

**T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**YEŞİL BİNALARDA TASARIM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ
VE TERMODİNAMİK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nesrin VARIŞLI

(Y1313.050017)

**Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Makine Mühendisliği Programı**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zafer UTLU

Mart, 2017





T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı Makina Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1313.080017 numaralı öğrencisi Nesrin VARIŞLI'nın "YEŞİL BİNALARDA TASARIM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ VE TERMODİNAMİK ANALİZİ" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 21.02.2017 tarih ve 2017/04 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *aybır.ligi* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak ..*kabul* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 21.03.2017

1) Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zafer UTLU

2) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Alp Tekin ERGENÇ

3) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Behiye YÜKSEL

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Yeşil Binalarda Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi Ve Termodinamik Analizi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’ da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (21/03/2017..)

Nesrin VARIŞLI







Aileme,



ÖNSÖZ

Yeşil binalar; doğal ve atık üretmeyen malzemelerin kullanıldığı, enerji tüketiminin sifıra yakın bir değere yaklaştırılmasını hedefleyen ve enerji ihtiyacını'da yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayan, sıfır CO₂ emisyonu hedefleyen, kullanıcı konforundan ödün vermeyen, ulusal enerji dağıtım hatları ile alışveriş yapabilen, oluşabilecek çevresel olumsuz etkileri en aza indirmek amacıyla inşa edilmiş binalardır.

Bu çalışma yeşil binaların; tanımı, hangi katmanlardan oluştuğu, özellikleri, performansının nelerden oluştuğu, tasarım parametrelerinin belirlenmesi ve termodinamik analizlerinin yapılmasını kapsamaktadır.

Bu vesile ile bana **İstanbul Aydın Üniversite'sinde (İAÜ)** rehberliği altında yüksek lisans çalışmalarımı takip etme fırsatı veren Bölüm Başkanım ve tez danışmanım **Prof. Dr. Zafer UTLU**'ya teşekkürlerimi sunmak isterim. Konusunda uzman kişiler ile iyi bir mühendislik değerlendirmesi yapma ve çalışmalarım esnasında düşüncelerimi inceleme ve araştırma olanağı sunan araçları ve özgürlüğü temin etme bağlamında kendisine son derece müteşekkirim.

Buna rağmen burada açıklanan görüşler, bulgular, sonuçlar ya da öneriler yazara aittir; İAÜ'nün görüşlerini yansıtmamaktadır.

Mart, 2017

Nesrin VARİŞLİ



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxiii
ABSTRACT	xxv
1 GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışma Konusu (Genel)	1
1.2 Tezin amacı	2
1.3 Literatür Araştırması	2
1.4 Hipotez	3
2 YEŞİL BİNA (NET SIFIR ENERJİLİ) BİNALARIN TANIM ÇERÇEVESİ	5
2.1 Net Sıfır Enerji Binası Kavramı	5
2.2 Terminoloji ve Net sıfır enerjili bina denge kavramı	8
2.2.1 Bina sistem sınırı.....	9
2.2.2 Enerji şebekeleri (yada basitçe “şebekeler”).....	9
2.2.3 İletilen enerji	9
2.2.4 İhraç edilen enerji.....	10
2.2.5 Yük.....	10
2.2.6 Üretim	10
2.2.7 Ağırlıklandırma sistemi.....	10
2.2.8 Ağırlıklı talep	10
2.2.9 Ağırlıklı tedarik.....	10
2.2.10 Net sıfır enerjili bina (SEB) dengesi	11
3 YEŞİL/SÜRDÜRÜLEBİLİR YÜKSEK PERFORMANSLI TASARIM... 13	13
3.1 Yeşil Binalarda Tasarım Süreci Aşamaları	15
3.2 Yeşil Binalarda Mimari Tasarım Etkileri	19
3.2.1 Saha Konumu	19
3.2.2 Saha Yönelimi.....	20
3.2.3 Bina Şekli/Geometrisi	21
3.2.4 Bina Zarfı (Kabuğu).....	21
3.2.4.1 Nem İntrüzyonu	22
3.2.5 Alanların Düzenlenmesi ve Gruplandırılması.....	23
3.2.6 İklimsel etkiler	24
3.2.7 Birbirine Bağlılık	24
4 YEŞİL BİNALARDA YEREL ÇEVRE İLE ETKİLEŞİM..... 25	25
4.1 İç Ortam (Yaşam) Kalitesi (IEQ)	25
4.1.1 Hava kalitesi ve Havalandırma	25
4.1.1.1 İç ortam Hava Kalitesi (IAQ).....	26

4.1.2	Termal Konfor.....	27
4.1.3	Akustikler.....	27
4.1.4	Aydınlatma Seviyeleri.....	27
4.1.4.1	Elektrik ve Aydınlatma	28
4.1.4.2	Temel Üstten Aydınlatma	28
4.1.4.3	Gün Işığı Hasadı (Faydalanma).....	29
4.1.5	Görsel Algılama	36
4.2	Yeşil Çatı ve Serin Çatı Teknolojileri	36
4.2.1	Yeşil Çatılar.....	37
4.2.2	Serin Çatılar.....	39
5	YEŞİL BİNALARDA HVAC İÇİN LEED ÖLÇÜTLERİ.....	41
5.1	Minimum Enerji Performansı (MEP) Tasarımını Etkileyen LEED Kredileri.	41
5.1.1	Minimum Enerji Performansı (MEP) Tasarımını Etkileyen Sürdürülebilir Sahalar (SS) Kredileri.....	41
5.1.2	Minimum Enerji Performansı (MEP) Tasarımını Etkileyen Su Verimliliği (WE) Kredileri	45
5.1.3	Minimum Enerji Performansı (MEP) Tasarımını Etkileyen Enerji ve Atmosfer Kredileri	48
5.1.4	HVAC Tasarımını Etkileyen Malzeme ve Kaynak Kredileri	49
5.1.5	Minimum Enerji Performansı (MEP) Tasarımını Etkileyen İç Ortam (Yaşam) Kalitesi (IEQ) Kredileri.....	49
5.1.5.1	EQ Ön Koşul 1—Minimum IAQ Performansı	51
5.1.5.2	EQ Ön Koşul 2—Çevresel Sigara Dumanı Kontrolü.....	51
6	YEŞİL BİNALARIN TASARIMINDA TERMODİNAMİK PARAMETRELER.....	61
6.1	Termodinamik kanunlar	61
6.2	Termodinamik Kanunların Yeşil Tasarıma Etkileri	62
6.3	Isı Transferinin Temel İlkeleri.....	63
6.3.1	İletim	63
6.3.2	Taşınım.....	64
6.3.3	Radyasyon	65
6.4	Ekserji Analiz Yöntemi Kullanılarak Bir Binanın Termodinamik Analizi .	67
6.4.1	Sistem tanımı.....	67
6.4.1.1	Isıtma Sistemi.....	67
6.4.1.2	Bina özellikleri	68
6.4.2	Analiz	69
6.4.2.1	Termodinamik Modelleme	69
6.4.3	Enerji Talebinin Belirlenmesi	70
6.4.3.1	Enerji ve Ekserji Analizi	76
7	YEŞİL BİNALARIN TERMODİNAMİK ANALİZİ.....	95
7.1	Binanın tanımı	95
7.2	Hesaplamalar	97
7.2.1	Kullanım Sıcak Suyu Sistemi Boyler Hesabı.....	97
7.2.2	Kazan Hesabı.....	98
7.2.2.1	Kazan Genleşme Deposu Hesabı	98
7.2.2.2	Kazan Sirkülasyon Pompası Hesabı.....	100
7.2.3	Toprak Kaynaklı Isı Pompası Seçimi.....	100
7.2.4	Kullanım Sıcak Suyu Eldesi İçin Güneş Kollektörü Seçimi.....	100
7.2.4.1	Güneş Enerjisi Sirkülasyon Pompası Hesabı	100

7.2.4.2	Güneş Enerjisi Kapalı Genleşme Deposu Seçimi	100
7.2.5	DX Dış Ünite Seçimi	102
7.2.6	Fancoil Seçimi.....	102
7.2.7	Plakalı Tip Isı Eşanjörü Seçimi.....	102
7.2.8	Rüzgar Türbini Seçimi	102
7.2.9	Pv Güneş kolektörü Seçimi.....	102
7.2.10	Yerden Isıtma Sistemi	103
8	SONUÇLAR VE GELECEK ARAŞTIRMASI	105
8.1	Sonuçlar.....	105
8.2	Gelecek araştırma için öneri.....	109
	KAYNAKLAR	111
	EKLER.....	115
	ÖZGEÇMİŞ.....	179





KISALTMALAR

ANSI	:	Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü
ASHRAE	:	Amerikan Isıtma, Soğutma ve Klima mühendisleri derneği
CFC	:	Kloroflorokarbon
CHP	:	Birleştirilmiş ısı ve güç
COP	:	Performans katsayısı
CO ₂	:	Karbondioksit
CxA	:	Devreye alma yetkisi
Delta-T veya Δt	:	Sıcaklıktaki değişiklik yada değişim
DHW	:	Kullanım sıcak suyu
DOE	:	ABD Enerji Bakanlığı
DSM	:	Talep tarafı yönetimi
E	:	Havalandırma etkinliği
EA	:	Enerji ve atmosfer
ECBCS	:	Binalarda ve ortak sistemlerde enerji tasarrufu
ECB	:	Enerji maliyeti bütçesi
EPBD	:	Binaların enerji performansı yönetmeliği
HID	:	Yüksek yoğunluklu deşarj
HVAC&R	:	Isıtma, havalandırma, iklimlendirme ve soğutma
IAQ	:	İç ortam hava kalitesi
IEA	:	Uluslararası Enerji Ajansı
IEQ	:	İç ortam (yaşam) kalitesi
IESNA	:	Kuzey Amerika Aydınlatma Mühendisleri Derneği
kW	:	Kilowatt
kWh	:	Kilowatt-saat
LCA	:	Yaşam döngüsü Değerlendirmesi
LEED	:	Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik
LPD	:	Aydınlatma güç yoğunluğu
MEP	:	Minimum enerji performansı
NO _x	:	Azot oksitleri
OPRs	:	Kullanıcının proje gereksinimleri
RES	:	Yenilenebilir enerji kaynakları
SHC	:	Güneş enerjili ısıtma ve soğutma
STD	:	Standart sapma
SEB	:	Sıfır Enerji Binaları
USGBC	:	ABD Yeşil Bina Konseyi
VOC	:	Uçucu organik bileşik



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Terminoloji.....	8
Çizelge 4.1: Yeşil Çatıların Potansiyel Faydaları ve Sakıncaları	39
Çizelge 4.2: Yeşil Çatı ve Serin Çatı Teknolojilerinin Karşılaştırılması.....	40
Çizelge 6.1: Bina için sınır koşulları.....	69
Çizelge 6.2: Doğalgazın Kimyasal Kompozisyonu.....	77
Çizelge 6.3: Toprak kaynaklı ısı pompası sisteminin proses verileri	86
Çizelge 7.1: Binada yer alan sistemler	95
Çizelge 7.2: Boyler hesabı.....	97
Çizelge 7.3: Genleşme tankı hesabı.....	98
Çizelge 7.4: Bazı ısıtıcılara ait ısı yayma güçleri	101
Çizelge 7.5: Çeşitli sıcaklıklardaki suyun genleşme katsayısı	101
Çizelge 8.1: Binanın enerji ve ekserji hesaplamaları.....	105
Çizelge 8.2: Kazan enerji ve ekserji hesaplamaları	105
Çizelge 8.3: Fancoil enerji ve ekserji hesaplamaları	105
Çizelge 8.4: Toprak Kaynaklı Isı Pompası enerji ve ekserji hesaplamaları	106
Çizelge 8.5: Maliyet Analizi.....	107



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Binalar ve ilgili terminolojiyi gösteren enerji şebekeleri arasındaki bağlantı taslağı	9
Şekil 2.2: Net SEB dengesi konseptini temsil eden grafik	11
Şekil 3.1: Bina performansı üzerinde ilk tasarım girdisinin etkisi	16
Şekil 3.2: Etkileşimi teşvik edilen planlama becerileri ve gün ışığından faydalanmayı optimize eden tipik bir kat planı için iyi tasarım uygulaması	23
Şekil 4.1: Gün Işığı Hasadı Örneği	29
Şekil 4.2: Farklı geometrisi ve bina şekli ile gün ışığından faydalanmayı optimize eden, Buffalo NY'daki Hauptmann Woodward Araştırma Laboratuvarı Binası	31
Şekil 4.3: Güneş enerjisi kazancını minimize ederken, gün ışığından faydalanmayı optimize eden kuzeye bakan toplantı alanı örneği	32
Şekil 4.4: Temsili yeşil çatı kurulumları	38
Şekil 4.5: Serin çatı teknolojisinin termal faydaları	40
Şekil 5.1: LEED-NC Versiyon 2.2 kredilerinin yüzde dağılımı	42
Şekil 5.2: Santa Monica Merkez kütüphanesi projesi (a), Ford Premier Otomotiv grup projesi (b)	43
Şekil 5.3: Havza sulama şeması	44
Şekil 5.4: Yağmursuyu toplama havzası boyutlandırma hesaplaması-Kurak yıl	44
Şekil 5.5: Işık kirliliği azaltma	45
Şekil 5.6: Su Verimliliği; Yerinde atık su arıtma: Grisu sistemi	46
Şekil 5.7: Biyolojik su arıtma sistemi	47
Şekil 5.8: Su Kullanımını Azaltma	48
Şekil 5.9: IAQ yönetimi Kötü inşası	54
Şekil 5.10: IAQ yönetimi İyi inşası	54
Şekil 5.11: Örnek giriş ızgarası	56
Şekil 5.12: HVAC sistemi iç ve çevre zonları	57
Şekil 5.13: Gün ışığı aydınlatma örneği	58
Şekil 6.1: Isıtma prosesinde ekserji akışı	68
Şekil 6.2: Bir binanın dış sınırları üzerinde olduğu kabul edilen enerji ve ekserji akımları	71
Şekil 6.3: Yoğuşmalı kazanın kontrol hacmi	76
Şekil 6.4: Fancoil ünitesinin kontrol hacmi	83
Şekil 6.5: Teorik Isı Pompası Isıtma Sisteminin şematik gösterimi	85
Şekil 7.1: Elektrik Sistem Akış Şeması	96
Şekil 7.2: Sistem Akış Şeması	96
Şekil A1: LEED Skor Kart	115
Şekil B1: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	116
Şekil B2: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	117
Şekil B3: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	118
Şekil B4: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	119

Şekil B4: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	120
Şekil B5: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	121
Şekil B6: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	122
Şekil B7: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	123
Şekil B8: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	124
Şekil B9: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	125
Şekil B10: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	126
Şekil B11: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	127
Şekil B12: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	128
Şekil B13: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	129
Şekil B14: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	130
Şekil B15: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	131
Şekil B16: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	132
Şekil B17: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	133
Şekil B18: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	134
Şekil B19: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	135
Şekil B20: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	136
Şekil B21: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	137
Şekil B22: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	138
Şekil B23: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	139
Şekil B24: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı	140
Şekil C1: Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı.....	141
Şekil D1: Boyler teknik kataloğu.....	142
Şekil D2: Boyler teknik kataloğu.....	143
Şekil E1: Kazan teknik kataloğu ve HAP hesabı	144
Şekil E2: Kazan teknik kataloğu ve HAP hesabı	145
Şekil E3: Kazan teknik kataloğu ve HAP hesabı	146
Şekil E4: Kazan teknik kataloğu ve HAP hesabı	147
Şekil F1: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu.....	148
Şekil F2: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu.....	149
Şekil F3: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu.....	150
Şekil G1: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu.....	151
Şekil G2: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu	152
Şekil G3: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu	153
Şekil G4: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu	154
Şekil G5: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu	155
Şekil H1: Kullanım sıcak suyu güneş kollektörü ve simülasyonu	156
Şekil H2: Kullanım sıcak suyu güneş kollektörü ve simülasyonu	157
Şekil H3: Kullanım sıcak suyu güneş kollektörü ve simülasyonu	158
Şekil H4: Kullanım sıcak suyu güneş kollektörü ve simülasyonu	159
Şekil I1: Güneş enerjisi sirkülasyon pompası teknik kataloğu.....	160
Şekil I2: Güneş enerjisi sirkülasyon pompası teknik kataloğu.....	161
Şekil I3: Güneş enerjisi sirkülasyon pompası teknik kataloğu.....	162
Şekil J1: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı.....	163
Şekil J2: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı.....	165
Şekil J3: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı.....	166
Şekil J4: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı.....	167
Şekil J5: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı.....	168
Şekil J6: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı.....	169
Şekil J7: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı.....	170

Şekil J8: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı.....	171
Şekil K1: Fancoil ünitesi teknik kataloğu	172
Şekil L1: Plakalı tip ısı eşanjörü teknik kataloğu.....	173
Şekil L2: Plakalı tip ısı eşanjörü teknik kataloğu.....	174
Şekil L3: Plakalı tip ısı eşanjörü teknik kataloğu.....	175
Şekil M1: Rüzgar türbini teknik kataloğu	176
Şekil N1: Pv güneş kollektörü teknik kataloğu	177





YEŞİL BİNALARDA TASARIM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ VE TERMODİNAMİK ANALİZİ

ÖZET

Bu çalışmada, yeşil bina kavramı detaylı bir şekilde tanımlanmıştır. Yeşil binaların tasarım süreçlerinde izlenmesi gereken yollar ve termodinamik parametreler açıklanmıştır. Yeşil binaların yerel çevre ile olan etkileşimi ve LEED ölçütleri de belirtilmiştir. Tasarımı yapılan binanın termodinamik analizleri hesaplanmıştır. Binanın enerji ihtiyacının ne kadarının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanabileceği incelenmiştir. Binanın yeşil bina kriterlerine uygunluğu LEED ölçütleriyle incelenmiş ve uygun olduğu tespit edilmiştir. Bulunan sonuçlar yeşil binanın işlerliğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Sürdürülebilirlik, Yeşil, Sıfır enerjili, Çevre dostu*



DETERMINATION OF DESIGN PARAMETERS IN GREEN BUILDINGS AND THEIR THERMODYNAMIC ANALYSIS

ABSTRACT

In this study, the concept of green buildings has been defined in details. The path to be followed during the designing of green buildings and the thermodynamic parameters have been explained. The interaction of green buildings with the local environment and LEED criterions have also been mentioned. Thermodynamic analysis of the building has been calculated. Amount of renewable energy for the building has been examined. Compatibility of the building to the green building criteria has been analyzed with LEED standards and found out to be acceptable. The results show the validity of green building standards.

Keywords: *Sustainable, Green, Zero energy, Eco friendly*



1 GİRİŞ

1.1 Çalışma Konusu (Genel)

Yeşil, sürdürülebilir, net sıfır enerjili, ekolojik, çevre dostu v.b. birçok isim altında karşımıza çıkan doğayla uyumlu yapılar, yapının arazi seçiminden başlayarak yaşam döngüsü çerçevesinde değerlendirildiği ve sosyal, çevresel sorumluluk anlayışıyla tasarlandığı, iklim verilerine ve o yere özgü koşullara uygun, ihtiyacı kadar tüketen, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiş, doğal ve atık üretmeyen malzemelerin kullanıldığı katılımı teşvik eden, ekosistemlere duyarlı yapılar olarak tariflenebilir. Yeşil binalar; ihtiyaç duyduğu enerjiyi yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayan, klasik binalara göre çok daha az enerji tüketen, bina dışı iklim ve çevre koşullarından etkileşimi minimum düzeye indirilmiş, ulusal enerji dağıtım hatları ile alışveriş yapabilen, çevre dostu, sürdürülebilir binalardır. Sıfır Enerji Binası kavramı, yapı sektöründe kullanılan enerjinin ve karbon emisyonlarının (CO₂) azaltılması için gerçekçi bir çözüm olarak, bundan böyle ve gelecekte de araştırma konusu olacaktır. Sıfır enerjili bina projelerinin sayısındaki artış ve uluslararası alanda yapılan araştırmalarda, sıfır enerjili binalara artan ilgiyi göstermektedir. Yeşil binalar, yapılı çevrenin insan sağlığı ve doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirecek şekilde tasarlanır, işletilir ve sonlandırılır. Bu da, enerjinin, suyun ve diğer kaynakların etkin kullanımı; kullanıcıların sağlığının korunması ve çalışanların verimliliğinin artırılması; atık, kirlilik ve çevresel bozulmanın azaltılması anlamına gelir. Yeşil binalar üzerinde yapılan araştırmalar, binaların bu şekilde tasarlanması ve işletilmesi durumunda, geleneksel yöntemlerle tasarlanmış ve işletilen ortalama binalara göre enerji kullanımında %24 ile %50 arasında, CO₂ emisyonlarında %33 ile %39 arasında, su tüketiminde %30 ile %50 arasında, katı atık miktarında %70 oranında, bakım maliyetlerinde ise %13 oranında azalma sağlanabileceğini göstermektedir.

