	52.31	52.39	52.13	52.02	52.46	51.54	52.18	51.97	52.42	32.43	32.19	32.06	31.88
233	51.81	52.11	51.07	52.34	52.45	52.21	52.14	52.34	51.55	52.21	51.94	52.27	32.38	32.21	32.06	31.53
234	51.78	52.01	51.17	52.20	52.37	52.12	52.10	52.11	51.49	52.17	51.94	52.10	32.37	32.20	32.06	31.50
235	51.79	52.10	51.12	51.89	52.46	52.15	52.10	52.13	51.52	52.19	51.94	51.98	32.37	32.20	32.05	31.43
236	51.78	52.13	51.15	51.93	52.40	52.21	52.05	51.99	51.56	52.19	51.96	51.97	32.39	32.20	32.06	31.45
237	51.76	52.12	51.12	51.83	52.42	52.14	52.02	51.89	51.61	52.19	51.95	51.96	32.38	32.19	32.06	31.41
238	51.79	52.07	51.13	51.83	52.42	52.05	52.08	52.00	51.62	52.18	51.97	51.96	32.40	32.19	32.06	31.42
239	51.79	52.06	51.10	51.94	52.23	52.04	52.18	52.07	51.60	52.17	51.91	52.10	32.43	32.22	32.04	31.70
240	51.79	52.01	51.22	51.96	52.42	52.12	52.15	52.04	51.66	52.14	51.89	52.06	32.41	32.20	32.05	31.61
241	51.85	52.10	51.19	51.99	52.49	52.24	52.32	52.19	51.59	52.15	51.87	52.10	32.45	32.21	32.04	31.78
242	51.84	52.11	51.18	52.17	52.37	52.21	52.17	52.43	51.65	52.16	51.88	52.22	32.47	32.21	32.04	31.83
243	51.83	52.16	51.19	52.15	52.28	52.22	52.11	52.35	51.52	52.16	51.91	52.20	32.44	32.21	31.99	31.87
244	51.86	52.11	51.11	52.20	52.27	52.20	52.05	52.36	51.48	52.12	51.86	52.32	32.46	32.20	32.04	31.84
245	51.83	52.08	51.16	52.26	52.28	52.12	52.11	52.40	51.45	52.12	51.87	52.36	32.45	32.19	32.04	31.85
246	51.80	52.08	51.10	52.22	52.40	52.20	52.26	52.49	51.41	52.12	51.86	52.42	32.41	32.20	32.03	31.88
247	51.75	52.10	51.11	52.28	52.34	52.10	52.21	52.45	51.51	52.13	51.88	52.37	32.42	32.18	32.04	31.86
248	51.75	52.09	51.17	52.17	52.34	51.99	52.09	52.29	51.53	52.13	51.85	52.37	32.41	32.19	32.08	31.86
249	51.76	52.09	51.12	52.28	52.32	52.21	52.18	52.22	51.56	52.07	51.79	52.20	32.37	32.19	32.06	31.53
250	51.81	52.08	51.16	52.03	52.48	52.20	52.31	52.10	51.63	52.05	51.89	52.02	32.33	32.21	32.06	31.46
251	51.82	52.15	51.04	51.95	52.45	52.28	52.37	52.05	51.70	52.07	51.83	51.97	32.34	32.22	32.06	31.45
252	51.81	52.14	51.07	51.97	52.47	52.18	52.33	52.14	51.74	52.08	51.89	52.04	32.35	32.21	32.06	31.71
253	51.87	52.23	51.13	51.98	52.47	52.27	52.29	52.49	51.77	52.15	51.89	52.23	32.43	32.21	32.04	31.78
254	51.87	52.15	51.09	52.07	52.52	52.20	52.37	52.32	51.76	52.16	51.90	52.25	32.44	32.21	32.04	31.83
255	51.83	52.11	51.12	52.31	52.44	52.11	52.27	52.46	51.77	52.16	51.94	52.35	32.45	32.21	32.05	31.85
256	51.80	52.09	51.14	52.37	52.52	52.11	52.15	52.44	51.68	52.15	51.91	52.34	32.45	32.22	32.07	31.83
257	51.87	52.10	51.10	52.28	52.51	52.09	52.03	52.50	51.67	52.21	51.92	52.34	32.41	32.22	32.07	31.63
258	51.89	52.16	51.13	52.06	52.43	52.04	52.10	52.38	51.62	52.20	51.96	52.40	32.44	32.22	32.04	31.89
259	51.85	52.12	51.23	52.03	52.40	52.02	52.04	52.00	51.66	52.20	51.96	51.99	32.35	32.21	32.04	31.49