Yeşil binaların avantajlarından bahsedilecek olursa; gün ışığından faydalanılarak ve enerji verimli ampuller kullanılarak enerji tüketimleri azaltılır,

binanın dış cephesine yapılan ısı yalıtımı ile bina kabuğundan kaynaklanan ısı kayıpları minimize edilir, sıcak su elde etmek için güneş kolektörleri ile kullanılan enerji azaltılır, fotovoltaik paneller ve rüzgar türbini kullanılarak elektrik tüketimi azaltılır.

Bu çalışmada öncelikle Yeşil binaların tüm tasarım parametreleri detaylı bir şekilde anlatılmıştır. İstanbul'da yer alan bir villa projesi için yeşil bina sistem tasarımı yapılmıştır. Bu bağlamda belirlenen sistem ekipmanlarının termodinamik analizleri yapılmıştır. Sistem tasarımı yapılan villanın yeşil bina kriterlerine uygunluğu da incelenmiştir.

1.2 Tezin amacı

Bu araştırma; yeşil binaların genel tanımı, oluşturan özellikleri, performansının hangi ölçütlerden oluştuğu ve performans parametrelerinin termodinamik analizlerinin yapılmasını kapsamaktadır.

Bu çalışmadaki faktörler, yeşil binaların tanımlanması, özellikleri, tasarım parametrelerinin termodinamik analizlerinin yapılması için tariflenmiştir.

1.3 Literatür Araştırması

Bu araştırma, aşağıda sıralanan altı ana konuyu içerecektir:

- Yeşil Bina (Net Sıfır Enerjili) Binaların Tanım Çerçevesi
- Yeşil/Sürdürülebilir Yüksek Performanslı Tasarım
- Yeşil Binalarda Yerel Çevre ile Etkileşim
- Yeşil Binalarda Hvac İçin Leed Ölçütleri
- Yeşil Binaların Tasarımında Termodinamik Parametreler
- Yeşil Binaların Termodinamik Analizi

Bölüm 2, Yeşil Bina (Net Sıfır enerjili) binaların tanım çerçevesini sunmaktadır. Bölüm 3, Yeşil/Sürdürülebilir yüksek performanslı tasarımı sunmaktadır. Bölüm 4, yeşil binalarda yerel çevre ile etkileşimi sunmaktadır. Bölüm 5, Yeşil binalarda Hvac için Leed ölçütlerini sunmaktadır. Bölüm 6, Yeşil binaların tasarımında termodinamik parametreleri sunmaktadır. Bölüm 7, bu çalışmada

tanımlanan yeşil binaların termodinamik analizlerinin yapıldığı çalışmayı sunmaktadır. Son olarak ise Bölüm 8’de, bu tezin sonuçları sunulmaktadır.

1.4 Hipotez

Bu çalışmada İstanbulda yer alan bir villa yeşil bina kriterlerine uygun olarak tasarlanacaktır. Proje tasarımının ilk aşamasında Alarko-Carrier firmasının HAP (Hourly Analysis Program) ile binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesapları yapılacak ve ardından bina için gerekli olan tüm sistem ekipmanlarının hesaplamaları ve seçimleri yapılacaktır. Binada yenilebilir enerji kaynaklı sistemler olan toprak kaynaklı ısı pompası, kullanım sıcak suyu eldesi için güneş kollektörü, elektrik tüketimine destek amaçlı rüzgar türbünü ve Pv güneş paneli kullanılması düşünülmektedir. İkinci aşamada ise termodinamik analizler yapılacaktır. Ayrıca binanın, yeşil bina kriterlerine uygunluğu da incelenecektir.



2 YEŞİL BİNA (NET SIFIR ENERJİLİ) BİNALARIN TANIM ÇERÇEVESİ

2.1 Net Sıfır Enerji Binası Kavramı

Sıfır enerjili binalar (SEB'ler) konusu; son yıllarda giderek artan bir ilgi görmüş, bazı ülkelerin enerji politikalarının bir parçası haline gelmeye başlamıştır. Binaların enerji performansı hakkındaki AB yönetmeliği (EPBD) değişikliğinde, 2020 yılı sonuna dek tüm yeni binaların “yaklaşık sıfır enerjili binalar” olması gerektiği belirtilmektedir (EPBD recast, 2010). ABD Enerji Bakanlığı Bina Teknolojileri Programının (DOE) stratejik hedefi, “2020 yılında pazarlanabilir sıfır enerjili evler ve 2025 yılında ticari sıfır enerjili binaları” başarmaktır (US DOE, Building Technologies Program, 2008-2012). Hedefler vurgusuna rağmen tanımlar, çoğu durumda jenerik kalmıştır ve henüz standartlaştırılmamıştır. Daha yapısal tanım ise, yeni yapıların kısıtlı kapsamına rağmen 2016 yılına kadar tüm yeni evleri sıfır karbon olarak inşa etme gibi bir politik hedefi olan Birleşik Krallıktaki “sıfır karbon evler” tanımıdır. Sıfır karbon tanımı, 2016 yılında başlamış olan uzun bir süreçtir ve halen 2011 yılındaki revizyonlara tabidir (UK, Green Building Council, /2011). Diğer taraftan da, SEB terimi ticari olarak net bir anlayış olmadan kullanılmakta ve ülkeler net bir tanıma sahip olmayan bir konseptte dayanan politikalar ve ulusal hedefler yürürlüğe sokmaktadır. Ticari tanımlar, yalnızca termal ya da yalnızca elektrik ihtiyaçlarını içeren ya da büyük PV sistemleri sayesinde enerji tasarrufu önlemlerini uygulamadan SEB durumunu başarmak için enerji tasarrufsuz binalara izin vermek gibi kapsam bakımından kısmi ya da taraflı tanımlar olabilir. Bu nedenle de bu tarz tanımlar, düzenlemelere ve ulusal politikalara bir temel oluşturmaya uygun değildir.

Literatürde, mevcut ve önerilen tanımlarla (Torcellini, P., Pless, S., Deru, M., Crawley, D., 2006 & Sartori, I., Dokka, T.H., Andresen, I., 2010,133-150) ilgili çalışmalar, anketler ve mevcut vaka çalışmaları karşılaştırmaları bulunmaktadır (Heinze,M., Voss, K., 2009 & Voss, K., Musal, E., 2011).

Dahası bu konu hakkındaki uluslararası girişimler; Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), Ortak Güneş Enerjili Isıtma ve Soğutma Konferansı (SHC) Görev 40 ve “Net Sıfır Enerji Güneş Enerjisi Binalarına Doğru” başlıklı Binalarda ve Ortak Sistemlerde Enerji Tasarrufu (ECBCS) Ek52’de bu konu hakkındaki uluslararası çabalar devam etmektedir (IEA. SHC Task 40, ECBCS Annex 2008). Analizlerden, bilimsel analize dayanan ortak bir tanım hakkında oldukça az bir fikir birliğinin mevcut olduğu anlaşılmaktadır. SEB’nin, enerji talebini tazmin etmek için yenilenebilir kaynakları olan diğer enerji taşıyıcılardan elektrik üretebilen enerji tasarruflu bir bina olduğu yönünde kavramsal bir anlayış vardır. Dolayısıyla da, bir enerji altyapısına bağlı olan ve otonom binalar olmayan binalara odaklanıldığı açıktır. Bu bağlamda SEB teriminin daha genel olmasına ve bunun yanı sıra otonom binaları da içerebilmesine rağmen, Net SEB terimi enerji altyapısına bağlı olan binalara atıfta bulunmada kullanılabilir. “Net” kelimesi, bir yıl gibi belirli bir sürede enerji şebekelerinden alınan ve enerji şebekelerine geri tedarik edilen enerji arasında bir denge olduğu gerçeğinin altını çizmektedir.

(Voss, K., Musal, E., 2011)’ de tartışıldığı üzere, Net SEB yaklaşımı neredeyse karbon nötr şebeke tedariki ile kombine edilen enerji tasarruflu binalara dayanan diğer stratejilere ek olarak iklim nötr binalar stratejisidir. Net SEB’ler, %100 “yeşil” olmayan bir şebeke altyapısı nedeniyle oluşan kısıtlamanın üstesinden gelmek için dizayn edilmektedir. Yerindeki yenilenebilir yerel enerji kaynaklarını (RES) kullanma ve yerinde üretilen fazla enerjiyi kamu şebekelerine ihraç etme, şebekeler arasındaki yenilenebilir enerji payını artırma ve böylece de kaynak tüketimini ve bağlı karbon emisyonlarını azaltma stratejisinin bir parçasıdır. Diğer yandan da özellikle de güç şebekesi bakımından dağıtılan üretimin geniş difüzyonu, güç stabilitesi ve ana olarak yerel dağıtım şebekesi seviyesinde günümüzün şebeke yapılarının kalitesi gibi bazı problemlerin ortaya çıkmasına neden olabilir. İşletim maliyetlerinin yanı sıra şebekelerin primer enerjisi ve karbon emisyon faktörlerinin azaltılması adına dağıtılmış üretimden tam olarak faydalanmak için “akıllı şebekelerin” gelişimi devam etmektedir. En düşük üretim maliyeti ile planlama yaklaşımı dahilinde, sahadaki seçenekler ölçek ekonomisi ve yerel piklerin dengelenmesinden faydalanan şebeke seviyesi önlemleri ile

karşılaştırılabilir. Buna rağmen, yalnızca yıllık dengenin karşılanması binanın çevresel (enerji kullanımı ile ilgili) etkisini en aza indirecek şekilde tasarlandığının bir garantisi olmadığı açıktır. Net SEB'ler, özellikle proje müelliflerinin kontrolünde olduğu nispete şebekeler ile birlikte çalışacak ve işlevselliklerine ek yük yüklemeyecek şekilde tasarlanmalıdır.

Binalar ve enerji şebekeleri arasındaki etkileşim, ayrıca her ülke ya da bölgesel alanın farklı iklim ve bina geleneklerinin yanı sıra enerji altyapısı ile de ilgili farklı güçlüklerle karşılaştığının düşünülmesine de yol açmaktadır. Dolayısıyla da, her ülkenin çeşitli enerji taşıyıcılar için primer enerji ya da karbon emisyonu dönüşüm faktörlerini tanımlama, enerji verimliliği gereksinimlerini belirleme ya da belirli tedarik teknolojilerini önceliklendirme gibi Net SEB tanımını kendi koşullarına adapte etme ihtiyacı vardır.

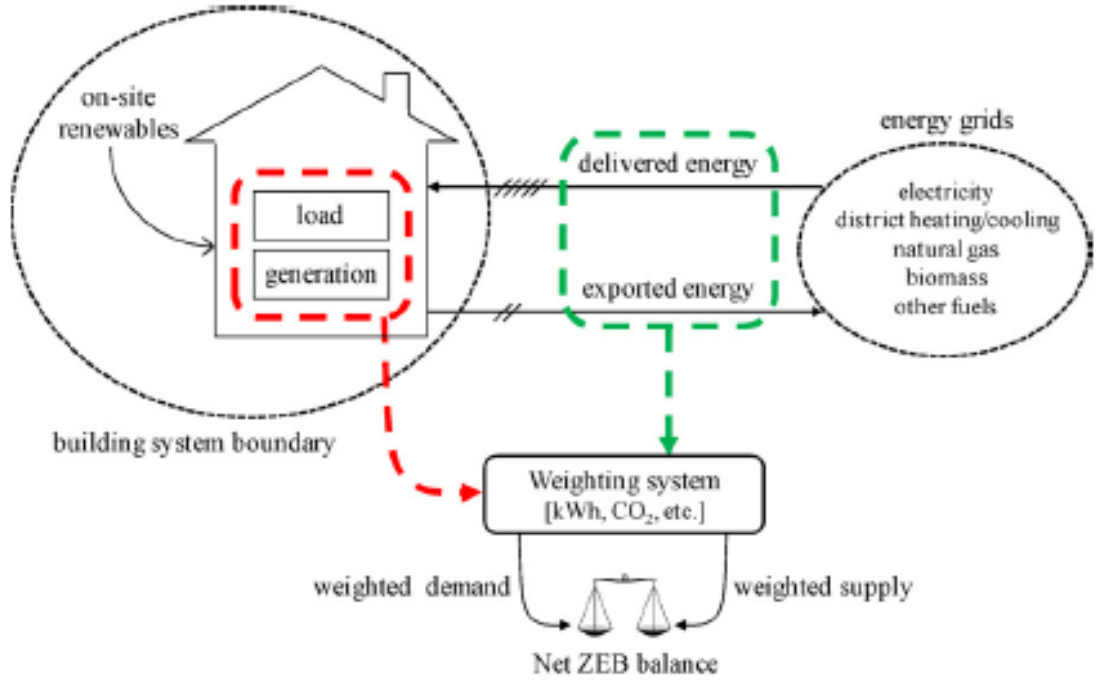
Bu bağlamda eksik olan şey ise, Net SEB'lerin tüm özelliklerini göz önünde bulunduran ve her ülkenin politik hedeflerine ve belirli koşullara uygun bir şekilde tutarlı (ve diğerleri ile karşılaştırılabilir) bir Net SEB tanımına sahip olmasına olanak sağlayan resmi, kapsamlı ve tutarlı bir çerçevedir. Bu çalışmada tanımlanan çerçeve, literatürde bulunan ve ortak IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) SHC (Güneş Enerjisi Isıtma ve Soğutma Programı) Görev 40 ve ECBCS (Binalar ve Ortak Sistemlerde Enerji Tasarrufu) Ek 52: Net Sıfır Enerji Güneş Enerjili Binalar bağlamında geliştirilen kavramlara dayanmaktadır (IEA. SHC Task 40, ECBCS Annex 52, 2008).

Çizelge 2.1: Terminoloji

d, D	Delivered, delivered weighted (İletilen, ağırlıklı iletilen)
e, E	Exported, exported weighted (İhraç edilen, ağırlıklı ihraç edilen)
f _{grid}	Grid interaction index (Şebeke etkileşim indeksi)
f _{load}	Load match index (Yük eşleştirme indeksi)
g, G	Generation, generation weighted (Üretim, ağırlıklı üretim)
g _m	Net monthly generation, annual total (Net aylık üretim, yıllık toplam)
G _m	Net monthly generation weighted (Ağırlıklı net aylık üretim)
i	Energy carrier (Enerji taşıyıcı)
l, L	Load, load weighted (Yük, ağırlıklı yük)
l _m	Net monthly load, annual total (Net aylık yük, yıllık toplam)
L _m	Net monthly load weighted (Ağırlıklı net aylık yük)
m	Month (Ay)
max	Maximum (maksimum)
min	Minimum (minimum)
t	Time interval (Zaman aralığı)
w	Weighting factor (Ağırlıklandırma faktörü)

2.2 Terminoloji ve Net sıfır enerjili bina denge kavramı

Şekil 2.1’de gösterilen taslak, binalarda enerji kullanımına cevap veren ilgili terminolojiye ve de binalar ve enerji şebekeleri arasındaki bağlantıya genel bir bakış sağlamaktadır.



Şekil 2.1: Binalar ve ilgili terminolojiyi gösteren enerji şebekeleri arasındaki bağlantı taslağı

2.2.1 Bina sistem sınırı

Sisteme akan ve sistemden akan enerji akışlarını karşılaştırma sınırıdır. Bu sınır şunları içermektedir:

- Fiziksel sınır: tek bir binayı ya da binalar grubunu kapsayabilir; yenilenebilir kaynakların “yerinde” mi yoksa “saha dışında” mı olduğunu belirler.
- Denge sınırı: dengeye hangi enerji kullanımlarının (örneğin; ısıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su, aydınlatma) dahil olduğunu belirler.

2.2.2 Enerji şebekeleri (yada basitçe “şebekeler”)

Merkezi ısıtma ve soğutma, biyokütle ve diğer yakıtlar için elektrik, doğal gaz, termal şebekeler gibi enerji taşıyıcıların tedarik sistemidir. Bir şebeke, bir binaya enerji dağıtan ve duruma göre bu şebekeden enerji alan iki yönlü bir şebeke olabilir. Bu, normalde elektrik şebekesi ve termal şebeke için geçerli olan bir durumdur.

2.2.3 İletilen enerji

(kWh/y) ya da (kWh/m²y) cinsinden her enerji taşıyıcı için belirtilen şebekelerden binalara akan enerjidir. Bu, bina tarafından ithal edilen enerjidir.

Fakat bu tanım, birçok ülkede “iletilen enerji” miktarını adlandırmak için kullanılan bir tanımdır. Örneğe bakılabilir (EN 15603, , 2008).

2.2.4 İhraç edilen enerji

Her enerji taşıyıcı için (kWh/y) ya da (kWh/ m²y) cinsinden belirtilen binalardan şebekelere akan enerjidir.

2.2.5 Yük

(kWh/y) ya da (kWh/m²y) cinsinden her enerji taşıyıcı için belirtilen binanın enerji talebidir. Yük, yerinde üretilen enerjinin kendi kendine tüketilmesi nedeni ile iletilen enerji ile örtüşmeyebilir.

2.2.6 Üretim

(kWh/y) ya da (kWh/m²y) cinsinden her enerji taşıyıcı için belirtilen binanın enerji üretimidir. Üretim, yerinde üretilen enerjinin kendi kendine tüketilmesi nedeni ile ihraç edilen enerji ile örtüşmeyebilir.

2.2.7 Ağırlıklandırma sistemi

Ağırlıklandırma sistemi, enerji çıkarmak, üretmek ve iletmek için kullanılan enerjiye (ya da bırakılan emisyonları) açıklık getirme gibi amaçlarla fiziksel birimleri diğer ölçüm birimlerine (metriklere) dönüştürür. Ağırlık faktörleri, tamamen bilimsel ya da mühendislik unsurlardan daha ziyade politik tercihleri de yansıtabilir.

2.2.8 Ağırlıklı talep

İletilen enerjinin (yada yük) tümünün toplamı; herbiri kendi ağırlık faktörüyle çarpılan tüm enerji taşıyıcıların toplanmasıyla elde edilir.

2.2.9 Ağırlıklı tedarik

İhraç edilen enerjinin (yada üretim) tümünün toplamı; herbiri kendi ağırlık faktörüyle çarpılan tüm enerji taşıyıcıların toplanmasıyla elde edilir.

2.2.10 Net sıfır enerjili bina (SEB) dengesi

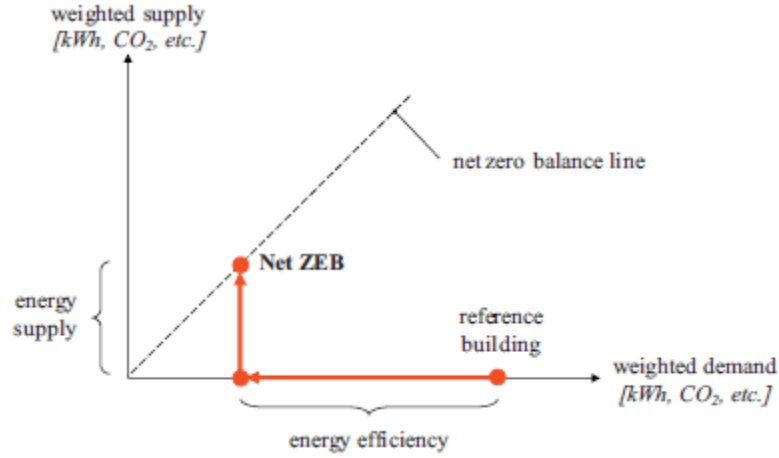
Bu denge, ağırlıklı tedarik bir yıl gibi belirli bir sürede ağırlıklı talebi karşıladığında ya da aştığında yerine gelen bir koşuldur. Net sıfır enerji dengesi, iletilen ve ihraç edilen enerji arasındaki ya da yük ve üretim arasındaki denge şeklinde belirlenebilir. Önceki seçim; ithal ve ihraç dengesi olarak ikinci seçim ise; yük ve üretim dengesi olarak adlandırılmaktadır. Üçüncü seçenek ise, yük ve üretimin aylık net değerleri kullanılarak hesaplanır ve aylık net denge olarak adlandırılır.

Net SEB dengesi, Denklem (1)'de olduğu gibi hesaplanır:

Tedarik mi talebin mi pozitif düşünüldüğü karıştırmamak için kesin değerler kullanıldığında;

$$\text{Net SEB dengesi : } |\text{ağırlıklı tedarik}| - |\text{ağırlıklı talep}| = 0 \quad (1)$$

Net SEB dengesi, x-ekseni üzerine ağırlıklı talebi ve y-ekseni üzerine ağırlıklı tedariki yazarak Şekil 2.2'deki gibi grafiksel olarak temsil edilebilir.



Şekil 2.2: Net SEB dengesi konseptini temsil eden grafik

Referans bina, ulusal yapı kodlarının asgari gerekliliklerine göre inşa edilen yeni bir binanın performansını veya yenileme çalışmaları öncesinde binanın varolan performansını temsil eder. Bu tür bir referans durumundan başlayarak, bir Net SEB yolu iki eylemin dengesi ile verilir:

- (1) Enerji verimliliği aracılığı ile enerji talebini (x-ekseni) azaltma;
- (2) Dengeyi sağlamak için yeterli kredileri alan enerji tedarik seçeneklerinin aracılığı ile (y-ekseni) termal enerji taşıyıcıların yanı sıra elektrik üretmek.