260	51.91	52.21	51.30	52.08	52.47	51.98	51.94	52.02	51.60	52.18	51.96	52.03	32.39	32.22	32.06	31.78
261	51.87	52.14	51.33	52.34	52.39	51.98	52.06	52.26	51.73	52.19	51.97	52.26	32.45	32.21	32.06	31.86
262	51.85	52.12	51.25	52.43	52.39	51.92	51.91	52.38	51.68	52.16	51.91	52.30	32.43	32.23	32.05	31.86
263	51.88	52.15	51.23	52.48	52.28	51.99	52.24	52.26	51.60	52.10	51.87	52.05	32.41	32.22	32.05	31.57
264	51.86	52.09	51.19	52.19	52.34	52.02	52.25	52.06	51.52	52.12	51.90	52.03	32.38	32.24	32.09	31.52
265	51.90	52.16	51.16	52.05	52.33	52.09	52.21	52.18	51.51	52.17	51.87	51.95	32.38	32.20	32.04	31.48
266	51.86	52.08	51.14	51.88	52.39	51.94	52.16	51.93	51.53	52.16	51.93	51.94	32.38	32.19	32.05	31.45
267	51.81	52.07	51.12	51.89	52.44	51.97	52.27	51.98	51.50	52.19	51.90	51.92	32.38	32.25	32.05	31.46
268	51.83	52.12	51.19	52.00	52.39	52.03	52.15	52.21	51.53	52.16	51.96	52.25	32.47	32.24	32.04	31.82
269	51.82	52.14	51.23	52.25	52.39	52.07	52.15	52.46	51.54	52.14	51.95	52.33	32.47	32.24	32.07	31.84
270	51.78	52.15	51.19	52.28	52.38	52.10	52.40	52.44	51.56	52.12	51.95	52.37	32.45	32.21	32.07	31.81
271	51.78	52.06	51.17	52.26	52.50	51.91	52.11	52.35	51.47	52.12	51.96	52.26	32.42	32.25	32.08	31.55
272	51.78	52.06	51.15	51.93	52.47	51.87	52.07	52.00	51.40	52.16	51.96	52.03	32.38	32.27	32.09	31.51
273	51.80	52.11	51.23	51.91	52.45	52.03	52.06	52.06	51.45	52.16	51.97	51.94	32.37	32.24	32.07	31.45
274	51.83	52.17	51.23	51.91	52.54	52.12	52.15	52.07	51.47	52.19	51.96	51.93	32.38	32.23	32.07	31.43
275	51.78	52.17	51.27	51.90	52.41	52.12	52.28	51.99	51.54	52.16	51.98	51.99	32.36	32.23	32.07	31.55
276	51.81	52.09	51.21	52.02	52.45	51.97	52.18	52.32	51.61	52.12	52.02	52.17	32.45	32.24	32.05	31.80

EK-2 (devam)



	101 (Inside-1)	102 (Inside-2)	103 (Inside-3)	104 (Inside-4)	106 (Inside-5)	107 (Inside-6)	108 (Inside-7)	109 (Inside-8)	111 (Inside-9)	112 (Inside-10)	113 (Inside-11)	114 (Inside-12)	116 (Outside-1)	117 (Outside-2)	118 (Outside-3)	119 (Outside-4)
277	51.83	52.12	51.17	52.33	52.42	52.06	52.12	52.51	51.70	52.20	52.05	52.28	32.48	32.21	32.07	31.82
278	51.84	52.11	51.20	52.46	52.42	52.14	52.22	52.54	51.65	52.24	52.07	52.40	32.51	32.26	32.08	31.87
279	51.78	52.04	51.09	52.37	52.37	52.21	52.23	52.39	51.65	52.24	52.03	52.31	32.49	32.26	32.11	31.71
280	51.76	52.07	51.12	52.19	52.45	52.14	52.43	52.31	51.79	52.26	52.10	52.28	32.46	32.28	32.12	31.65
281	51.79	52.12	51.12	52.15	52.50	52.16	52.25	52.13	51.80	52.28	52.08	52.16	32.41	32.29	32.12	31.50
282	51.87	52.17	51.14	51.98	52.48	52.31	52.10	52.12	51.70	52.21	52.11	52.07	32.41	32.28	32.11	31.48
283	51.88	52.02	51.23	51.87	52.36	52.08	52.08	52.08	51.70	52.23	52.07	52.02	32.43	32.28	32.13	31.45