Özellikle yüksek binalarda güneş enerjisi sistemleri için uygun yeterli yüzey alanlarının olmaması gibi, çoğu durumda yerinde enerji üretimi seçeneklerinin kısıtlı olması nedeni ile ana enerji verimliliği önlemlerine ihtiyaç duyulur.



3 YEŞİL/SÜRDÜRÜLEBİLİR YÜKSEK PERFORMANSLI TASARIM

Son yıllarda inşa edilmiş çevrenin (örneğin; binalar) doğal çevre üzerindeki etkisi hakkında çok sayıda bilgi yayınlanmıştır. Bu bilgiler hem yazılı hem sözlü bilgilerdir ayrıca bu konuya yönelik konferanslar ve seminerler de organize edilmektedir. Bu bilgilerde yer alan mesajlar yalnızca konunun ne olduğunu açıklamaya çalışmaz aynı zamanda, eyleme geçirilmesi yönünde cesaretlendiren, motive edilmeye çalışılan, göz ardı edilmesinin neticeleri konusunda uyarılarak nasıl başarılacağı anlatıldığı “yeşil” tasarım konseptini de çeşitli yollardan teşvik etmektedir.

Bu büyük teşvik genelde faydalı olmasına rağmen, büyük bir bölümü HVAC&R sistemleri ve ekipmanlarını binalara uygulayan proje müellifi açısından alakasızdır ve faydalı değildir (örneğin; mekanik/elektrikli bina sistemi tasarım sürecine günlük olarak dahil olan ASHRAE üyesi). Temel ASHRAE üyelerinden alınan verilere dayanarak, özellikle işi uygulayan bu tarz kişilere yönelik yeşil bina kavramı hakkında bir kılavuza ihtiyaç duyulmaktaydı.

Yeşil kelimesi, şartlara bağlı olarak çok fazla anlama sahip olabilecek kelimelerden biridir. Bunlardan biri, doğanın yeşillik alanlarıdır (çim, ağaçlar ve yapraklar). Bu, bu terime yüklenen bir anlam olan doğaya bir sembolik atıftır. Doğadaki her şey yeşil olmasa da, yeşil terimi Ashrae Kılavuzunun teşvik etmeye çalıştığı kavram ve uygulamaların sözlü bir sembolü olarak işlev gösterir. Yeşil uygun bir sembol olmasına rağmen, ekolojik dengeyi muhafaza eden sürdürülebilirliğin anlamını tamamen kapsamaz.

Yeşil ve sürdürülebilir bir tasarım arasındaki fark ise, tasarımın ekolojik dengeyi muhafaza etmeye yardım etme derecesidir. Yeşil tasarımın bazı özelliklerinin, yeşil tasarımının önemli bir unsuru olan iç ortam (yaşam) kalitesini’de (IEQ) içeren ekolojik dengenin muhafaza edilmesine herhangi bir etkisi yoktur. Azalan enerji kullanımı ve kirlilik gibi birçok yeşil tasarım özelliği, uzun süreli pozitif bir etkiye

sahip değildir. Ashrae kılavuzu, yeşil ve sürdürülebilir tasarımın ana unsurlarını içerir fakat sürdürülebilirliğin tamamını kapsamaz.

Yeşil/sürdürülebilir olan bir tasarım; doğada geçerli olan malzemeler, kaynaklar ve süreçler üzerinde doğal çevredeki negatif insan etkilerini en aza indiren bir tasarımdır. İnsan mevcudiyetinin de doğanın bir parçası olması gerekçesiyle, insan etkisi ihtiyacını reddeden bir konsept değildir. Daha ziyade, insanoğlunun bu süreçlere ve evrenin uzun vadeli yaşanabilirliğine zarar vermeden doğa ve dünyanın doğal süreçler ile uyum içerisinde mevcut olabileceği, çoğalabileceği, inşa edebileceği ve başarılı olabileceği inancını onaylamaktadır.

Yeşil binalar tanımı, tek başına HVAC&R proje müellifleri kaygılarının ötesine geçer çünkü kavram mekanik, elektrik, mimari ve diğer sistemlerin entegre tasarımını vurgulamaktadır.

Yeşil/sürdürülebilir bina tasarımı hakkındaki görüşler; aşağıdaki alanlarda tam yaşam döngüsü boyunca yüksek performans sağlayan bir tasarım olduğu yönündedir:

- Net sıfır enerji tüketimini başarmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı da dahil olmak üzere yenilenebilir olmayan doğal kaynaklar, su, arazi ve inşaat malzemelerinin daha verimli bir şekilde kullanılması ile doğal kaynak tüketimini en aza indirmek.
- Özellikle de iç ortam hava kalitesi (IAQ) ile ilgili olan sera gazları, küresel ısınma, partiküller ya da asit yağmurları gibi iç ortamımızın ve gezegenimizin atmosferini olumsuz bir şekilde etkileyen emisyonları en aza indirmek.
- Yağmursuyu, kanalizasyon, katı ve sıvı atıkların en aza indirgenmesiyle tahliyesi için gerekli altyapıyı sağlamak.
- Ekosistem alanlardaki negatif etkileri en aza indirmek.
- İnsan fizyolojik ve psikolojik algılarında konforu sağlamak için görsel açıdan ve akustik/ses, aydınlatma, ısı rejim, hava kalitesi de dahil iç ortamın kalitesini maksimuma çıkarmak.

Yeşil tasarım terimi, tutarlı anlamını neredeyse hiç kaybetmeden en sık kullanılan terimdir. Öne sürülen daha çeşitli ve komplike tanımlar da vardır. Sürdürülebilirlik, geleceğin ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneğinden bir şey kaybetmeden o anın ihtiyaçlarını temin etmektir. Genel olarak dünyamıza uyarlandığında basit ve iyi bir tanımlama olmasına karşın, gezegen üzerindeki bireysel bir bileşene (bina, otomobil, endüstriyel tesis, petrol sahası) anlamlı bir şekilde uygulanması zordur.

Başarılı bir yeşil tasarımın sağlanmasında aşağıdaki maddeler esastır:

- Mal sahibi ile başlayan, tüm proje ekibinden bağlılık (tüm proje ekibinin taahhüdü)
- Tasarım sürecinin başında, yeşil tasarımın amaçları da dahil olmak üzere kullanıcının (mal sahibi) proje gereksinimlerinin oluşturulması.
- Ekip (takım) fikirlerinin entegrasyonu.
- Tasarım öncesinden faydalı kullanım süresinin sonuna kadar projenin aşamaları boyunca etkili yürütme.

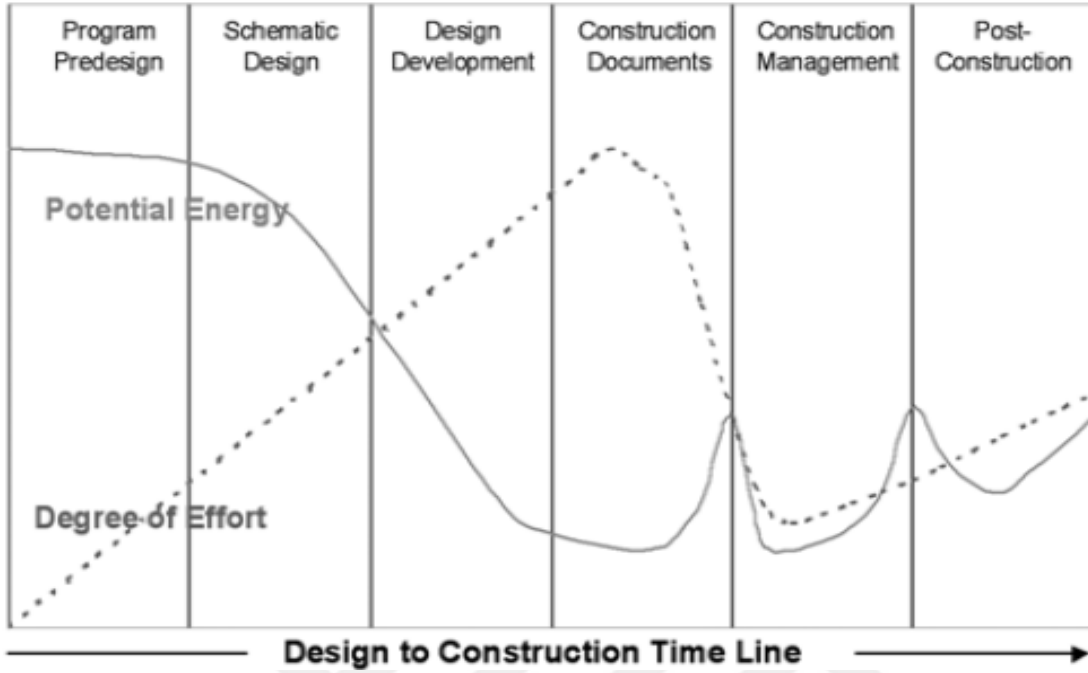
3.1 Yeşil Binalarda Tasarım Süreci Aşamaları

Tasarım süreci, yeşil bir bina üretmede ilk önemli husustur. Tasarım verimliliği için ve artan tasarım maliyetlerinin potansiyelini en aza indirmek için tasarıma başlamadan önce, sürdürülebilir/yeşil hedefleri içeren kullanıcı hedefleri ve kriterlinin tanımlanması gerekir.

Bina tasarlandığında, yeşil konsepti destekleyen bir şekilde inşa edilmeli, performansı doğrulanmalı ve işletilmelidir. Eğer yeşil amacı ile dizayn edilmezse, arzu edilen sonuçlar asla başarılamayacaktır.

Şekil 3.1, bir projenin maliyet ve gerekli çaba ile ilgili sonraki aşamalarında tasarım girdisi sağlama etkisini kavramsal olarak göstermektedir. Katı eğrisi, tasarım sürecinin daha ilk aşamalarına başladığınızda bir binanın performansı (potansiyel enerji tasarrufları, su verimliliği, bakım maliyetleri, vb.) üzerinde büyük bir etkiye sahip olmak çok daha kolaydır; bir sonraki tasarım ve inşaat aşamasına doğru ilerledikçe mevcut etkiler azalacaktır. Projenin her ardışık aşamasında bina performansını geliştirmek için yapılan değişiklikleri

uygulamanın maliyeti bunun doğal bir sonucudur (maliyet, bu grafikteki noktalı eğri ile gösterilmektedir).



Şekil 3.1: Bina performansı üzerinde ilk tasarım girdisinin etkisi

Proje müellifleri, genelde yeşil tasarım görüşü ile zorlanır ve bazen de yeşil tasarım fikri ile hakarete uğradığını yıllar boyunca iyi tasarımlar ürettiklerini düşünürler. Çoğunun bu konudaki deneyimleri, düşük inşaat maliyeti ile dizayn etmeye zorlandıkları ve bina tasarımını geliştirme fırsatı sunulduğunda, genelde bütçe kısıtlamaları nedeni ile mal sahibi tarafından engelledikleri yönündedir. Genel deneyim ise, mal sahiplerinin beş yıl ya da kısa bir vadede ve birçoğunun sekiz ay ya da daha kısa bir vadede potansiyel kazanımda bir getiri getirmeyen maliyet artışını kabul etmeyeceği yönündedir. Özellikle de bir yaşam projesine sahip olan mal sahipleri olmak üzere, çoğu mal sahibi yatırımlar üzerinde daha uzun vadeli getiriye izin verir ve mal sahipliğinin toplam maliyetini düşürmek için yaşam döngüsü maliyet parametrelerini kullanır. Yeşil ya da sürdürülebilir tasarım hedefleri, geleneklere uygulanandan farklı bir yaklaşım gerektirmektedir. Mühendisler ve diğer proje müelliflerinden, sadece objektif proje müellifleri değil avukat olmaları da istenir. Bazıları, enerji kullanımındaki önemli azalmaların ve sera gazı emisyonlarının sadece günümüz uygulaması üzerinde ince ayarlar yaparak asla başarılamayacağını yönündeki görüşlerini ifade etmektedir. Diğer bir deyişle, sadece yüksek verimli sistemler ya da ekipmanlar kullanmak enerji

kullanımını yeterli düzeyde azaltmayacaktır. Sürdürülebilir tasarım, proje müelliflerinin bütüncü bir yaklaşım benimsemesini ve sadece mal sahibi ve bina sakinleri için dizayn etmenin ötesine geçmesini gerektirir; bir binanın geliştirilmesinin uzun vadeli çevresel etkilerini araştırmaları gerekir. Bu çoğunun kendini rahatsız etmesine neden olabilir çünkü uzmanlık alanlarının ötesine geçmeleri isteniyor gibi görülebilir.

Hem ilk maliyet hem işletim maliyetleri, sürdürülebilir/yeşil prensiplerin uygulanması ile azaltılabilir. Doğru camlama yönü ve doğru camlama seçimi, toprak stabilizasyonu ve yapısal dolgu için bakır taş yerine kırma beton gibi geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılabilirdiğinden HVAC ekipman boyutu ve maliyetini azaltabilir. İşletmeye alma süreci kullanımı ile CxA, tasarım takımının OPRlerin geliştirilmesi ile proje amaçları, kriterleri ve sürdürülebilir/yeşil hedefler hakkında bir uzlaşmaya varmasına yardım edebilir. OPRler, tüm tasarım, inşaat, kabul ve operasyonel kararların verildiği bir temel oluşturur. OPR belgesi, proje müelliflerinin mal sahibi iş modeli ve proje kısıtlamaları ve sınırlamaları dahilinde sürdürülebilir/yeşil bir proje dizayn etme görevini etkili bir şekilde başarması için bir anlayış temeli temin eder. Bu süreç, geliştirilmiş tasarım etkinliği ve daha iyi takım entegrasyonuna izin verir çünkü tasarım başlamadan önce net amaçlar ve kriterler belirlenmiştir. Sürdürülebilir/yeşil prensiplerin operasyonel maliyetlerin yanı sıra ilk maliyeti de düşürülebilir olmasına karşın, tasarımın inşaat ruhsat ve hizmet maliyetleri takımın ek tasarım ve koordinasyon çabaları nedeni ile bir miktar yükselir. Sürdürülebilir/yeşil tasarımın başarısı için, buna ön tasarım aşamasında başlamak ve binaya yerleşim sonrasında da taşımak gerekir. Mal sahibinin saha seçiminden bina şekline, yapısal unsurlar, etkili inşaat ve işleme kadar sürecin her unsurunun incelenmesi ile başlar ve yalnızca entegre bir yaklaşımla gerçekleştirilebilir. Proje hedeflerini içeren OPR belgesinin mümkünse saha seçiminden dahi önce tanımlanması, önerilen başlangıç noktasıdır. Projenin en başında yeşil tasarım hedefleri tartışılmalı, kabul edilen mal sahibi amaçları ve kriterleri ile ilişkilendirilmeli ve genişletilmiş proje takımınca zenginleştirilmelidir. Bu, genelde son saatlerde yapılan hareketli bir çalışma formatında ya da sadece sorunları tartışarak geçen bir oturum şeklinde yapılır. Bu hedefler tanımlandığında, OPR belgesine dahil edilirler. Bir

projenin hedefleri, geleneksel olarak işlevsel programı, kiralanabilir ya da kullanılabilir alanı, sermaye maliyetini, çizelgeyi, proje görüntüsünü ve benzeri konuları içermektedir. Son saatlerde yapılan hareketli çalışma ise, sermaye maliyeti ve diğer geleneksel hedefler ile çevresel hedefleri bir düzleme koyar. Hedeflerden biri de, aynı ya da benzeri bir sermaye maliyeti ile çevresel hedefleri başarabilmektir (Herhangi bir amaç doğrultusunda çevresel hedefler, ölçülebilir ve doğrulanabilir olmalıdır). Hedeflerin diğeri, bir enerji hedefinin yanı sıra belirli bir yeşil bina derecelendirme sistemi hedefi ya da tek başına bir enerji hedefi olabilir.

Bir yeşil tasarım projesi için tipik hedefler, şunlar olabilir:

1. Hem projelendirilen hem gerçek işletim için aynı bina türü ve bölge için DOE ile derlenmiş ortalama seviyelerden en az %50 daha düşük bir enerji kullanımı seviyesini başarmak (Gerçek enerji rakamları, varsayılanlara karşı gerçek ilkim koşulları ve kullanım saatleri ile ayarlanabilir).
2. Bina brüt alanının 4.5 kW/ft² (50 kW/m²) aşmayan gerçek toplam pik elektrik talebi seviyesini yakalamak.
3. Binanın yıllık enerji kullanımının en az %15'ini (uygulamada) yenilenebilir enerji kaynaklarından temin etmek (Bu tarz bir enerji kullanımı, yukarıda belirtilen Hedef 1 altında belirlenen toplam enerji kullanımından düşülür).
4. Yukarıda belirtilen Hedef 1, 2 ve 3 göz önünde bulundurularak; o kaynak kullanımından kaynaklanan değişmiş çevresel etkileri de içeren konvansiyonel bir bina ile karşılaştırılabilir ham enerji kaynakları kullanımı üzerindeki daha az net enerji kullanımı etkisini (saha dışını içeren) değerlendirmek ve toplam enerji ve çevresel etkilerin büyük olmadığını doğrulamak.
5. Bu bina türü ve bölge için belgelendirilen ortalamadan %40 daha düşük kişi başı (şehir) su kullanımını yakalamak.
6. Proje takımı tarafından “konvansiyonel” bir binanın mal olacağıının %102'sinden daha yüksek olmayacağı varsayılan binanın brüt alanın ft² (m²) başına x doları aşmayan proje için toplam sermaye maliyetini yakalamak.
7. Bina tarafından oluşturulan toplam atık malzemelerin en az %60'ını geri dönüştürmek (ya da geri dönüştürmeye hazırlamak).

8. Beş yıllık bir süre zarfında periyodik olarak bina kullanıcılarına uygulanan yerleşim sonrası anketler aracılığı ile, %85 ya da üzeri toplam memnuniyet seviyesini yakalamak. Anketler, burada belirtilen boyutlarda bina sakininin bina içi ortamdan memnun olmasını teşvik etmek içindir: termal konfor, hava kalitesi, akustik kalite ve görsel/genel konfor.
9. Bina için iyi seviyede USGBC LEED sertifikasyonu almak.

3.2 Yeşil Binalarda Mimari Tasarım Etkileri

Saha konumu, bina yönü ve geometrisi, bina zarfı (kabuğu), alanların düzenlenmesi ve yerel iklimsel özellikler gibi tüm unsurları tasarım ekibi ele almalıdır ve sonuç hem bina sakinlerinin ortamı hem de binanın verimliliği üzerinde farklı bir etkiye sahip olacaktır. Çevresini yeşil tasarım ilkelerinin uygulanması ile etkili bir şekilde birleştiren binalar, genelde bina sakinleri için daha fazla psikolojik ve fizyolojik faydalara sahip bir proje sunar. Daha uzun süreli bir faydalı kullanım ömrü için; inşası ve işletmesi için daha az kaynak kullanılarak inşa edilen sürdürülebilir binalar, karbon emisyonlarını azaltır ve bu özelliğin muhafaza edilmesi için daha az şey gerektirir.

Gelişmekte olan kullanıcının proje gereksinimleri; sürdürülebilir/yeşil tasarım hedefleri de dahil olmak üzere bir projenin hedeflerini ve kriterlerini belirlemek için önemli bir unsurdur. Kullanıcının projelerdeki gereksinimleri; bir tasarım ekibinin tasarım sırasında projenin amaçlarını ve kriterlerini karşılamak için geliştirdiği çeşitli seçenekleri değerlendirirken' de belge kriterlerini oluşturur.

3.2.1 Saha Konumu

Saha seçiminin neticelerinin göz önünde bulundurulması, inşaat faaliyetlerinden tesise yerleşme aşamasına kadar bir projeye eşlik eden negatif çevresel etkileri en aza indirmek için gereklidir. İhtiyatlı bir saha seçimi, ilk maliyetleri, işletme ve bakım maliyetlerini, çevresel maliyetleri ve insan maliyetlerini düşürebilir. Sürdürülebilir/yeşil tasarım, hayvan habitatları, ekilebilir arazi ya da kamu parklarını aşan daha büyük proje maliyetlerini göz önünde bulundurur. Diğer hususlar ise, malzemelerin nakliyesi ve projeyi inşa etmek için gerekli işgücü: biyo çeşitliliği destekleyen toprak kaybı; tesise erişim sağlamak için gerekli otoyollar, caddeler ve köprüler; tesis işletimini desteklemek için gerekli alt

yapı; ve ulaşım için gerekli doğal kaynakları azaltmak adına bina sakinleri için tesisin konuta ve diğer hizmetlere yakınlığıdır.

Tasarım mühendislerinin yukarıda bahsedilen hususlar hakkında söyleyecek çok az şeyleri olmasına karşın, mimarın mümkün olduğu yerde mühendisleri saha seçimi sürecinin ilk aşamalarına dahil etmesi akıllıca bir yaklaşımdır. Örneğin binanın şekli ve yönü gibi hususlar; yakınındaki kirlilik kaynakları, dış ortam hava kalitesi, yer altı su seviyeleri, saha drenajı, çeşitli enerji kaynaklarına (yenilenebilir enerjiler dahil) erişim yada kullanılabilirliği ve bu kadar belirgin olmayan diğer özellikler gibi hususlar, daha sonraki aşamalarda başarılı bir tasarım için etkili olabilirler.

3.2.2 Saha Yönelimi

Bina yönü, enerji performansından bina sakininin görsel simülasyonuna kadar çeşitlilik gösteren birçok yeşil tasarım hususunu etkilemektedir. Güneş enerjisi yönünü göz önünde bulundurma; hakim olan rüzgarlar; doğal ışık mevcudiyeti; doğal bitki örtüsü, topografya ya da komşuluğundaki yapılar ile yaratılan gölgeleme; ve görünümün tümü tasarımcının binayı bir sahada nasıl yönlendirileceğine ilişkin seçimini etkiler. Saha yönelimi, ayrıca peyzaj seçimi ve sulama suyu tüketimini de etkileyebilir. Yönelimi seçerken faydalar, çekinceler ve dengeler tartılmalıdır ve tasarım ekibinin mühendis üyeleri özellikle burada faydalı olabilir.

Cam oranı yüksek olan binalarda doğu ve batı cepheleine bakan yüzeylerin azaltılması soğutma aylarında enerji verimliliğini arttıracaktır. Bir cephesi duvarsa bu cephenin doğu ve batıya bakması güneşten gelen ısı kazançlarını azaltacağı için; cam cephesi doğuya yada batıya bakan bir binadan daha verimli olacaktır. Eğer mal sahibinin amacı; soğutma gereksinimlerini karşılamak için doğal esintileri kullanmak ise, binanın rüzgar/rüzgar altı etkilerini belirlemek ve dış havayı binaya daha iyi çekmek için hakim esintilere dikey hareketli pencereler ve baskın yüksekliklere yönlendirilmesi gerekir.

Burada deneyimli bir enerji analisti tarafından gerçekleştirilen ve de hızlı ve gerçekçi sonuçlar veren bilgisayar simülasyonları, bina yönündeki nüansları değerlendirerek tasarım takımına yardım edebilir ve çeşitli yığma ve toplama seçenekleri bina performansı üzerinde etkili olabilir.

3.2.3 Bina Şekli/Geometrisi

Bir binanın şekli (yığma, toplama ve genel geometri); binanın işlevselliği, enerji verimliliği ve bina sakini performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yeşil tasarımın en önemli unsurlarından biri de, doğal aydınlatma üzerindeki biçim etkisidir.

Cam alanı özelliklerine ek olarak cam boyutu, şekli ve bina sakininin cam alandan uzaklığı, bina sakininin bina manzarası olarak çevreleyen ortamın yanı sıra binanın içine ulaşan doğal ışığın kalitesi ve miktarını belirleyebilir. En çok arzu edilen doğal ışık kuzeyden gelir; onunla ilişkili olan en az güneş enerjisi ısı kazancına sahiptir ve parlamaya neden olan yayılmış ışıktan oluşmaktadır. Bir binanın içine girecek olan doğal ışık mesafesi pencere ve tavan yüksekliğine bağlıdır. Işığın miktarı ise cam alanına bağlıdır. Işığın kalitesi; cam alanı özellikleri ve yönüne göre belirlenebilir. Doğal ışığın görev aydınlatması gereksinimlerini karşılama yönünden faydası, ışık kalitesinin görev yüzeyleri üzerinde fonksiyonudur. Bu faktörlerin tümü, bir binanın doğal gün ışığından faydalanmasına ilişkin ihtiyacını karşılaması için gereken biçimi etkiler.

Gün ışığından faydalanma, bina geometrisini etkileyen birçok husustan yalnızca bir tanesidir. Doğal havalandırma ile dizayn edilen binalar, hakim rüzgarları en iyi şekilde yakalayacak ve bunları en faydalı kullanım için yönlendirecek bir şekilde şekillendirilebilir. Yüksekliği arttıkça bir binanın geri kademelendirilmesi, güneş enerjisinin komşuluğundaki bir mülke erişimine izin verir. Kademelendirilmiş bir binanın çatısı, arıtılacak yağmur suyunun miktarı ve oranını azaltmada kullanılabilir.

3.2.4 Bina Zarfı (Kabuğu)

Bina zarfı, havayı dışarıda tutmanın birincil işlevini yerine getirir (ve uygulanabilir olduğunda iyi koşullara olanak sağlayarak) ve tasarımı bina ve bina sakinlerinin ne kadar iyi performans sergilediklerini tanımlayan bir anahtar unsurdur. Yapı malzemeleri ve bina zarfı teknikleri, tümü çevre ve mal sahipliğinin toplam maliyeti üzerinde önemli bir etkiye sahip olan binanın

faydalı kullanım ömrünü, IAQ, HVAC boyutlandırma, yapısal tasarım ve bakım maliyetlerini belirlemektedir.

3.2.4.1 Nem İntrüzyonu

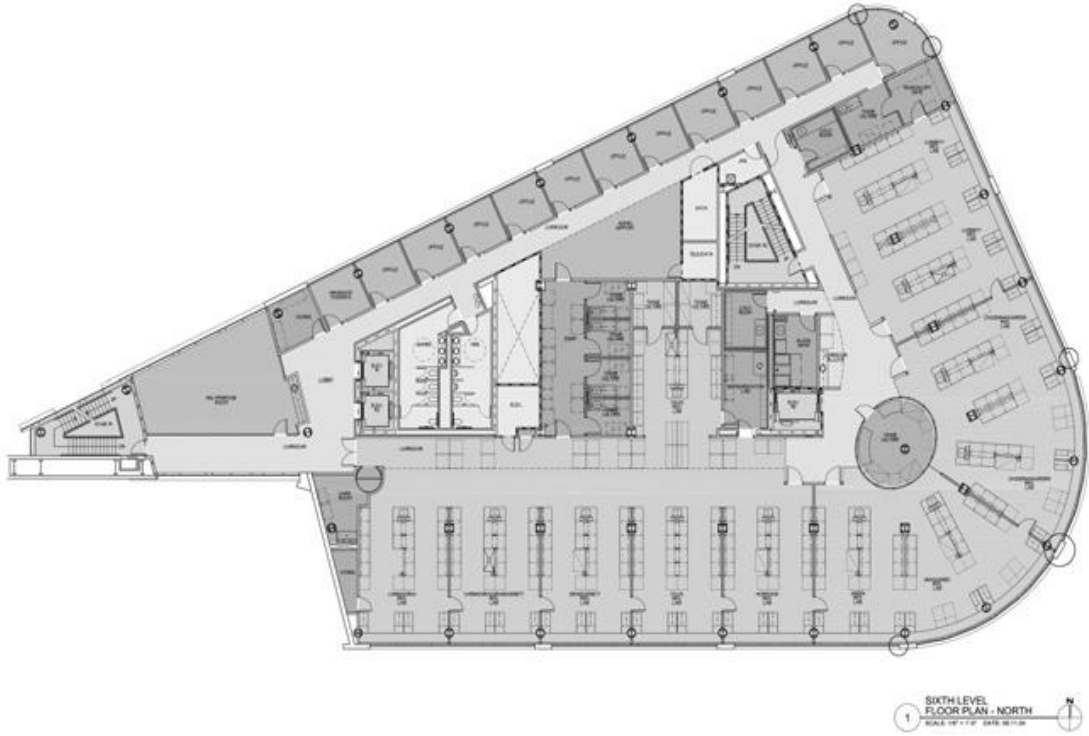
Bina zarfı (kabuğu) nun birincil işlevi binanın içini ve bina sakinlerini kötü hava koşullarından koruma olmasına rağmen, mimarlara karşı yapılan sigorta iddialarının %80'inin bina kabuğundan nem intrüzyonu (girişi) ile ilgili olması şaşırtıcı bir gerçektir. Dahası, nem intrüzyonu hasta bina sendromunun ana nedenidir. Su, üç yöntemle bina kabuğuna girebilir: direkt yağmur suyu intrüzyonu, su buhar geçişi ve negatif basınçlandırma (istenmeyen infiltrasyon). Tasarım takımları, genelde direkt yağmur suyu intrüzyonunu engellemeye çalışmak için “kemer ve askılar” yaklaşımlarını kullanırlar fakat tasarım amacının karşılandığından emin olmak adına tasarım ve kurulumu test edemez.

Genelde tasarım aşamasında gözden kaçan şey, bina kabuğu ve bina kabuğuna karşı su buhar geçişidir. Uygun tasarım takımı üyeleri, önerilen her bina kabuğu montajı türünü incelemeli ve her biri için bir buhar iletimi analizi gerçekleştirmelidir. Birleşik Devletler ve Kanada'nın birçok bölgesinde, bina zarfında toplanan nemden kaynaklanan IAQ problemleri ve bina başarısızlığı meydana gelmektedir. Kurak bir iklimde binanın negatif basınçlandırılması genelde hava kalitesi üzerinde az etkiye sahipken, sıcak ve nemli iklimlerde ve bazen de daha ılıman bir iklimde meydana geldiğinde bu durum IAQ problemleri ile neticelenebilir. Katma değer bir iklimlendirme maliyeti olmasının yanı sıra bunun sonucunda oluşan nemli hava girişi, beklenmeyen bazen de görülmeyen yerlerde yoğunlaşma ile sonuçlanabilir. Ortaya çıkan problemler (küf, pas, tohumlanma oluşması, vb), bazen binanın gerçek maliyetini aşacak şekilde bina tahliyesi ve büyük onarım maliyetleri ile sonuçlanacak kadar şiddetli olabilir (Bir binayı ikinci kez inşa etmek durumunda kalmak sürdürülebilir değildir).

Tasarım takımlarının, bina basınçlandırması hakkında bilinçli olması ve bina zarfının iklime ve binanın kullanım amacına uygun bir şekilde basınçlandırılmasını sağlamalıdır. Burada özellikle de HVAC tasarımının bina zarfı tasarımı ile koordinasyonu, iyi IEQ oluşturulması ve enerji tüketiminin kontrol edilmesi açısından önemlidir.

3.2.5 Alanların Düzenlenmesi ve Gruplandırılması

İşlevsel ihtiyaçlar, mal sahibinin programı, gün ışığından faydalanma kısıtlamaları, estetikler ve birçok mühendislik dışı yeşil faktörün bir binada alanların nasıl gruplandırıldığı ve düzenlendiğinin mimari saptama alanına girmesine rağmen, başka hangi sonuçlar HVAC sisteminin nasıl etkili bir şekilde işlediğini etkileyebilir. Bir kat planı örneği Şekil 3.2’de yer almaktadır.



Şekil 3.2: Etkileşimi teşvik edilen planlama becerileri ve gün ışığından faydalanmayı optimize eden tipik bir kat planı için iyi tasarım uygulaması

Bina alanlarına hizmet eden kullanılmayan sistemlerin kapatılması ya da operasyonunun azaltılmasını sağlayarak gereksiz enerji kullanımından kaçınmak, temel bir yeşil tasarım prensibidir (yalnızca ihtiyaç olanı kullan) ve bunu yapmak, kısmi olarak alanların nasıl düzenlendiği ve gruplandırıldığına dayanır. Eğer bir departman ya da bina sakinleri grubunun diğerlerinden farklı bir zaman çizelgesinde çalıştığı biliniyorsa, örneğin ayrı bir klima santrali tarafından hizmet edilen bu alanın bu grubun ihtiyaçlarını karşılamak için bir ya da birden fazla büyük klima sisteminin çalıştırılması ihtiyacından kaçınılacaktır. Bunun bir mimarın düşünmesi gereken birçok faktörden yalnızca biri olmasına karşın, HVAC mühendisinin mimarın uygulanabilir olduğu yerde bu faktörün farkında olmasını sağlamamalıdır. Ayrıca proje müelliflerinin özellikle binanın

tasarım perspektifinden nasıl işletileceği hakkında bina operatörlerini eğitmeye yardım etmesi ve tüketimi azaltmak için uygulanabilecek stratejiler sağlaması da önemlidir.

3.2.6 İklimsel etkiler

İklimsel faktörler; bina üzerinde bir etkiye sahip olabilecek harici koşullar, özellikler ya da etkilerdir. Bazıları, doğaldır bazıları ise insan işidir. Anahtar özellikler ise şunlardır: ortam sıcaklığı ve nemlilik modelleri, ortam hava kalitesi, potansiyel kirlilik kaynakları, güneş enerjisi kullanılabilirliği ve yoğunluk, rüzgar modelleri, toprak koşulları, temiz su mevcudiyeti ve kalitesi ve de saha drenajıdır.

Bir bölge dahilindeki mikroiklim sorunlarını anlamak önemlidir.

Bir sahanın iklimsel özellikleri, özellikle de enerji performansı ve çevresi üzerindeki etkisi olmak üzere binanın nasıl performans gösterdiği üzerinde açık bir etkiye sahiptir. Tasarım takımı, her üyenin kendi uzmanlık bakış açısından incelemesi ile bu tarz anahtar özelliklerin farkında olmalıdır: Her biri benim tasarım bölümünü nasıl etkileyecektir. İklim genel tasarımı nasıl etkileyecektir? Karbon emisyonlarını en aza indirmeyi de içeren bu bina için sürdürülebilir/yeşil tasarım hedefini karşılayabilecek şekilde faydalanılabilir ya da yerleştirilebilir mi.

3.2.7 Birbirine Bağlılık

Saha, kaynak kullanılabilirliği, tasarımın her bir unsuru, IEQ ve işletilebilirlik, tümü birbiri ile bağlantılıdır. Bir elemente diğerlerinden daha fazla odaklanma, sürdürülebilir/yeşil hedefleri içeren mal sahibinin amaçları ve kriterlerini dokümente eden bir projenin ön tasarım aşamasında OPRleri tanımlama, entegre bir tasarım için sağlam bir zemin hazırlar ve binanın nasıl işlev göstereceği ve mal sahibinin ihtiyaçlarına ilişkin sürdürülebilir prensipleri dengelemenin yanı sıra iletim verimliliğini geliştirir.

4 YEŞİL BİNALARDA YEREL ÇEVRE İLE ETKİLEŞİM

4.1 İç Ortam (Yaşam) Kalitesi (IEQ)

İç ortam kalitesi (IEQ) ve iç ortam hava kalitesi (IAQ) terimleri, bazen bir ve aynı terim olarak karıştırılır. Gerçekte IEQ, anahtar faktörlerden biri olarak IAQ içeren daha kapsamlı ve her şeyi daha fazla kapsayan bir terimdir. Bu beş alan, iyi bir IEQ temin etmek için anahtar husus olarak kabul edilir.

- Hava kalitesi ve havalandırma
- Termal konfor
- Akustikler ve ses
- Aydınlatma seviyeleri
- Görsel algılama

4.1.1 Hava kalitesi ve Havalandırma

Hava kalitesi ve havalandırma, binanın HVAC ve iç ortamında veya tersi spesifik bir duruma bağlı olarak, negatif bir etkiye sahip olabilecek bir dış ortam alanıdır. Bilinen bir kirletici kaynağına yakın dış hava girişi lokasyonu, kirleticileri yok etmekten ziyade IAQ'yu ciddi bir şekilde azaltabilir. Benzer şekilde, bina kirli gazları da havayı insan maruziyeti ya da yeniden binaya girişi için uygunsuz hale getirerek kirli gaz tahliyesine yakın yerel alanı kontamine edebilir. Bina etrafında yerel hava kontaminasyonu olmadığını varsayarsak, ASHRAE Standart 62.2'de belirtildiği gibi alan dahilinde yeterli havalandırma ve dağıtım temin ederek iyi bir IAQ'nun başarılması mümkündür.

4.1.1.1 İç ortam Hava Kalitesi (IAQ)

Aşağıda belirtilen aşamalar ile çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahip olan iç hava kirleticilerinin miktarını azaltılabilir:

- Düşük yayımlı, toksik olmayan ve kimyasal açıdan etkisiz malzemeleri değerlendirilmeli ve bunlar tercih edilmelidir.
- Sızdırmazlık sağlanmadığı sürece, alev alıcı aletler monte edilmemelidir. Alev yada güç havalandırılmalı, gazlı ocaklardan kaçınılmalıdır.
- Bina sakinlerinin ve sistemlerin çevresel sigara dumanına maruz kalması engellenmelidir.
- Etkili nem kontrolünden faydalanılmalı ve küf problemleri engellenmelidir.
- Bu alanlar uygun şekilde inşa edilmediği ve sızdırmazlık sağlanmadığı sürece, hava hareketi için asma tavan plenumları gibi bina boşluklarını kapatmak için zor kullanmaktan kaçınılmalıdır.

Birçok projede tavan plenumlarının kullanılacak olmasını göz önünde bulundurarak, dış elementlerin (örneğin; dış duvara oluklu teras döşemesi) uygun şekilde yalıtılmasını sağlamaya özen gösterilmelidir.

- Bina sakinlerinin sağlığını ve refahını koruyarak binadaki IAQ problemlerinin gelişimini engellemek için minimum IAQ performansı belirlenmelidir.
- Gönüllü uzlaşma standardı ASHRAE Standart 62, Kabul Edilebilir İç Ortam Hava Kalitesi Havalandırması (en son onaylanan baskı) ve onaylı eklerinin minimum gereksinimleri karşılanmalıdır.
- Uzun vadeli bina sakini sağlığı ve konforunu sürdürmek için IAQ'nun izlenmesi sağlanmalıdır.
- VOC' ler ve ozon yayan güç havalandırma ekipmanları.
- Gaz ocakları şebeke tedarikli elektrik ocaklarından daha az GHG yaydığından havalandırma dedantörlü doğal ya da LP gazlı ocaklar kullanılması düşünülmelidir.
- CO₂, CO, O₃, NO_x ve VOC' ler açısından minimum sürekli IAQ performans gözetimine sahip olunmalıdır.

4.1.2 Termal Konfor

Bina sakinlerinin konforu ve sağlığı, yeşil bina tasarımı açısından önemlidir. Yeşil tasarım adına bina içi ortamı kalitesinden ödün vermek, maksimum insan üretkenliği ve performansını muhafaza etmenin oldukça önemli olması nedeni ile elverişli bir strateji değildir.

Işıklandırma seviyelerine benzer termal konfor, bina sakinlerini ve genel bina iç ortam kalitesini (IEQ) etkiler. Yerel çevre ile olan etkileşim, termal konfor üzerinde minimal etkiye sahiptir.

Bina sakinlerinin üretkenliğini destekleyen termal olarak konforlu bir ortam temin etmek için;

- Konfor için belirlenen aralıklar dahilinde nemlilik kontrolünü içeren onaylı termal konfor ekleri ve ASHRAE Standart 55'e (en son onaylanan baskı) uygunluğu sağlama,
- Binadaki termal konfor performansı ve nemlilik ve/veya nemini giderme sistemlerinin verimliliği üzerinde operatör kontrollerini sağlamak üzere yapılandırılmış kalıcı bir sıcaklık ve nemlilik izleme sistemi kurma. Bireysel kontrol, bireysel alanlarda kimse olmadığında kapanmanın yanı sıra bireysel tercihlere uygunluk için çeşitli özelliklere izin veren yeşil avantajlara sahiptir.

4.1.3 Akustikler

Akustik ortam, iyi iç ortam kalitesinin (IEQ) belirlenmesinde ayrıca önemli bir faktör olabilir.

4.1.4 Aydınlatma Seviyeleri

Bina sakinleri için yeterli aydınlatma seviyeleri gerekir. Gerekli aydınlatma seviyeleri, oda ya da bina bölgesi tasarım amacına göre çeşitlilik gösterir. Ağaçlar, peyzaj ya da diğer binalar şeklindeki yerel çevre, alana girebilecek olan ve dolayısıyla da içerisindeki aydınlatma seviyelerini etkileyebilecek olan aydınlatmayı etkileyebilir.

4.1.4.1 Elektrik ve Aydınlatma

Tüketilen alan bakış açısından bakıldığında, elektrik araçlarıyla enerji dağıtımı (tel, kablo, vb.) en verimli olanıdır. Bu avantaj, genelde bir enerji şekli olarak elektriğin daha yüksek maliyetinin (enerji birimi başına) üstesinden gelir ve tamamıyla elektrikli binalar olarak tasarlamayı seçmenin ana nedenlerinden biri de budur. Elektrikli ısıtmanın nispi verimsizlikleri, çevresel ya da yaşam döngüsü maliyet perspektifinden bakıldığında artık bu seçeneği uygulanabilir kılmaz. Buna rağmen ısı pompası sistemi ile bağlantılı bir şekilde kullanıldığında, kaynak olarak elektrik enerjisi verimlidir ve işletim perspektifinden bakıldığında daha az maliyetlidir.

Aydınlatma, bina yükleri ve enerji kullanımı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir; dolayısıyla da, HVAC&R tasarımcısının diğer takım üyelerinin oynadığı rolü anlaması önemlidir.

Uygun aydınlatma sistemi tasarımı, her zaman tercihen yeşil bina tasarım takımının bir üyesi olan deneyimli bir profesyonel tarafından yapılmalıdır.