284	51.84	52.08	51.15	51.94	52.40	52.10	52.03	52.03	51.65	52.24	52.03	52.04	32.46	32.29	32.10	31.71
285	51.76	52.13	51.15	52.01	52.28	52.15	52.21	52.29	51.72	52.24	52.01	52.37	32.52	32.30	32.11	31.87
286	51.76	52.06	51.06	52.22	52.44	52.11	52.16	52.45	51.82	52.24	52.01	52.38	32.52	32.30	32.11	31.90
287	51.76	52.10	51.22	52.33	52.44	52.10	52.27	52.59	51.82	52.26	51.99	52.34	32.48	32.29	32.12	31.75
288	51.79	52.14	51.26	52.31	52.43	52.21	52.18	52.57	51.89	52.22	52.05	52.43	32.48	32.30	32.14	31.91
289	51.76	52.08	51.13	52.32	52.36	52.13	52.15	52.53	51.91	52.27	52.03	52.46	32.50	32.31	32.15	31.95
290	51.82	52.10	51.18	52.20	52.48	52.11	52.02	52.45	51.89	52.26	51.98	52.26	32.47	32.28	32.16	31.60
291	51.88	52.13	51.17	52.30	52.41	52.26	52.21	52.45	51.86	52.25	52.00	52.37	32.50	32.29	32.15	31.75
292	51.78	52.16	51.12	52.18	52.41	52.31	52.26	52.22	51.84	52.23	51.94	52.14	32.44	32.31	32.14	31.57
293	51.82	52.13	51.20	51.92	52.36	52.20	52.12	52.04	51.77	52.22	51.94	51.96	32.44	32.28	32.13	31.52
294	51.85	52.15	51.16	51.94	52.32	52.26	52.35	51.98	51.76	52.16	51.96	51.95	32.42	32.29	32.13	31.51
295	51.86	52.14	51.11	51.95	52.43	52.48	52.40	52.03	51.82	52.19	51.93	51.97	32.42	32.29	32.13	31.76
296	51.80	52.16	51.09	51.99	52.37	52.33	52.24	51.99	51.84	52.20	51.96	51.97	32.46	32.28	32.14	31.52
297	51.90	52.20	51.19	51.97	52.42	52.32	52.18	52.17	51.81	52.24	51.93	51.97	32.44	32.32	32.12	31.62
298	51.87	52.22	51.27	51.93	52.42	52.04	52.10	52.01	51.87	52.19	51.98	51.95	32.46	32.32	32.11	31.50
299	51.88	52.22	51.33	51.95	52.36	51.90	51.86	52.21	51.83	52.18	51.98	52.01	32.49	32.32	32.12	31.48
300	51.92	52.18	51.33	52.00	52.42	52.01	52.00	52.16	51.77	52.19	51.97	52.08	32.49	32.32	32.15	31.81
301	51.87	52.25	51.23	52.02	52.30	52.11	51.84	51.91	51.81	52.14	51.97	52.00	32.48	32.31	32.13	31.66
302	51.88	52.21	51.28	52.07	52.24	52.05	51.78	52.14	51.75	52.11	51.93	52.24	32.51	32.30	32.14	31.78
303	51.88	52.21	51.23	52.11	52.26	52.10	51.77	52.14	51.69	52.13	51.92	52.35	32.53	32.31	32.13	31.78
304	51.81	52.19	51.28	52.19	52.26	52.12	52.08	52.38	51.62	52.12	51.96	52.30	32.49	32.31	32.16	31.79
305	51.81	52.12	51.21	52.16	52.38	52.22	52.23	52.30	51.58	52.16	51.95	52.34	32.51	32.32	32.14	31.92
306	51.91	52.20	51.19	52.36	52.44	52.20	52.37	52.52	51.65	52.17	51.91	52.47	32.55	32.32	32.15	31.96
307	51.84	52.24	51.24	52.39	52.44	52.22	52.09	52.55	51.68	52.15	51.89	52.46	32.53	32.33	32.15	32.01
308	51.89	52.19	51.24	52.46	52.42	52.14	51.94	52.42	51.67	52.17	51.86	52.42	32.52	32.31	32.15	31.97
309	51.91	52.29	51.20	52.43	52.48	52.06	51.99	52.46	51.71	52.18	51.93	52.39	32.53	32.33	32.15	32.01
310	51.84	52.24	51.27	52.42	52.35	52.14	52.04	52.42	51.71	52.16	51.88	52.38	32.52	32.30	32.15	32.01
311	51.85	52.12	51.15	52.37	52.41	52.16	52.05	52.35	51.69	52.14	51.90	52.36	32.52	32.30	32.13	32.02