4.1.4.2 Temel Üstten Aydınlatma

Temel üstten aydınlatma, çatıda basit tavan pencerelerinin kullanılmasını içermektedir. Yapıda, su geçirmezlik ve diğer detayları da içeren birçok yapısal unsurun olduğunu söylemeye gerek yoktur. Buna rağmen düzgün bir aydınlatma temin etmek için kullanılan ışık armatürlerine benzer şekilde kullanıldığında, tek katlı geniş alanların gün ışığı kullanılarak üstten aydınlatılması kabul edilebilir.

Odanın ortasında büyük bir ışık kaynağı yerine, aydınlatma sistemlerinde birçok ışık armatürü kullanması gibi, üstten ışıklandırma da en iyi çok sayıda tavan penceresi kullanıldığında uygulanır. Tavan pencereleri, yayılmalı ya da prizmatik olmalıdır. Tavan pencereleri, ışık kontrolü pencerelerini içermez çünkü “pasif” aydınlatma için optimum tavan penceresi boyutu seçilir. Örneğin; bina içi ışık miktarını düzenlemek için aktif ya da hareket eden elementlere ihtiyaç duyulmaz.

Pencereli çatının ideal miktarı, genelde yaklaşık %5'tir. Çoğu mimar, çok büyük tavan pencereleri dizayn eder. Bir HVAC&R tasarımcısı, özellikle de hesaplamalar ile desteklendiğinde büyük miktarda enerji tasarrufu sağlayabilir.

4.1.4.3 Gün Işığı Hasadı (Faydalanma)

Ticari, endüstriyel ve kurumsal binaların çoğu, pencerelere ve bazı durumlarda tavan pencereleri, camlı tavan ve daha kapsamlı bir pencere türüne sahiptir. Dış görüntüye ve doğal ışığa erişim, bina sakinleri üzerinde olumlu psikolojik ve fizyolojik etkilere sahiptir fakat çok fazla ışık ve parlamamanın olumsuz psikolojik ve fizyolojik etkileri olabilir.

Enerji perspektifinden bakıldığında ise, gün ışığının optimal kullanımı alan ışıklandırması bina zarfındaki pencere düzeni ile transfer edilen doğal ışık ile desteklendiğinde elektrikle aydınlatma sisteminin azaltılması ya da sönmesini kontrol etmektir. Gün ışığı toplama olarak adlandırılan bu süreç (Şekil 4.1), önemli bir potansiyele sahiptir. Gün ışığı toplama tasarruflarının tahmin edilmesi kolay değildir. Karartma balastları ve fotoelektrik kontroller gibi gün ışığı toplama elementleri için katma sermaye maliyetleri söz konusudur. Gün ışığı toplama tekniklerinin potansiyel enerji tasarruflarını doğru bir şekilde tahmin etmek ve bu maliyetleri doğrulamak önemlidir.

Bir tasarım ekibi; gün ışığı toplama simülasyon programlarını kullanarak, bina zarfı (kabuğu) nun analiziyle optimize bina geometrisi, camların yönüne bağlı olan cam alanı özelliklerini tanımlamaya yardımcı olur ve tesisin enerji analiz performansında gerekli bilgiyi verir. Gün ışığı toplama örnekleri şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'de görölmektedir.



Şekil 4.1: Gün Işığı Hasadı Örneği

Sağlık Bilim Merkezi Araştırma Binası, St. Louis, MO

Bir aydınlatma tasarımı perspektifinden bakıldığında ise, gün ışığına başka bir ışık kaynağı olarak muamele edilebilir ve aydınlık, parlaklık, kontrast, renk ve diğer aydınlatma tasarımı elementleri ile aydınlatma tasarımı çözümlerini oluşturmada kullanılabilir. Buna rağmen aydınlatma tasarımcısı, ışık kaynağının yerinin belirtildiği gerçeği ve çoğu durumda özelliklerini değiştirmek için mevcut olan araçların panjurlar, gölgelikler, diğer mekanik azaltma ve koruma seçenekleri ile sağlandığı gerçeğini ele almada güçlük çekmektedir.

Çeşitli mevsimsel koşullar, günün saati ve hava koşulları altında mevcut gün ışığı miktarını ve kalitesini belirlemek için doğal aydınlatma performansını simüle etmek mümkündür. Buna rağmen, bu yüksek oranda uzmanlaşmış bir analitik çalışmadır ve bu tarz çalışmaları uygun uzmanların gerçekleştirmesi önerilmektedir. Bu süre içerisinde bazı binalar, bazı basit gün ışığı toplama unsurlarında faydalanabilirler.



Şekil 4.2: Farklı geometrisi ve bina şekli ile gün ışığından faydalanmayı optimize eden, Buffalo NY'daki Hauptmann Woodward Araştırma Laboratuvarı Binası



Şekil 4.3: Güneş enerjisi kazancını minimize ederken, gün ışığından faydalanmayı optimize eden kuzeye bakan toplantı alanı örneği

Gün ışığından faydalanma programları, yalnızca bir tasarım takımının bir bina zarfını oluştururken neleri göz önünde bulundurması gerektiği hakkında bilgiler içerir. Isıtma ve soğutma enerjisi tüketimini en aza indirmek için bu programların kullanımı, tasarım takımının mühendislik bölümünün tasarım aşamasında gündeme getirdiği binanın enerji modellemesini yapmasını gerektirir. ASHRAE İleri Enerji Tasarımı Kılavuzu serilerindeki kitaplar, ayrıca bu konuda ipuçlarına da sahiptir ve enerji modellemesi gerçekleştirilmeden bina zarfı tasarımı hakkında rehberlik sunar. Enerji modeline dahil edilecek olan gün ışığından faydalanma modelinin sonuçlarına izin veren birçok yazılım programı vardır. Programların bu kombinasyonu, farklı cam alanı özellikleri, HVAC sistemi türleri ve hangisinin proje amaçlarını en iyi şekilde karşıladığını belirlemek için çeşitli kombinasyonları kullanım süresi maliyetlerinin değerlendirilmesine olanak sağlar. Radiance ve e-quest gibi programlar vardır; bunlar yeşil bir tasarım geliştirilmesinde mükemmel araçlardır. Girişimciler (IES VE paketi gibi) tarafından satılan diğer yazılımlar ise, tasarım çözümlerini

değerlendirme ve optimize etmeye yardım eden entegre modelleme konseptleri sunar.

Gün Işığının Hasadı Hakkındaki Çalışmalar Şunlardır:

Gün ışığı kullanmanın ana mantığından biri, geliştirilmiş üretkenlik ve refah açısından bina sakinleri üzerinde sahip olduğu faydalı etkisidir. Faydalarının bir örneği, satışlarda %40 oranında bir artış göstermiş olan gün ışığı toplamanın, perakende satışlar üzerindeki etkileri hakkındaki çalışmada görülmektedir. Okul performansı üzerinde gün ışığı etkilerini inceleyen diğer bir çalışma ise¹, matematik notlarında %20'lik, okuma notlarında ise %26'lık bir gelişme olduğunu tespit etmiştir.

¹ Heschong Mahone Group for Pacific Gas and Electric Company, www.h-m-g.com.

Gün Işığının Hasadı Tasarım Sürecinde Bazı Anahtar Hususlar ve Tasarım Seçenekleri:

- Şematik tasarım aşamasında inceleme
- Tüm sistemlerin tasarımını entegre etme:
 - Zarf
 - HVAC
 - Aydınlatma
 - İç mekanlar
- Fiziksel modelleme faydalı olabilir
- Gün ışığı ile ışıklandırılan binaların tüm problemlerine cevap verme:
 - Direkt güneş ışığına maruz kalma ve parlama kontrolü
 - Isı kazancı — cam alanı seçimi, düşük-E cam
 - Isı kaybı— cam alanı seçimi, çift cam, iç gölgeleme
 - Mal sahibinin tasarım varsayımları farkındalığı

Enerji Tasarrufu Mevzuatına Uygunluğu Açısından:

- Performans yoluna karşı öngören yol (enerji bütçesi)

Gün Işığının Aydınlatması Unsurları:

- Zarf
- HVAC
- Aydınlatma/kontroller
- İç bölümler/operasyonlar
- Uygulama

Zarf:

- Konumlandırma ve yönelim
- Pencere düzeni ve etkili bir boşluk alanı
- Cam türü
- Alan
- Gölgeleme ve pencere yönetimi
- Mümkün olduğu yerde dış gölgeleme
- Pencere düzeninin yeri

HVAC Yükleri:

- Tasarım takımı arasında gerçekçi yük varsayımları yapılmalı
- “Hayali en kötü durum senaryosu” yerine gerçek yük için tasarlanmalı
- Küçülme için azaltılmış iç yüklerden faydalanılmalı
- Uygun HVAC sistemini seçilmeli
- Alana girmeden önce dış katman yükleri yakalanmalı
- Pencere üzerindeki geri hava dönüşü menfezleri
- Tavan pencereleri üzerindeki geri dönüş ya da çıkış fanları

HVAC Zonlama:

- Varsa gün ışığı pencereleri yanındaki zonlarda yer alan soğutma kapasitesi arttırılmalı
- Bunun yanı sıra bu tarz zonlarda ısıtmayı arttırmak gerekebilir
- Çevre HVAC zonları, gün ışığı bölgelerine benzer şekilde boyutlandırılmalıdır (15-18 ft derinliğinde)

Uygulama:

- Tüm tasarım uygulanmalıdır
- Güneş ışığı alınmaz ve bunu telafi etmek için HVAC boyutu arttırılmaz
- Gölgeleme aletleri çıkarılmaz
- Kontrolleri çıkarılmaz
- Binanın iç bölümleri siyaha boyanamaz
- İşletim yöntemlerinin, bina sakinlerine açıklanması gerekir
- Gün ışığı aydınlatması sürecinde yapılmaması gerekenler:
 - Kısmi tasarım ve şartnameden (kaçının)
 - Kısmi uygulamadan (kaçının)
 - Amaca zarar veren bina operasyonundan (kaçının)
- Maliyet fayda hususları:
 - Aydınlatma enerji tasarrufu
 - Azalan HVAC yükü nedeni ile enerji tasarrufları
 - Azalan ekipman boyutu nedeni ile sermaye tasarrufu
 - SCE “Tasarım ile Tasarruflar” ile sermaye tasarrufları
 - Geliştirilmiş konfor
 - Geliştirilmiş üretkenlik ve satışlar

Gün Işığı Hasadı Ne Zaman ve Nerede Uygulanabilir

Gün ışığı hasadı (toplama)’nın sıradan yapılar ile, tek kat ya da üst kat alan tipleri, büyük hacimler için uygun olduğu muhtemeldir. Bu alanlar şunlar:

- Spor salonları, endüstriyel çalışma alanı, büyük perakende mağazaları, büyük marketler, sergi salonları, depo, antrepolar.

Her durumda yeterli gün ışığı mevcut olduğunda elektrikli ışıkları azaltan ya da kapatan otomatik aydınlatma kontrolleri gereklidir, aksi durumda enerji tasarrufu sağlanamayacaktır.

Gün Işığı Aydınlatmasının Artıları ve Eksileri Şunlardır:

Artılar

1. Gün ışığı toplama, önemli derecede enerji maliyetlerini azaltma (%60'ın üzerinde olabilir) ve HVAC yükünü azaltma imkanı sunar.
2. Elektrikli aydınlatma bakım döngüsünü uzatır. (Ampuller, bir takvim yılında iki üç katı daha uzun süre dayanıklıdır).
3. Düşük enerji kullanımını sağlar.
4. Geliştirilmiş insan faktörleri ve alan kullanımını sağlar.

Eksiler

1. Gün ışığı toplama, yakın mimari, yapısal ve aydınlatma tasarımı koordinasyonu gerektirir.
2. Tasarımın gerçek proje aydınlatması gereksinimlerini karşılayacağını garanti yoktur.
3. Bina maliyetini artırır.
4. Çatı sızıntılarının olmasında, kötü dizayn yada kurulum işçiliğinin bir riski teşkil eder.
5. Gün ışığı toplama, alışılmamış oda şekilleri, boyutları ve/veya yüzeylerine uygun olmayabilir.
6. Net olarak çatı yalıtımı azalır.

4.1.5 Görsel Algılama

Bu, bir kişinin iç ortam kalitesini (IEQ) nasıl algıladığını etkileyen diğer bir alandır. Görsel algılama ile herhangi bir HVAC sistemi etkileşimi olasılıkla proje mimarı tarafından ele alınacaktır.

4.2 Yeşil Çatı ve Serin Çatı Teknolojileri

Bazı açılardan benzer olmasına karşın, yeşil çatı ve serin çatı teknolojileri oldukça farklı amaçlara hizmet edebilir.

4.2.1 Yeşil Çatılar

Bina çatısı üzerine canlı bitkisel bir yüzey yerleştirme uygulaması (yeşil bir çatı), yeni bir uygulama değildir. Antik Babil'in Asma Bahçeleri, M.Ö 500 yıllarda inşa edilmiştir ve kamışlar ve kalın bir zift kaplaması ile su geçirmezliği sağlanan kemerli taş kirişlerden oluşmaktadır. Modern malzemeler, yeşil bir çatı için geniş bir bitkisel sistem konseptine izin vermektedir. Yeşil çatı sistemleri, genelde yoğun ya da kapsamlı olarak sınıflandırılır. Yoğun yeşil çatı sistemi, drenaj sistemleri ve bazen sulama sistemleri ile birçok katmandan oluşan minyatür bir ekosistemdir. Yoğun yeşil çatılar, genelde minimum 12 inç (30 cm) toprak derinliğine sahiptir, fakat daha derin toprak yüzeyler içerebilir. Bu çatı türleri, büyük ağaçlı, çalılı ve peyzajlı minyatür parklar olabilir. Elde edilen ek yapısal yük, 80 ile 150 lb/ft² (390 ile 732 kg/m²) aralığında geniş olabilir. Bunun tam tersine, kapsamlı bir yeşil çatı 1 ila 6 inç (2.5 ile 15 cm)' den daha küçük bir toprak derinliği içerebilir. Öncelikli olarak çevresel faydalar için kurulurlar. Geniş yeşil çatılar, genelde Şekil 4.4'de gösterilen modüler bloklar kullanılarak kurulur. Bina yapısı üzerindeki ek yük, yaklaşık 10 ile 15 lb/ft² (49 ile 73 kg/m²) aralığında tipik değerler ile, yoğun yeşil çatıda olduğu kadar fazla değildir. Yeşil çatıların ilk faydalarından biri de, binadaki HVAC enerji tüketimini azaltma potansiyelidir. Yeşil çatılar, eklenen toprağın yalıtım özellikleri nedeni ile yaz aylarında binaya ve kış aylarında bina çatısından ısı akışını azaltabilir. Ayrıca, yeşil çatıların terleme, buharlaşma ile yaz aylarında ısının çatı yüzeyinden uzaklaştırılması için etkin bir soğutma sistemi gibi hareket etme potansiyeli de vardır, fakat bu genelde çatı yüzeyinin sulanmasını gerektirecektir ve dolayısıyla da su tüketimini arttıracaktır.



(a) Modüler yeşil çatı blokları
yeşil çatı



(b) Otopark üzerindeki
yeşil çatı

Şekil 4.4: Temsili yeşil çatı kurulumları

Yeşil bir çatıya bir HVAC mühendisinin perspektifinden bakıldığında, sorulacak soru yeşil çatı termal iletim özelliklerinin ne kadar doğru analiz edildiğidir. Yeşil çatı toprağı ve diğer katmanları, çatıya ek ısı yalıtım özelliği ekler ve bitkiler toprak yüzeyini gölgelendirebilir. Bunun yanı sıra, yeşil çatı toprak yüzeyini terkeden terleme yoluyla buharlaşma (evatranspirasyon) etkisi, imkan dahilinde yeşil çatıyı daha serin tutarak ısı kaybını artırır. Bina enerji simülasyon modelleri oluşturmak ise, topraktan nem buharlaşması etkisi nedeni ile ısı kaybını analiz etmeye tam olarak uygun değildir. Örneğin; eQUEST (DOE-2'ye dayalı) simülasyon modelinde, toprağın termal iletkenliğinin ve direncinin ötesindeki kullanım için mevcut olan tek ek parametre toprak soğurganlığıdır. Bir çalışmada, yağmur suyu buharlaşma etkilerinin nedenini açıklamak için soğurganlığının ayarlanması önerilmektedir (Hilten, 2005). Özellikle Avrupa'da pazarın kabulünü kazanan yeşil çatıların birincil faydası, azalan yağmur suyu akışıdır.

Çizelge 4.1: Yeşil Çatıların Potansiyel Faydaları ve Sakıncaları

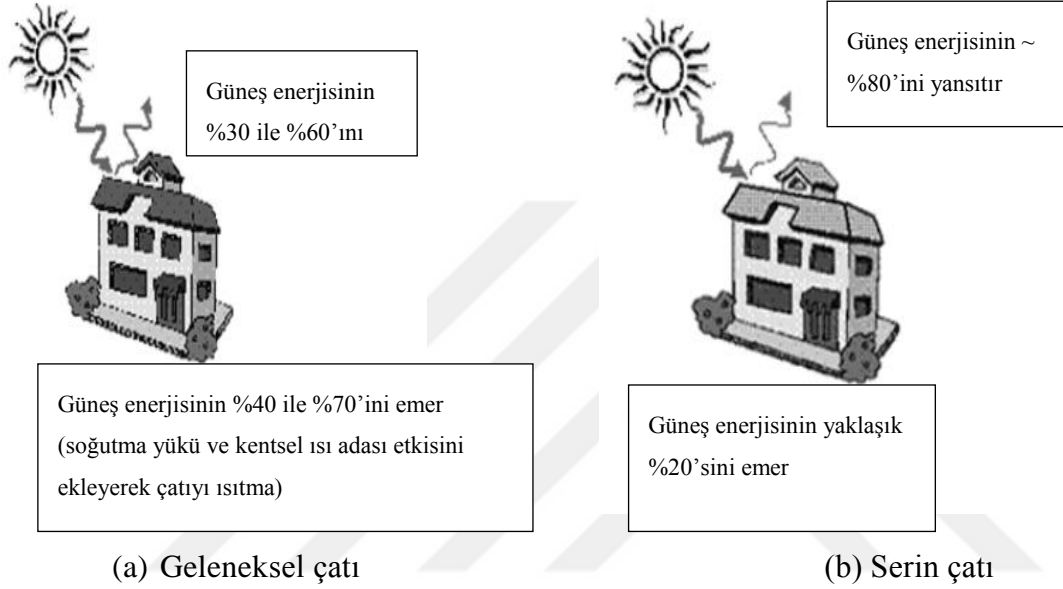
<u>Avantajlar</u>	<u>Dezavantajlar</u>
Yağmur suyu akış azalması	Ek yapısal yük
Bina yapısında kış aylarında ısı kaybı ve yaz aylarında ısı kazançları daha azdır	Maliyet
Temel çatı sistemi için daha uzun kullanım süresi (yoğun yeşil çatıya uygulanamayabilir)	Düşük bakım gerektiren bitkilerin yer aldığı kapsamlı bir yeşil çatıdan, bakımlı çevre düzenlemesi yapılmış yoğun bir çatıya kadar çeşitlilik gösteren çeşitli ek bakımlar
Dışarıdan gelen gürültü iletimini azaltması	Optimal çatı türü, tesis malzemeleri ve toprak derinlikleri, iklime göre çeşitlilik gösterecektir
Ek yeşil alanlar ile bina çevresine yada insanlarda estetik faydalar	Isı adası etkisinin azaltılması gibi faydaların dokümantasyonu kanıtlanmamıştır
Azalan nitrojen akışı, hava kirliliği emilimi, potansiyel karbon gömülümü, kuş habitatı gibi diğer genel çevresel faydalar	

Yeşil çatıların ayrıca potansiyel olarak kent ısı adası etkisini azalttığı da düşünülmektedir, fakat gerçek etki ve yeşil etkilerin yerel termal çevre ile olan etkileşimi bilimsel olarak kanıtlanmamıştır.

4.2.2 Serin Çatılar

Serin çatı teknolojisinin birincil amacı, çatı yüzeyi ile emilen enerji miktarının azaltılmasıdır. Yeni geliştirilen kaplama malzemeleri, seçici emilim ve çeşitli spektrumlu dalga boylarının yansıtılmasına olanak sağlar. Bu, önemli bir bölümü kızılötesi ve ultraviyole ışığı içermek için görsel dalga bantlarının ötesine uzanan birçok toplam gelen güneş enerjisini yansıtırken bina özelliğini zenginleştirebilecek görsel renklendirmeli çatı kaplama sistemlerinin tasarlanmasına olanak sağlamaktadır. Net sonuç, gelen güneş enerjisinin daha düşük bir kesiminin (yalnızca yaklaşık %20 ya da daha az) yapı tarafından emilmesidir (Şekil 4.5). Bu, bina çatısının beklenen kullanım süresini önemli düzeyde arttırmanın yanı sıra bina HVAC üzerindeki soğutma yükünü azaltır. Serin çatıların çevresel faydası, ısıyı absorbe etmeye ve çevresindekilere serbest bırakmaya karşı olarak güneş enerjisinin bir bölümünü alana geri

yansıtarak kent ısı adası etkisini azaltabilir. Özet olarak, her iki teknoloji de pozitif çevresel faydaya sahip olabilir, fakat bu farklı yollardan olabilir. Her birinin çeşitli özelliklerinin karşılaştırması, Çizelge 4.2’de verilir. Bireysel bir proje için, bir teknolojinin net çevresel etkisinin hesaba katılması gerektiği unutulmamalıdır. Örneğin; eğer binaya yeşil bir çatı ekleme çatının yük taşıyan kapasitesini güçlendirmek için ek bina malzemeleri gerektirirse, bu göz önünde bulundurulması gereken bir negatif etki olacaktır.



Şekil 4.5: Serin çatı teknolojisinin termal faydaları

Çizelge 4.2: Yeşil Çatı ve Serin Çatı Teknolojilerinin Karşılaştırılması

Özellik	Yeşil Çatı	Serin Çatı
Çatı yüzey sıcaklığını azaltma	Evet	Evet
Soğutma yükü üzerindeki etki	–	–
Isı yükü üzerindeki etki	–	–
Yapısal unsurlar inşa etme	Evet	Hayır
Geliştirilmiş yağmursuyu yönetimi	Evet	Hayır
Kentsel ısı adası etkisini azaltma	Evet (?)	Evet
Maliyet etkisi	++	Önemsiz

5 YEŞİL BİNALARDA HVAC İÇİN LEED ÖLÇÜTLERİ

Birleşik Devletler Yeşil Bina konseyi (USGBC) tarafından yayımlanmış olan LEED (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik) Yeşil Bina Derecelendirme Sistemi®, yeşil bina prensiplerinin ve teknolojilerinin bina projelerine entegrasyonunu destekleyen bir ana güç haline gelmektedir.¹

LEED kredileri, HVAC mühendisini ve mühendisinin projelerde LEED sistemi kullanımını ile sunulan fırsatlara en iyi şekilde nasıl cevap verebileceğini etkiler.

¹LEED baskın bir diğer yeşil bina derecelendirme sistemi olmasına rağmen tartışmanın odak noktasıdır. (Ashrae Green Guide,,s.101)

5.1 Minimum Enerji Performansı (MEP) Tasarımını Etkileyen LEED Kredileri

LEED altındaki mevcut puanlar ve krediler aşağıdaki gibidir:

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| • Sürdürülebilir sahalardan | 8 Kredi/14 puan |
| • Su verimliliği | 3 Kredi/5 puan |
| • Enerji ve atmosfer | 6 Kredi/17 puan |
| • Malzeme ve kaynaklar | 7 Kredi/13 puan |
| • İç ortam (yaşam) kalitesi | 8 Kredi/15 puan |

5.1.1 Minimum Enerji Performansı (MEP) Tasarımını Etkileyen Sürdürülebilir Sahalar (SS) Kredileri

Ön koşul

- Erozyon ve Sedimentasyon Kontrolü

SS Kredi 1— Saha Seçimi

SS Kredi 2— Gelişim Yoğunluğu ve İmkanlara Yakınlık

SS Kredi 3— Kirletilmiş sahanın yeniden kazanılması

SS Kredi 4— Alternatif UlaşımSS Kredi 5— Saha Gelişimi

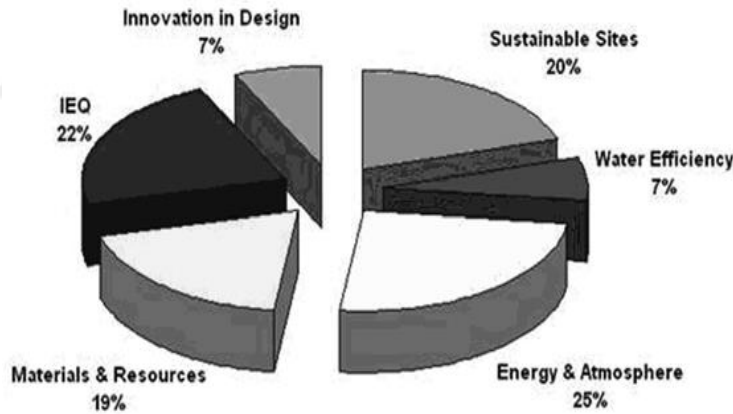
SS Kredi 6— Yağmur Suyu Tasarımı

SS Kredi 7— Isı Adası Etkisi

SS Kredi 8— Işık Kirliliğini Azaltma

LEED sürdürülebilir sahalar için birincil fırsat alanları, Kredi 6, 7 ve 8'e uygundur.

SS Kredi 6— Yağmur Suyu Yönetimi: Kredi 6'nın odak noktası, bina sahasından yağmur suyu akış miktarının en aza indirilmesi ve sahaya giren ve sahadan çıkan yağmur suyu arasındaki zaman aralığını en üst düzeye çıkarmaktır. Genelde kullanılan teknikler, mimari (yeşillendirilmiş çatılar gibi), peyzaj (geçirgen kaldırımlar, biyo yağmur hendekleri) ve inşaat (bekletme havuzları, filtreleme). Bu sistemler, çatı drenaj sistemleri ve çatı yeşillendirmesi için sulama sistemleri tasarımı açısından MEP üzerinde ilave etkilere sahip olabilir.

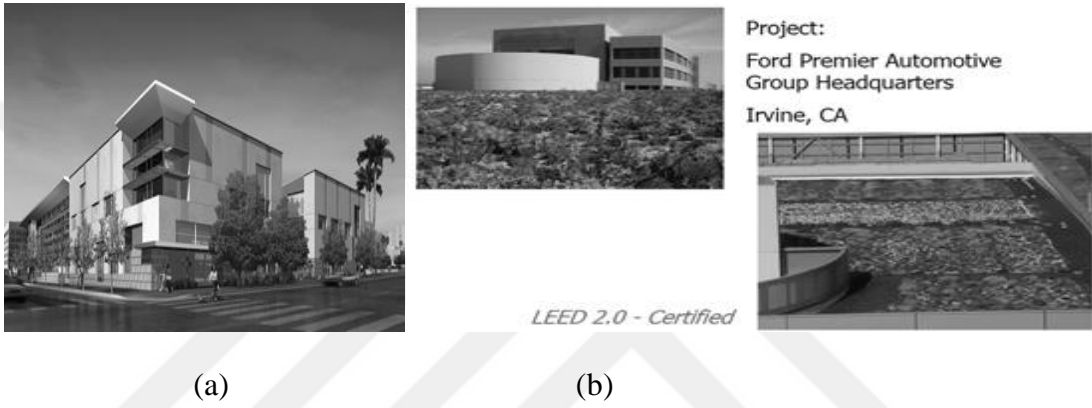


Şekil 5.1: LEED-NC Versiyon 2.2 kredilerinin yüzde dağılımı

(Sürdürülebilir sahalar %20, Su verimliliği %7, Enerji ve atmosfer %25, Malzemeler ve kaynaklar %19, IEQ %22, Tasarımda inovasyon %7)

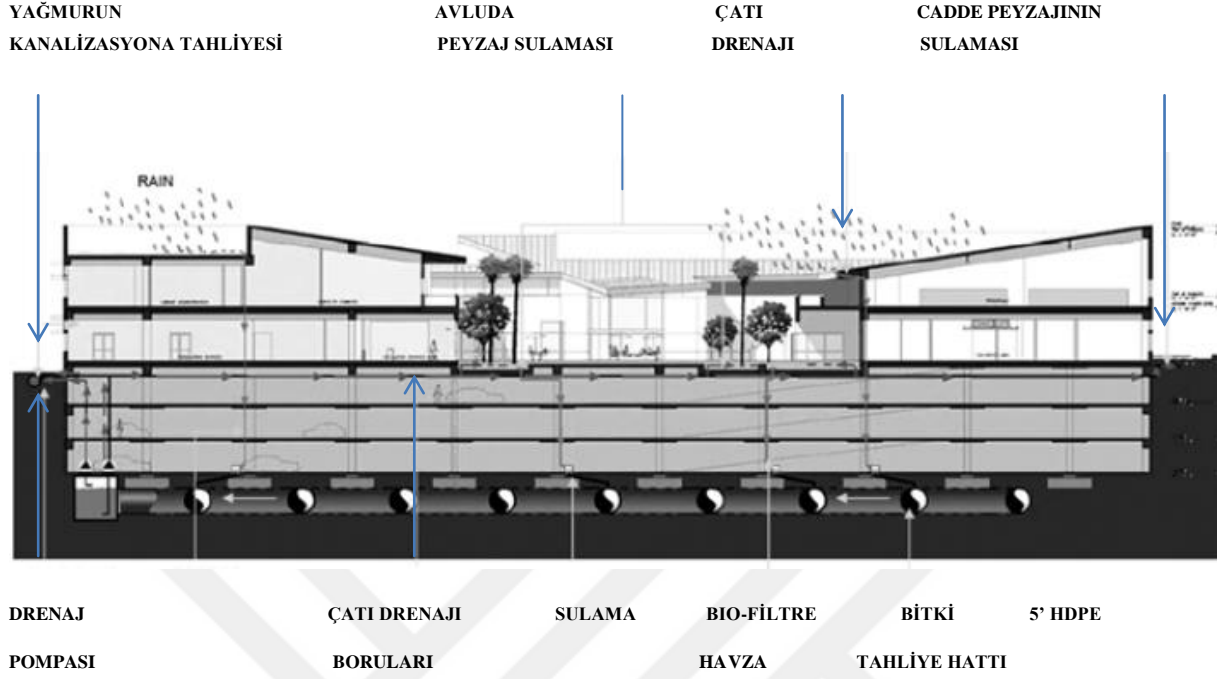
Buna rağmen, yağmur suyunun toplanması ve gelecekte sahada depolanmasına odaklanan geniş bir kullanıma sahip olan bazı MEP odaklı teknikler de vardır. Bunun bir örneği, Santa Monica Merkez Kütüphane projesi için yağmur suyunu sahada toplama, depolama ve yeniden kullanma sistemidir (Şekil 5.2). Sistem, çatı drenajı ve alan drenaj sistemi ile yağmur suyunu toplar ve binanın altındaki geniş çaplı yüksek yoğunluklu polietilen su yolu borularından oluşan bir su

deposu sisteminde toplanan suyu depolar. Su deposunda toplanan su, ardından peyzaj sulaması için kullanılır. Tasarımın en zorlayıcı hususlarından biri de, depolama haznelerinin depolayabileceğinden daha fazla yağmurun yağdığı bol yağışlı bir yılda sahaya akmasına izin verilmesi gereken yağmur suyu miktarını en aza indirebilmek adına yıllık yağış miktarındaki büyük değişiklikler ile başa çıkabilecek depolama haznelerinin boyutlandırılmasıydı. Tasarımcı tarafından gerçekleştirilen boyutlandırma hesaplamasının bir örneği; Şekil 5.4’de verilmiştir. Burada aylık yağmur (6.3 inç/yıl toplamda), havza hacmi (220.000 galon maksimum), sulama talebi (-400.000 galon/yıl) dır.

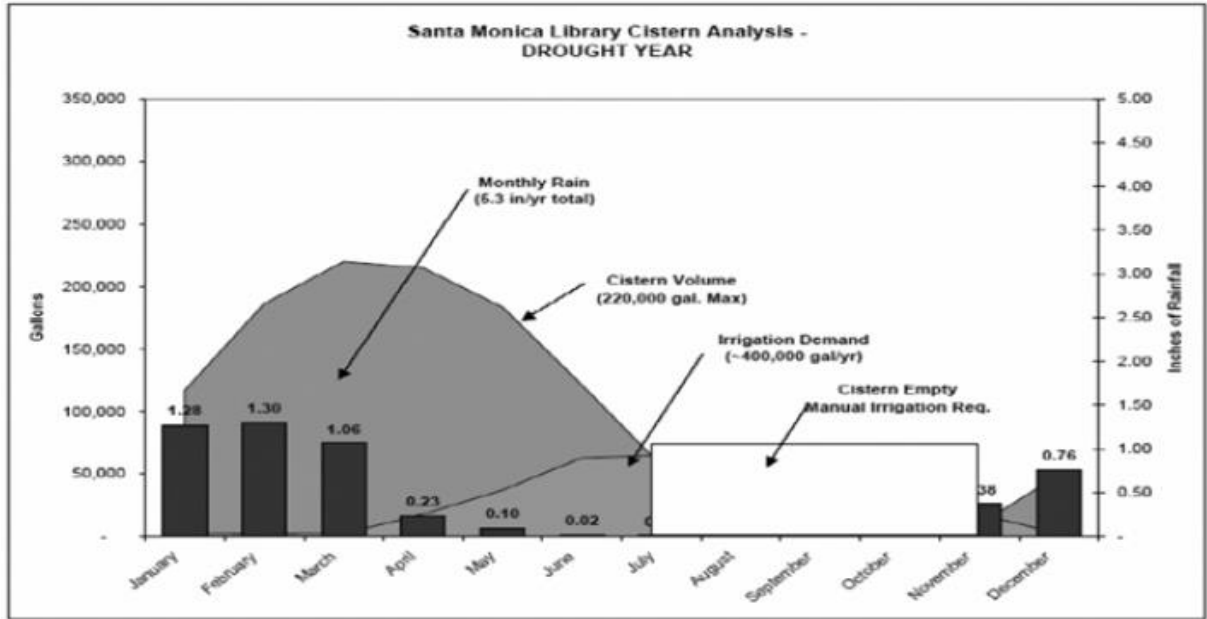


Şekil 5.2: Santa Monica Merkez kütüphanesi projesi (a), Ford Premier Otomotiv grup projesi (b)

- 200,000 Galon Yağmur suyu toplama havzası; saha sulaması için su temin eder.



Şekil 5.3: Havza sulama şeması



Şekil 5.4: Yağmursuyu toplama havzası boyutlandırma hesaplaması-Kurak yıl

SS Kredi 7— Isı Adası Etkisini Azaltma: Her mekanik mühendisin de bildiği üzere; bina çatısının etrafındaki kaplamanın rengi ve yansımaları, ısı ada etkisi ile binanın içerisindeki soğutma yükleri ve yerel mikroiklim üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Tasarım takımının bu malzemelerin yansımaları ve yayılım değerlerinin geliştirilme seçenekleri ve etkilerinin üzerine bilgi eklemek istediği

kapsamda, makine mühendisi yardımcı bulunabilir. Bu değerler, ayrıca soğutma yükleri ve yüklü tonajı azaltmak için geliştirilmiş dış çevreden faydalanmak için binanın yük hesaplamalarına da entegre edilebilir.

SS Kredi 8— Işık Kirliliğini Azaltma: Bu kredinin etkisi, aydınlatma tasarımcısı ve/veya elektrik mühendisleri tarafından teyit edilir ve hem dış aydınlatmayı (bina ve sahada, Şekil 5.5’ de görülür) hem bina içi aydınlatmayı (dışı yansıtılabilecek) kapsar.



Uniform ışık seviyeleri görünürlüğü artırır
Parlama ve parlaklık kontrolü için dizayn



Yüksek kontrast görünürlüğü azaltır
Parlama ve gölgeler, güvenlik riskleri oluşturur

Şekil 5.5: Işık kirliliği azaltma

5.1.2 Minimum Enerji Performansı (MEP) Tasarımını Etkileyen Su Verimliliği (WE) Kredileri

WE Kredi 1— Su Verimli Peyzaj

WE Kredi 2— Yenilikçi Atıksu Teknolojileri

WE Kredi 3— Su Kullanımını Azaltma

WE Kredi 2—Yenilikçi Atıksu Teknolojileri: LEED Kredi 3’ü kazanarak su kullanımı minimuma indirildiğinde, yerinde atık su üretimi ile LEED Kredi 2’yi kazanma fırsatı doğar. Bu, kanalizasyon sistemi üzerindeki yükün azaltılması etkisine sahip olabilir ve proje sahası dahilinde işlenmiş atık suyun kullanılabilmesini imkanını sunar. Bunun iki temel yaklaşım vardır: insan dışkısı içermeyen atığı temizleyen gri su arıtma sistemi ve içeriğine bakmadan atıkları arıtan üçüncü derece arıtma sistemidir. Her iki sistem de, tuvalet sifonu çekme ya da peyzaj sulaması gibi belirli işlevleri gerçekleştirmek için geri

kazanılmış su olarak kullanılabilen atık su üretir (Not: Bunların her ikisi de, proje üzerinde yargılama yetkisine sahip olan yerel bina ve sağlık departmanlarının kurallarına tabidir).

Gri su sistemi, HVAC sistemlerinden yoğuşma suyunun yanı sıra lavabolar ve musluklar gibi tesisat armatürlerinden gelen drenajı toplar. Gri su, filtrelenir, dezenfekte edilir ve ardından ihtiyaç duyulana dek bir havza ya da tankta depolanır. Ardından, tuvaletler, psiuarlar ya da sulama sistemleri gibi yeniden elde edilmiş su kullanımı için ayrı özel bir boru sistemi döşenir. Bu tarz bir sistemin örneği, Şekil 5.6'da görülebilir.

Sahada atık su arıtma sistemi yaklaşımı, atık suya biyolojik bir sindirim süreci uygulandıktan sonra atık suyu arıtarak yerel doğal bir sulak arazi ekosistemi oluşturan geleneksel septik sistemleri ya da daha fazla modern biyolojik arıtma sistemlerini içerebilir. Bunun bir örneği, Şekil 5.7'de görülebilir.

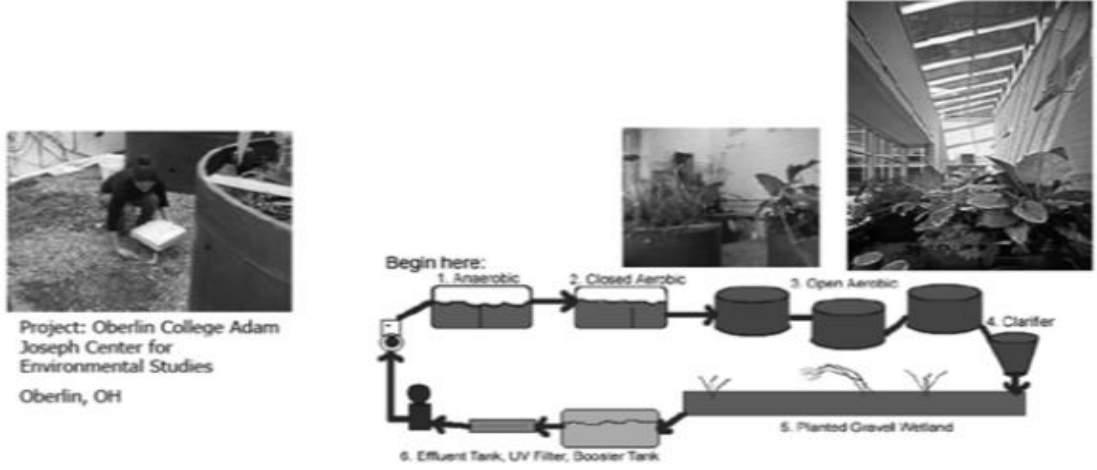


Şekil 5.6: Su Verimliliği; Yerde atık su arıtma: Grisu sistemi

(NRDC Santa Monika Ofis LEED Platin,2004)

Su Verimliliği: Yerde Atıksu Arıtma... Yaşam Makinesi

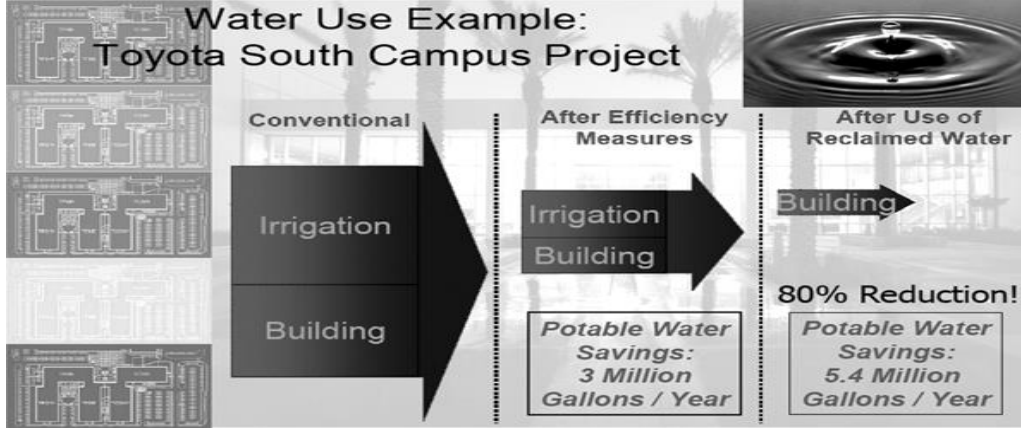
- Atık suyun sahada arıtılması
- Doğal sulak alan ekosistem süreci
- Su, flushing için yeniden kullanılabilir.