312	51.89	52.14	51.24	52.34	52.45	52.24	52.36	52.42	51.68	52.15	51.86	52.41	32.52	32.31	32.16	32.01
313	51.86	52.16	51.19	52.32	52.41	52.34	52.35	52.48	51.64	52.17	51.92	52.38	32.52	32.30	32.16	32.03
314	51.84	52.14	51.14	52.30	52.45	52.22	52.36	52.49	51.64	52.16	51.84	52.38	32.52	32.27	32.17	32.02
315	51.85	52.17	51.21	52.41	52.44	52.17	52.33	52.41	51.74	52.14	51.90	52.44	32.51	32.29	32.16	32.06
316	51.89	52.21	51.06	52.38	52.42	52.17	52.30	52.40	51.77	52.15	51.95	52.37	32.52	32.28	32.16	32.01
317	51.88	52.23	50.96	52.30	52.37	52.07	52.07	52.44	51.80	52.16	51.93	52.44	32.51	32.28	32.15	32.05
318	51.88	52.19	51.05	52.31	52.30	52.10	52.12	52.31	51.89	52.16	51.94	52.38	32.51	32.28	32.15	32.06
319	51.83	52.29	51.01	52.18	52.39	51.97	52.25	52.42	51.91	52.19	51.92	52.45	32.54	32.27	32.15	32.03
320	51.85	52.17	51.08	52.22	52.44	52.02	52.03	52.35	51.91	52.20	51.95	52.42	32.50	32.27	32.12	32.03
321	51.90	52.24	51.21	52.04	52.36	52.03	51.98	52.09	51.80	52.18	51.98	52.15	32.47	32.27	32.15	31.94
322	51.93	52.21	51.25	52.08	52.32	52.04	52.06	52.30	51.83	52.13	51.92	52.22	32.51	32.29	32.14	31.91

EK-2 (devam)



	101 (Inside-1)	102 (Inside-2)	103 (Inside-3)	104 (Inside-4)	106 (Inside-5)	107 (Inside-6)	108 (Inside-7)	109 (Inside-8)	111 (Inside-9)	112 (Inside-10)	113 (Inside-11)	114 (Inside-12)	116 (Outside-1)	117 (Outside-2)	118 (Outside-3)	119 (Outside-4)
323	51,89	52,22	51,26	52,08	52,38	51,96	51,99	52,03	51,68	52,16	51,89	52,05	32,49	32,26	32,12	31,84
324	51,88	52,12	51,15	52,03	52,40	52,03	52,25	52,06	51,66	52,12	51,86	52,16	32,54	32,28	32,12	31,91
325	51,85	52,08	51,15	52,08	52,40	51,99	52,13	52,30	51,69	52,17	51,92	52,24	32,55	32,27	32,12	31,91
326	51,88	51,98	51,24	52,05	52,44	52,07	52,27	52,13	51,65	52,16	51,90	52,04	32,50	32,31	32,13	31,86
327	51,87	52,07	51,19	52,16	52,48	52,16	52,23	52,39	51,66	52,15	52,00	52,32	32,56	32,31	32,12	31,89
328	51,88	52,12	51,25	52,37	52,48	52,10	52,35	52,44	51,67	52,12	51,98	52,35	32,56	32,30	32,15	31,97
329	51,88	52,12	51,29	52,39	52,38	52,11	52,19	52,38	51,61	52,11	51,98	52,38	32,55	32,30	32,16	31,91
330	51,88	52,14	51,33	52,32	52,37	52,14	52,27	52,45	51,58	52,14	51,97	52,38	32,52	32,32	32,17	31,92
331	51,88	52,08	51,37	52,22	52,33	52,16	52,16	52,37	51,61	52,17	51,96	52,26	32,54	32,34	32,18	31,83
332	51,87	52,14	51,32	52,29	52,31	52,14	52,02	52,22	51,64	52,12	51,95	52,02	32,48	32,31	32,16	31,61
333	51,83	52,12	51,23	52,06	52,28	52,09	52,26	51,93	51,72	52,12	51,94	51,94	32,46	32,33	32,17	31,56
334	51,74	52,12	51,20	51,85	52,38	52,08	52,30	51,89	51,74	52,15	51,97	51,95	32,48	32,30	32,16	31,54
335	51,74	52,00	51,22	51,89	52,49	52,15	52,33	52,01	51,85	52,18	52,00	51,94	32,48	32,31	32,16	31,53
336	51,81	52,11	51,25	51,94	52,48	52,18	52,23	51,92	51,81	52,15	51,93	52,02	32,48	32,30	32,16	31,50