Şekil 5.7: Biyolojik su arıtma sistemi

WE Kredi 3— Su Kullanımını Azaltma: Burada bahsedilen fırsatlar, bina tarafından kullanılan toplam içme suyunu azaltma ve su kullanımının sıhhi ve yağmur suyu sistemleri üzerindeki etkisini en aza indirme açısından tesisat mühendislerini etkiler. Geleneksel olarak ise, bina tesisat sistemi ve soğutma kuleleri toplam yıllık su kullanımının yaklaşık yarısını ve sulama sistemleri de geri kalan suyu kullanır (mahal ve gelişim yoğunluğuna bağlı olarak). Bina tesisat ve soğutma kuleleri, hem daha verimli tesisat armatürlerinin hem kullanılmış suyun yeniden (mevcut olduğunda) kullanımı ile içme suyunun azaltılması açısından birçok olanağa sahiptir. Toplam içme suyu kullanımının verimli ve geri kazanılmış su kullanımı kombinasyonu ile %80 oranında azaltıldığı bir örnek olan Toyota Güney Kampusu Projesi (LEED Gold in Torrance, CA) Şekil 5.8’de gösterilmektedir. Daha verimli tesisat armatürleri ile içme suyu kullanımının azaltılması, birçok armatür ve teknoloji mevcut olması nedeni ile nispeten daha basittir. Su verimli tesisat armatürü türlerinden bazıları, şunları içermektedir:

- Düşük akış lavabo ve duş ekipmanları
- Oto-kontroller
- Çift rezervuarlı klozetler
- Ultra düşük akışlı pisuarlar
- Susuz pisuarlar



Şekil 5.8: Su Kullanımını Azaltma

Klozetler ve pisuarlar, tipik bir ofis binasının en büyük su tüketicileridir bu yüzden de bu armatürlere odaklanmak en etkili yöntemdir. LEED, birçok bina sakininin görevi ve tesisat armatürlerinin özellikleri olan bu tarz armatürlerin kullanılması ile suyun azaltılmasını hesaplamak için bir yöntem belirler.

En etkili teknolojilerden biri de, susuz pisuarlardır. Bu, yıkama için su kullanmayan bunun yerine toksik olmayan bir kimyasal kullanan yenilikçi bir konsepttir.

5.1.3 Minimum Enerji Performansı (MEP) Tasarımını Etkileyen Enerji ve Atmosfer Kredileri

Potansiyel LEED puanının en büyük bölümü, LEED “Enerji ve Atmosfer” (EA) bölümündedir. Bu bölüm kredileri ve ön gereksinimleri şöyledir.

LEED Önkoşulları

- Temel bina sistemlerini işletmeye alma
- MEP
- HVAC ekipmanlarında kloroflorokarbon (CFC) azaltma

EA Kredi 1— Enerji Performansını Optimize Etme

EA Kredi 2— Yerinde Yenilenebilir Enerji

EA Kredi 3— Geliştirilmiş İşletmeye alma

EA Kredi 4— Geliştirilmiş Soğutma Yönetimi

EA Kredi 5— Ölçüm ve Doğrulama

EA Kredi 6— Yeşil Enerji (Güç)

Önkoşullar: EA desteği için LEED ön gereksinimleri, ASHRAE'nin mevcut olduğu birçok alanı desteklemektedir; bina işletmeye alma, bina enerji performansı ve soğutucularda CFC azaltma. Ön gereksinimler LEED puanı vermez fakat bir projenin LEED onayı alması için gereklidir.

HVAC mühendislerinin ilgili alanlarında en etkili LEED etkilerinden biri de, LEED sertifikasyonu için bir ön gereksinim olarak bina sistemlerinin işletmeye alınmasına ilişkin bir gereksinimdir. Bu oldukça önemlidir çünkü kurulan bina sistemlerinin gerçek performansına odaklanır ve bina inşa edildiğinde MEP sistemlerinin hedeflenen performansı sağlaması için uzun bir yolu vardır.

5.1.4 HVAC Tasarımını Etkileyen Malzeme ve Kaynak Kredileri

Ön koşul

- Geri dönüştürülebilirlerin Depolanması ve Toplanması

MR Kredi 1— Bina Yeniden Kullanımı

MR Kredi 2— İnşaat Atık Yönetimi

MR Kredi 3— Malzemelerin Yeniden Kullanımı

MR Kredi 4— Geri Dönüştürülmüş İçerik

MR Kredi 5— Bölgesel Malzemeler

MR Kredi 6— Hızlı Yenilenebilir Malzemeler

MR Kredi 7— Sertifikalı Ahşap

İlginç bir şekilde, LEED malzemeleri ve kaynak kredilerinden hiçbiri direkt olarak HVAC mühendisinin tipik faaliyetlerini etkilemez.

5.1.5 Minimum Enerji Performansı (MEP) Tasarımını Etkileyen İç Ortam (Yaşam) Kalitesi (IEQ) Kredileri

Ön koşullar

- Minimum IAQ Performansı (ASHRAE Standart 62.1-2004)
- Sigara Dumanı Kontrolü

EQ Kredi 1— Dış Hava Dağıtımını İzleme

EQ Kredi 2— Arttırılmış Havalandırma

EQ Kredi 3— İnşaat IAQ Yönetim Planı

EQ Kredi 4— Düşük Emisyonlu Malzemeler

EQ Kredi 5— Bina İçi Kimyasal ve Kirletici Kaynağı Kontrolü

EQ Kredi 6— Sistemlerin Kontrol Edilebilirliği

EQ Kredi 7— Termal Konfor

EQ Kredi 8— Gün Işığı ve Görünümler

EA kredisinden sonra, LEED IEQ gereksinimleri de HVAC mühendisine binanın yeşil derecelendirmesine katkıda bulunma konusunda büyük bir fırsat sağlayacaktır. Birçok iç mekan ortam unsuru, bu kredi grubunda LEED tarafından alıntı yapılan ASHRAE standartlarınca yönetilmektedir. IEQ kredisi vurgusu, bina sakinlerinin sağlığı ve konforu üzerinedir.

İç Ortam Hava Kalitesi (IAQ)

İlk IEQ önkoşulu, bina mekanik sistemlerinin ASHRAE Standart 62.1'e uygun olmasını gerektirir.¹ Bu gereksinim, aşağıdakileri içeren birçok HVAC sistemi özelliklerini yönetir:

- Egzost v.s. alım miktarının tespiti
- Serpantin yüzey hızlarının azaltılması
 - Yoğuşma sürüklenmesini önlemek
 - Ayrıca ısı transferi verimliliğini de artırma
- Yoğuşma tavalara erişim
- Kanal iş kalitesi ve işçilik
 - Temizlik
 - Kaplama maddesi bütünlüğü
- IAQ İzleme ve Kontroller
 - CO₂, uçucu organik bileşenler (VOCler), Partiküller
 - Zaman içerisinde IAQ'nun muhafaza edilebilirliği

¹ Ayrıca bakınız: S.Taylor,LEED ve Standart 62.1,ASHRAE Sürdürülebilirlik dergi eki ,Eylül,2005.

İlk IEQ ön gereksinimi, ayrıca iyi inşa edilmesini ve amaçlanan şekilde işlev göstermesini sağlamak için HVAC sistem kurulumunun kalitesi ile de ilgilidir. Bu hususlar şunları içermektedir:

- Kanal sızdırmazlığı
- Yoğuşma suyu drenajları
- Damperlerin işlevselliği
- Doğru test etme
- İşletmeye alma faaliyetlerinde işbirliği ve entegrasyon

5.1.5.1 EQ Ön Koşul 1—Minimum IAQ Performansı

LEED binalarında iyi bir IAQ yakalamak için, LEED aşağıda yer alan amaç ve gereksinimlerde tanımlandığı gibi ASHRAE Standart 62.1'e uygunluğunu zorunluluk kılmaktadır:

- Amaç: Binalarda IAQ'yı arttırmak böylece bina sakinlerinin konforu ve refahına katkıda bulunarak minimum IAQ performansına ulaşmak.
- Gereksinimler: Gönüllü uzlaşma standardı ASHRAE Standart 62.1, Kabul Edilebilir Hava Kalitesi minimum gereksinimlerini karşılamak. Mekanik havalandırma sistemleri, uygun havalandırma derecelendirme prosedürü kullanılarak dizayn edilmelidir. Doğal olarak havalandırılan binalar, ASHRAE Standart 62.1-2004, Bölüm 5.1'e uygun olmalıdır.

5.1.5.2 EQ Ön Koşul 2—Çevresel Sigara Dumanı Kontrolü

LEED, bir LEED derecelendirme (konut binaları için bazı istisnalar ile) alan binalarda sigara içmeye izin verilmemesini gerektirir. Bu direkt olarak HVAC mühendisini etkilemese dahi, LEED'in piyasaya girdiği ilk günden bu yana son beş yıl içerisinde pazarın nasıl radikal bir şekilde ilerlediği unutulmamalıdır. İlk yayınlandığı zaman, bu ön gereksinim kabul edilen uygulamalar açısından büyük bir güçlüktü. Fakat günümüzde, yerel yargılama mercilerinde yasaların artık binalarda sigara içmeye izin vermiyor olması nedeni ile çoğu pazarda bir kural haline gelmiştir.

EQ Kredi 1—Dış Hava Dağıtımını İzleme

İlk kredinin odak noktası, iç hava CO₂ seviyelerini kabul edilen eşiklerin altında muhafaza etmek için yeterli temiz (dış hava) havanın dağıtılmasını sağlamadır. Bu kredi amacı ve gereksinimleri, şöyledir:

- Amaç: Bina sakini konforu ve refahını sürdürmeye yardımcı olan havalandırma sistemi izlenmesi için kapasiteyi sağlamak.
- Gereksinimler: Havalandırma sistemlerinin tasarımın minimum havalandırma gereksinimlerini muhafaza etmesini sağlamak için havalandırma sistemi performansı hakkında geri bildirim sağlayan kalıcı bir izleme sistemi kurun. Bina işletmecisine alarm veren bir BAS alarmı ya da bina sakinlerine alarm veren bir alarm ile tüm izleme ekipmanlarını, düşük havalandırma tespit edildiğinde alarm verecek şekilde yapılandırın.

Hem mekanik hem doğal olarak havalandırılan binalar için bu gereksinimler detaylandırılmaktadır.

EQ Kredi 2—Arttırılmış Havalandırma

LEED, bina sakininin temiz havaya erişimini zenginleştiren havalandırma stratejileri sağlamak için bir kredi temin eder. Bu kredi, ya mekanik olarak havalandırılmış ya da doğal olarak havalandırılmış alanlar tasarlar. Bunun LEED-MC versiyon 2.2 açısından önemli bir değişiklik olduğunu çünkü bu baskıdan önce bu kredi havalandırma verimliliği (ASHRAE Standart 129'a atıfta bulunarak) konseptine odaklanmaktaydı ve büyük ölçüde zemin altı hava dağıtım uygulamaları ile sınırlıydı.

Bu kredinin amacı, şudur:

- Amaç: Geliştirilmiş bina sakini konforu, refahı ve üretkenliği için IAQ'yu iyileştirmek için ek dış havalandırma temin etme.

Aşağıda belirtilen birincil hususlar ile, hem mekanik hem doğal olarak havalandırılan binalar için bu gereksinimler detaylandırılmaktadır.

- Mekanik Olarak Havalandırılan Alanlar İçin:

– EQ Ön Gereksinim 1 ile belirlendiği üzere; tüm yerleşim alanlarında solunum alanı dış havalandırma oranlarını ASHRAE Standart 62.1-2004 ile gerekli kılınan minimum oranların en az %30 üzerine kadar arttırın.

• Doğal Olarak Havalandırılan Alanlar İçin:

– “İyi Uygulama Kılavuzu 237” (1998) karbon fonunda öne sürülen önerileri karşılamak adına yerleşim alanları için doğal havalandırma sistemleri dizayn edin. Doğal havalandırmanın, Birleşik Bina Hizmetleri Mühendisleri Kurumu (CIBSE) Uygulamalar Kılavuzu 10: 2005, Konut Dışı Binalarda Doğal Havalandırma Şekil 1.18’de gösterilen akış şemasını takip ederek uygulanan proje için etkili bir strateji olduğunu belirleyin.

Etkili doğal havalandırma sistemleri tasarımı, HVAC mühendisi ve yeşil binalara genel pasif doğal enerjiye uygun hareket eden biri için potansiyel bir profesyonel gelişim alanıdır.

EQ Kredi 3—İnşaat IAQ Yönetim Planı

LEED’in gerçek inşaat ve dağıtım süreçleri hakkındaki odak noktasını takip ederken (işletmeye alma gereksinimleri ile örneklendirildiği üzere), IAQ üzerindeki inşaat etkilerini kontrol etmeye odaklanan krediler vardır. Bu, binaya yerleşmeden önce kirleticiler seviyesini en aza indirmek için inşaat esnasında ve iç mekan havasının test edilmesi için “inşaat IAQ yönetim planı” ile gerçekleştirilir. Bu, geliştirilmiş IAQ açısından bina sakinlerine yönelik avantajları ve böylece azalan sorumluluk ve IAQ ile bağlantılı geliştirilmiş bina sakini memnuniyeti açısından HVAC mühendislerine faydası vardır.

İnşaat IAQ ile ilgili her iki kredi için de (EQc3.1 ve EQc3.2) LEED amaç aynıdır:

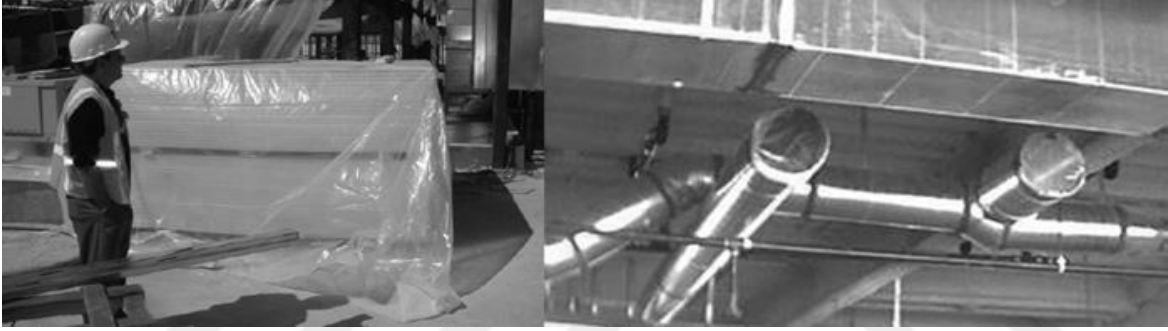
• Amaç: İnşaat işçilerinin ve bina sakinlerinin konforu ve refahını sürdürmeye yardım etmek için inşaat/renovasyon sürecinden kaynaklanan IAQ problemlerini azaltma.

Kredi EQc3.1, inşaat aşamasına odaklanır; Kredi EQc3.2, inşaat faaliyetleri bitmeden önceki ve binaya yerleşilmeden önceki süre ile ilgilidir. Her ikisi de, IAQ’yu optimize etme çabalarını koordine eden bir inşaat IAQ yönetim planı

geliştirilmesi ve uygulanmasını gerektirir (Sırası ile IAQ yönetimi kötü inşası ve IAQ yönetimi iyi inşası örnekleri Şekil 5.9 ve 5.10'da yer almaktadır).



Şekil 5.9: IAQ yönetimi Kötü inşası



Şekil 5.10: IAQ yönetimi İyi inşası

İnşaat sırasında malzemelerin korunması ve iyi temizlik prosedürlerinin bir çeşidini içerecek inşaat IAQ yönetim planının inşaat (yapım) elemanları, “Kredi EQc3.1 İnşaat IAQ Yönetim Planı, İnşaat Esnasında” yapım aşaması için:

- Tüm HVAC kanalları ve malzemeleri toz ve kir birikiminden koruma.
- Kimyasalların dikkatli bir şekilde kullanılması (ve alanda VOClerin gaz salınımını kısıtlama).
- Eğer inşaat esnasında hava işleyicileri çalıştırılırsa, tüm hava menfezleri üzerinde filtre kullanımı (minimum MERV-8 verimlilik).

Yerleşim öncesi kredisi, “EQc3.2 İnşaat IAQ Yönetim Planı — Yerleşim Öncesi” için, en önemli unsurlar iki yöntemden biri ile sergilenebilecek şekilde binanın iç havasının kirleticilerden arındırılmış olmasıdır:

Dış hava ile binanın içindeki havanın temizlenmesi ile (genelde başarılması sekiz ila on gün alacak olan belirtilen kümülatif oranda).

Kirletici seviyelerinin kabul edilebilir eşik seviyelerinin altında olduğundan emin olmak adına hava kalitesinin test edilmesi ile (LEED tarafından belirtildiği gibi).

LEED EQc4 Kredisi, VOC'lerin binanın içine yayılmasını en aza indirmek ya da tamamen ortadan kaldırmak adına inşaatta düşük emisyonlu malzemelerin kullanılmasını gerektirir. Bu, direk olarak HVAC mühendisinin alanı ya da sorumluluğunda olmasa dahi, bina IAQ üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. Ayrıca çoğu yeşil binanın en dikkat çekici özelliklerinden bir tanesidir de: yeni bir yeşil binada yürüdüğünüzde, çoğu malzeme ve cilaların VOC yayması nedeniyle diğer binaların tipik bir unsuru olan “yeni bina kokusu” olmayacaktır.

IAQ ile ilgili son LEED kredisi ise, aşağıda belirtilen amaca sahip olan “EQc5 Bina İçi Kimyasal ve Kirlilik Kaynağı Kontrolüdür”:

- Amaç: Bina sakinlerinin potansiyel tehlikeli partiküllere ve kimyasal kirleticilere maruziyetini en aza indirme.

Bu, genelde aşağıdaki teknikler ile başarılmaktadır:

- Kir ve toz sıkışması ve taşınmasını azaltmak için dış kapılardaki giriş ızgaraları (Şekil 5.11’de görülmektedir).
- Kimyasal kullanım alanlarında ayrı bir egzoz sistemine sahip olan döşeme bölmeleri.
- Kirleticilerin ofis alanlarına girişini azaltmak için fotokopi makinesi odalarını aynı basınç altında tutan (ve benzeri “kirli” ortamlar) egzoz sistemleri ve muhafazaları.
- Tüm HVAC sistemlerinin dış hava ve geri dönüş havası girişlerinde MERV-13 ya da daha iyi filtreler kullanın (Not: bu husus, genel olarak düşük verimli filtrelerden daha kalın oldukları için filtrelere uyum sağlamalarını sağlamak adına HVAC ekipman seçimine dikkat edilmesini gerektirir).



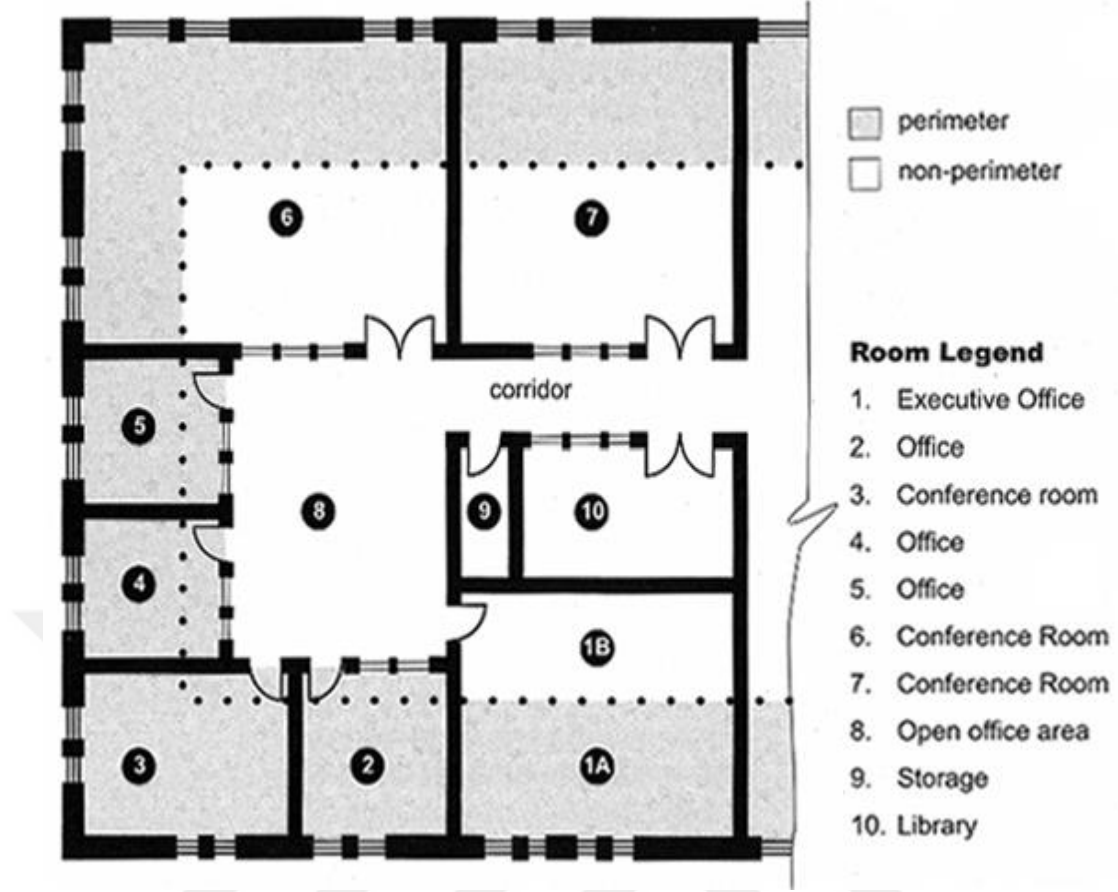
Şekil 5.11: Örnek giriş ızgarası

EQ Kredi 6.2—Sistemlerin Kontrol Edilebilirliği—Termal Konfor

ASHRAE ve diğerleri tarafından gerçekleştirilen araştırma, bina sakinlerinin termal konforlarını etkileyen HVAC sistemi değişkenlerini (sıcaklık, hava akışı, nemlilik) kontrol edebilme arzu edilebilirliğini belgelemektedir. LEED, aşağıda belirtilen belirli kredi amaçları ile yapılabirlik sağlayan sistemler için bir kredi temin ederek bu bilgiyi onurlandırmaktadır:

Amaç: Bina sakinlerinin üretkenliğini, konforunu ve refahını teşvik etmek için bireysel bina sakinleri ya da çoklu bina sakini alanlarındaki belirli gruplar (örn; sınıflar ya da konferans alanları) tarafından yüksek seviyede bir termal konfor sistem kontrolü temin etme.