337	51,84	52,09	51,20	51,97	52,50	52,31	52,23	52,05	51,74	52,16	51,99	52,02	32,51	32,33	32,16	31,84
338	51,90	52,17	51,27	52,08	52,48	52,42	52,34	52,39	51,72	52,19	51,98	52,28	32,58	32,33	32,15	31,87
339	51,89	52,20	51,16	52,23	52,58	52,05	52,24	52,38	51,72	52,14	51,95	52,25	32,55	32,31	32,15	31,89
340	51,86	52,21	51,24	52,32	52,51	52,20	52,31	52,47	51,78	52,17	51,91	52,40	32,54	32,32	32,14	31,93
341	51,83	52,18	51,13	52,34	52,50	52,18	52,29	52,58	51,76	52,17	51,93	52,38	32,56	32,32	32,14	31,97
342	51,87	52,18	51,13	52,40	52,52	52,22	52,12	52,50	51,75	52,20	51,90	52,41	32,54	32,33	32,17	31,98
343	51,86	52,20	51,11	52,46	52,51	52,28	52,26	52,37	51,72	52,15	51,91	52,43	32,52	32,35	32,16	31,97
344	51,87	52,20	51,11	52,34	52,51	52,18	52,25	52,50	51,63	52,19	51,92	52,45	32,52	32,32	32,14	31,99
345	51,84	52,20	50,99	52,41	52,54	52,25	52,30	52,41	51,65	52,21	51,97	52,42	32,50	32,35	32,17	31,64
346	51,90	52,19	51,16	52,24	52,50	52,30	52,39	52,33	51,64	52,22	51,89	52,34	32,49	32,32	32,16	31,77
347	51,93	52,21	51,18	52,43	52,48	52,33	52,29	52,42	51,74	52,14	51,91	52,49	32,48	32,31	32,18	31,86
348	51,93	52,22	51,17	52,31	52,53	52,29	52,41	52,15	51,73	52,12	51,90	52,12	32,44	32,28	32,15	31,62
349	51,88	52,15	51,13	52,29	52,53	52,18	52,41	52,36	51,70	52,12	51,92	52,30	32,49	32,31	32,17	31,76
350	51,84	52,13	51,17	52,26	52,47	52,16	52,36	52,45	51,72	52,13	51,95	52,25	32,45	32,30	32,15	31,70
351	51,87	52,15	51,11	52,27	52,46	52,04	52,18	52,23	51,62	52,18	51,92	52,05	32,48	32,30	32,15	31,55
352	51,88	52,15	51,17	52,14	52,49	52,11	52,22	52,30	51,68	52,17	51,97	52,08	32,49	32,31	32,16	31,53
353	51,95	52,24	51,05	52,05	52,50	52,17	52,22	52,18	51,78	52,19	51,96	52,00	32,49	32,30	32,15	31,53
354	51,88	52,26	51,16	52,00	52,54	52,27	52,20	52,12	51,80	52,18	51,98	52,03	32,48	32,33	32,15	31,52
355	51,91	52,21	51,22	52,03	52,47	52,30	52,24	51,91	51,80	52,19	51,98	51,98	32,49	32,33	32,15	31,51
356	51,89	52,19	51,10	52,02	52,50	52,13	52,06	52,01	51,81	52,13	51,99	52,30	32,54	32,33	32,15	31,88
357	51,90	52,14	51,10	52,13	52,47	52,21	52,15	52,13	51,78	52,11	51,97	52,16	32,56	32,31	32,15	31,81
358	51,91	52,14	51,10	52,03	52,44	52,26	52,20	52,30	51,68	52,13	51,95	52,18	32,53	32,33	32,14	31,93
359	51,92	52,23	51,20	52,20	52,47	52,12	52,05	52,44	51,71	52,10	52,00	52,41	32,55	32,35	32,16	31,99
360	51,88	52,18	51,09	52,32	52,39	52,07	52,15	52,40	51,69	52,04	51,90	52,33	32,54	32,34	32,14	31,96
Ort.	51,83	52,12	51,16	52,13	52,40	52,13	52,15	52,21	51,61	52,16	51,92	52,16	32,34	32,15	31,98	31,59

EK-2 (devamı)

İC (oC)	52,00	U (W/m2K)	1,37	T3
DIS (oC)	32,01	KB	0,47	TB3
FARK (oC)	19,99			
MAX YÜZEY (oC)	42,50			
ALAN (m2)	13,26			
PEL (W)	340,00			
PFAN (W)	22,00			
PTOP (W)	362,00			