Bu amaç, tipik olarak en azından Şekil 5.12’de gösterilen bina içi ve çevre zonlarının ayrı ayrı kontrolüne izin veren HVAC sistemleri zonlanması ile karşılanır. Bu amaç, yerden hava dağıtımı (her çalışma istasyonu için kullanıcı kontrollü bir dağıtıcıya olanak sağlayan) ya da çalışma istasyonu seviyesinde bölgeleme tekniklerinin kullanımı ile karşılanabilir.



Şekil 5.12: HVAC sistemi iç ve çevre zonları

EQ Kredi 7—Termal Konfor

Bir sonraki LEED IEQ kredisi, HVAC sistemi tasarımı ve geçerliliğinin aşağıda belirtilen belirli amaçlar ile ASHRAE Standart 55 gereksinimlerini karşılamasını gerektirmektedir:

- Amaç: Bina sakinlerinin üretkenliğini ve refahını destekleyen konforlu bir termal ortam temin edin.

EQ Kredi 7.1—Termal Konfor—Uygunluk

Kredi EQc7.1, HVAC sistemi tasarımı ve Standart 55'i karşılayabilme becerisini kapsar.

- Gereksinimler: İnsan Kullanımı için Termal Konfor Koşullarına, ASHRAE Standart 55-2004 ile proje tasarımına uygun olduğunu gösterir. Dokümantasyon (ASHRAE Standart 55'in) Bölüm 6.1.1 ile uyumunda tasarım uygunluğunu gösterir.

EQ Kredi 7.2—Termal Konfor - İzleme

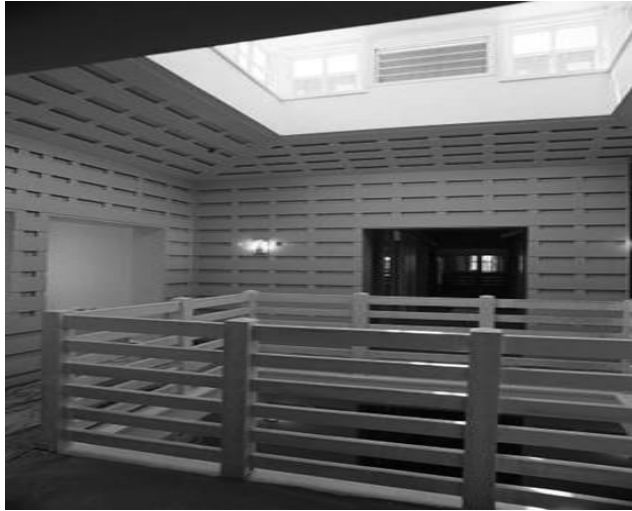
- Kredi EQc7.2, ASHRAE Standart 55 ile belirlenen konfor kriterlerini karşıladığını doğrulamak için HVAC sistemi gerçek performansını kapsar.

- Gereksinimler: ASHRAE Standart 55-2004 (çevresel değişkenler analizi ve bina sakini anketi) ile tanımlanan iki yöntemden birini kullanarak EQ Kredi 7.1 ile belirlendiği gibi arzu edilen konfor kriterlerinin geçerliliğini doğrulama.

Bu krediler, HVAC sisteminin HVAC mühendisi açısından olumlu bir fayda olan bina sakinlerinin konfor ihtiyaçlarını karşılamasını daha olası hale getirir. Geçerliliği doğrulama, ayrıca tasarımcıya dizayn edilen HVAC sistemlerinin gerçek performansına ilişkin potansiyel olarak değerli geri bildirim yapılmasını da sağlar.

EQ Kredi 8—Gün Işığı ve Görünümler

Kredi EQc8, binanın içine doğal ışık taşımak için gün ışığı tekniklerinin kullanılmasını destekler (Şekil 5.13’ de görülmektedir). Bu gereksinimin direkt olarak HVAC mühendisinin alanı dahilinde olmamasına karşın, HVAC tasarımı kesinlikle gün ışığının binanın iç bölümüne girişinden etkilenmektedir. Aydınlatmadan kaynaklanan iç ısı kazanımlarının yanı sıra, potansiyel olarak güneş maruz kalmadan kaynaklanan ısıtma ve soğutma yüklerini de etkileyecektir (gün ışığı mevcut olduğunda karartılabilecek ya da kapatılabilecektir). Bu nedenle de bu kredi, gün ışığı stratejisinin bina tasarımında uygulanması nedeni ile HVAC mühendisinin mimar ve aydınlatma mühendisi ile koordinasyon noktası haline gelir.



Şekil 5.13: Gün ışığı aydınlatma örneği

Tasarımda İnovasyon Kredileri

ID Kredi 1—LEED Onaylı Profesyonel

ID Kredi 2—Tasarımda İnovasyon (dört olası puan)

- Amaç: Tasarım takımları ve projelerine, LEED-NC Yeşil Bina Derecelendirme Sistemi® ile özel olarak cevap verilmeyen yeşil bina kategorilerinde, LEED-NC Yeşil Bina Derecelendirme Sistemi® tarafından belirlenen gereksinimler üzerindeki özel performans ve/veya yenilikçi performans yönünden puanlandırılmasına olanak sağlama.

Günümüze kadar USGBC onaylı projelerdeki hemen hemen hiçbir yenilikçi HVAC sisteminin LEED inovasyon kredisi ile ödüllendirilmediği unutulmamalıdır. Bu HVAC mühendisliği topluluğu açısından önemli bir zorluğu temsil ediyor gibi görünmektedir.



6 YEŞİL BİNALARIN TASARIMINDA TERMODİNAMİK PARAMETRELER

Başarılı bir tasarım açısından, mühendisliğin temel ilkelerini anlamak bir zorunluluktur. HVAC mühendisinin bakış açısından sürdürülebilir binaların tasarımını etkileyen mühendisliğin temel esasları vardır. Bu esaslar; termodinamiğin birinci ve ikinci kanunları, ısı transferi ve akışkan sistemleri içerir.

6.1 Termodinamik kanunlar

HVAC & R sistemlerinin tasarımı ve analizinin özünde termodinamiğin kanunları vardır.

Temel biçimde birinci kanun:

$$Q - (W_{flow} + W_{shaft}) = \Delta U + \Delta E_{potential} + \Delta E_{kinetic} \quad (6.1)$$

Kararlı halde ve yerine geçen bir sistem için; dahili, potansiyel ve kinetik enerji terimleri aşağıdaki formüle yol açar:

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m} [(u_2 - u_1) + (p_2 v_2 - p_1 v_1) + (V_2^2 - V_1^2)/2 + g(z_2 - z_1)] \quad (6.2)$$

\dot{Q} = sistemden ya da sisteme transfer edilen ısı; noktalı sembol transfer olan ısının oranını ifade eder

E = sistemde bulunan enerji (potansiyel ya da kinetik)

\dot{W} = sistem tarafından gerekli ya da üretilmiş iş; noktalı sembol yapılan işin hızını ifade eder

u = birim kütle başına akışkanın iç enerjisi (örneğin, su, buhar, hava, soğutucu)

m = akışkanın kütlesi

pv = akışkanın spesifik hacmi ve basıncının ürünü

V = sistemdeki akışkanın hızı

h = birim kütle başına akışkanın entalpisi, olarak ifade edilen ($u + pv$)

z = akışkanın potansiyel enerjisi yada yüksekliği

1 ve 2 = parametrelerin durumları öncesi ve sonrasını belirtilen indisler

(Not: sembol üzerinde bir nokta bulunması “transferinin oranı” anlamına gelir)

İç enerji (u) ve akış enerjisi (pv) terimleri; aşağıdaki denklem ile gösterilen akışkan entalpisi’nde kombine edilebilir:

$$h = u + pv. \quad (6.3)$$

İkinci kanun; akışkanın entropisindeki değişim ile ilgili çeşitli denklemler ile temsil edilir, fakat enerji ve yeşil tasarımda kararlar alma amacıyla sıcaklık-entropi koordinatlarında temsil edildiği gibi Carnot çevrimini incelemek özellikle faydalıdır. Birinci kanun denkleminin, bir binanın HVAC sistemine en genel uygulaması; bir binaya ısı temin etmek adına bir akışkanın sıcaklığını yükseltmek için ısı üreten yanma süreçleridir.

Isıtma araçlarına baktığımızda; bir kazan, sıcak su üreticisi yada sıcak hava fırını, iş için koşullar (W), kinetik enerji $(V_2^2 - V_1^2)/2$ ve potansiyel enerji ($z_2 - z_1$)deki değişim, entalpi farkı ile karşılaştırıldığında küçüktür, böylece birinci kanun olur:

$$\dot{Q} \cong \dot{m} (h_2 - h_1) \quad (6.4)$$

6.2 Termodinamik Kanunların Yeşil Tasarıma Etkileri

Enerjinin iki türü vardır. Bunlar; kinetik enerji olarak adlandırılan hareketin enerjisi ve depolanan (potansiyel) enerji’dir. Biçimine bakılmaksızın, termodinamiğin birinci kanunu her zaman geçerlidir. Kapalı bir sistem için temelde:

- Enerji oluşturulamaz ya da yok edilemez.

Kapalı bir sistemde, malzemeler ve enerjide sistem sınırı boyunca akış yoktur. Birinci kanun; enerji verimliliği ve yeşil tasarım için bir gerekliliktir. Eğer enerjiyi oluşturabilirsek, onu muhafaza etmek için hiçbir sebep olmazdı. Tedarik açısından sınırlı olan enerji kaynaklarına büyük ölçüde bağımlılığın farkında olunmalıdır. Dolayısıyla da, bir kural olarak bu enerji türünden daha az kullanmak ve yenilebilir daha verimli enerji kaynaklarına geçmek mantıklıdır.

Eğer enerji işi yapma yetisi ise, bu potansiyele dokunduğumuzda ne olur? Sonuç üç bölümden oluşur: iş, ısı ve entropi. İş; bir fan yada pompa gibi mekanik araçlar tarafından enerjinin transferidir. Isı ise, sıcaklık farkı nedeni ile bir nesneden diğerine enerji transferidir. Ve entropi, basit şekilde bir sistemin düzensizlik durumunun göstergesidir.

Termodinamiğin ikinci kanunu; sürdürülebilir tasarımın uygunluğunu değerlendirmeye yardımcı olur:

- Tüm süreçler, geri dönüştürülemez bir şekilde bir sistemin ve çevresinin entropisini artırır.

6.3 Isı Transferinin Temel İlkeleri

Isı üç şekilde hareket eder: iletim, konveksiyon ve radyasyon. Genel korelasyon şu şekildedir:

İletim \approx doğrudan temas halinde malzemeler arasında ya da bir malzeme içinde moleküler hareketle ısı transferi.

Konveksiyon \approx bir katı ve hareket halindeki bir akışkan arasında temas yoluyla enerji değişimi

Radyasyon \approx elektromanyetik dalgalar ile ısı transferi; temas gerekmez

Gerçek durumlarda ise; ısı transferi aynı anda bu üç modelin tümünde meydana gelir. Problemin türüne bağlı olarak, bu modlardan biri yada ikisinde herhangi bir anda ısı transferinin oranı genellikle hakim olacaktır. Fakat işlemleri basitleştirmek için, ısı transferinin ayrı ayrı her modu tartışılmalıdır.

6.3.1 İletim

Bina kabuğunun bir kısmı boyunca ısı transferini ele alırsak (duvar, pencere, kapı, zemin veya çatı). Süreç; şu şekilde ifade edilebilir:

$$Q = UA \Delta T \quad (6.5)$$

Burada Q transfer edilen ısı miktarını, A açıkta kalan yüzey alanını, ve delta sıcaklığı (ΔT) duvarın iki sınırı (dış hava ve iç hava) arasındaki farktır.

Isının iletim ile transfer edildiği oran, toplam ısı transferi katsayısı U ile kontrol edilir:

$$U = 1/\Sigma R \quad (6.6)$$

Burada ΣR ; sistemdeki malzeme katmanları için toplam ısı dirençtir. Toplam ısı direnç; hem iç hem de dış yüzeylerdeki etkisinde, taşınımı ısı transfer dirençleri için ilgili tipik koşullar içerecektir.

Bina kabuğunun bir kısmı boyunca gerçekleşen iletimi için denklemde, aslında dış hava sıcaklığı dışında hiçbir sabit değişken olmadığı projenin konumu ile belirlenebilir. Tasarım ekibi U-faktörü, alan ve sıcaklık farkını azaltarak Q' 'yu en aza indirebilir. Bu nedenle, atılabilecek adımlar şunlardır:

- Düşük bir toplam U faktörü ile bir zarf (kabuk) sağlayarak iletkenliği sınırlandırılmalıdır. Bu inşaatında termal yalıtım, duvarlar ve camlarda hava boşlukları, yalıtıcı malzemelerin kullanılması yoluyla gerçekleştirilebilir.
- Kuru termometrenin sırasıyla yaz ve kış aylarında geleneksel tasarım normlarına göre daha düşük ya da yüksek olabileceği, bir iç ortam oluşturulabilir. Bu, kabul edilebilir sınırlar içinde kalındığı sürece nemlendirme ve/veya nem alma kullanılarak yapılabilir. (ASHRAE Standart 55)
- Binada hem gölgelemenin artırılmasıyla hem de çevre düzenlemesi (peyzaj, ağaçlandırma) ile doğal olarak meydana gelen büyük sıcaklık farklılıklarına maruz kalan yüzey alanı sınırlandırılmalıdır. Düşük profili göz önüne alındığında yarı-gömülü bina tasarımı başka bir seçenektir.

6.3.2 Taşınım

Taşınım yoluyla enerji transferini açıklayan çok sayıda formül vardır.

ASHRAE el kitabı-temelleri taşınımı ısı transfer katsayılarının belirlenmesinde kullanılan en az 12 faktör verir ve zorunlu konveksiyon yoluyla ısı transferini hesaplamak için denklemler 25 den daha az değildir. Doğal konveksiyona karşı zorlanmış konveksiyonun karşılaştırması bu tartışmayı sınırlayacaktır.

Doğal konveksiyon (taşınım); yerçekiminin etkisi ve yoğunluktaki farklılıklar nedeniyle öncelikli olarak ve genellikle serbest taşınım olarak adlandırılır. Akışkan hareketi, bir fan veya pompa gibi harici bir hareket ettirici aracılığıyla yapıldığında zorlanmış konveksiyon oluşur.

Konvektif ısı transferi ile ilgili HVAC tasarımı için öneriler, şunları içermektedir:

- Uygun olduğunda deplasmanlı havalandırmanın kullanılması düşünülmelidir. Bir deplasmanlı havalandırma tasarımında, soğuk hava düşük bir seviyede verilir ve bir odanın yüksek seviyesinde geri döner ve tasarım, insan veya ekipman gibi ısı üretim kaynakları tarafından ısıtılan havanın kaldırma kuvvetinde doğal bir artışa dayanmaktadır.
- Kaynaktaki ısıyı alandan uzaklaştırarak ve böylece maruz kalınan alanın etkilenen soğutma yükünü düşürerek, direkt olarak fotokopi makineleri ve buzdolapları gibi ısı üreten ekipmanların üzerine aspiratörler yerleştirilmelidir.
- Bina sakinlerinden duvarlara ve pencerelere ışıınım ısı kaybını azaltmak için sıcak dış zarf yüzeylerinde bir konvektör temin edilmelidir (Not: Bu konforu arttıracak olmasına karşın, yüzey ısı transferi katsayısını azaltarak doğal konvektif akış eylemi ile yüzeydeki ısı kaybını arttırabilir).
- Alternatif olarak, çevre ısı kaybını etkisiz hale getirmek için çevre ışıınım tavan panellerini kullanılmalıdır.
- Şiddetli dış hava koşullarının başarılı uygulamalara engel olmamasını sağlayarak, pasif havalandırma ya da hibrid havalandırma uygulanmalıdır.

6.3.3 Radyasyon

Radyasyon ile ısı transferi, proje müellifi için bir güçlük ve fırsat sunar. Hepimiz soğuk bir pencerenin yanında durduğumuzda, ortam sıcaklığı rahat bir seviyede olmasına rağmen üşüdüğümüzü hissederiz. Termostatın her şeyin yolunda olduğunu göstermesine rağmen çok sıcak hissettiğimiz güneşli günler için de aynısı geçerlidir. Radyasyon ısı transferini tanımlayan denklemin basitleştirilmiş şekli şudur:

$$Q = \epsilon\sigma A(T_1^4 - T_2^4) \quad (6.7)$$

burada ϵ yayılabilirlik, σ Stefan-Boltzmann sabiti, A yüzey alanı ve sıcaklık (T) terimleri radyan nesne (ϵ 'nin yayılabilirliği ile, alt indis 1) ve etrafı (alt indis 2, kara cisim) arasındaki mutlak sıcaklık farkıdır.

Yayılabilirlik, malzemenin sıcaklıkta teorik olarak mümkün olan maksimum nispi ısı radyasyon enerjisini yayan malzemenin becerisini yansıtan bir özelliktir. Yayılabilme, hem malzemenin kendisinin hem yüzey koşullarının bir işlevidir. Metalik parlak yüzeyler 0.1 ile 0.4 aralığında daha düşük değerlere sahipken, karakalem gibi soluk siyah bir yüzey 1'e yakın bir yayılabilirliğe sahiptir. Isıl radyasyon ile ilgili bir özellik de, malzemenin gelen ısı radyasyon emme becerisini yansıtan malzeme soğurganlığıdır. 0.8 soğurganlıkta bir malzeme, genel termal ışınımın %80'inini absorbe eder. Genelde, malzeme soğurganlığı ve yayılabilirliğinin aynı değer olduğu düşünülebilir. Daha yüksek yayılabilirlik değerine sahip yüzeyler, daha fazla termal enerji absorbe eder ve yayar.

Tasarımcı radyan araçlar ile transfer edilen ısının en aza indirilmesi güçlüğü ile karşılaştığında, soğutma yükünün egemen olduğu durumlar için aşağıdaki adımlar atılabilir:

- Gölgeleme ya da diğer araçlar ile radyan kaynağa direkt olan maruz kalan alanı (A) en aza indirme ya da önemli düzeyde azaltma imkanı araştırılmalıdır. Çoğu bina uygulaması için radyasyon kaynağı, 5800 K ya da 10,000 °F'da enerji yayan bir obje olarak ele alınabilecek olan güneştir.
- Çatıya net güneş ışığı ısı kazanımını en aza indirmek için yüzeyin yama ve soğurganlık kuvvetini dengeleyen “serin çatı” teknolojilerinin kullanımı önerilir.
- Cam alanı ile tasarımcı, diğer selektif (yansıtıcı) kaplamalar ile düşük emisyonlu bir malzeme kullanarak değiş tokuşu değerlendirmelidir.
- Bina dışında, genelde ısıyı daha fazla emen ve yüksek yayılıma sahip olan, koyu renkler kullanılmaktan kaçınılmalıdır.
- Özellikle geniş cam alanlarına sahip olan alanlarda doğu batı maruziyetlerini sınırlandırılmalıdır.
- Radyant yük dengelenmelidir. Örneğin; geniş cam alanı maruziyeti ve/veya dış duvarlı geniş bir atriyumda zarftan radyan kazanımlarının zeminde radyan soğutma ile dengelenmesi, bina sakini için önemli düzeyde daha rahat olan belirgin bir etki üretecektir.

Isıtma yüklerinin önemli olduğu ve güneş enerjisi toplama ya da pasif ısıtma ile kazanılan ısıyı, Q , en üst düzeye çıkarmaya çalışılan durumlar için, sadece yukarıdakinin tam tersi yapılmalıdır: maruziyeti arttırılmalı, yüzey alanı en üst düzeye çıkartılmalı ve de koyu renk ve yüksek verimli malzemeler kullanılmalıdır (ASHRAE 1996).

Radyant paneller ile ısıtma ya da soğutma yaparken, termal verimliliği en üst düzeye çıkarmada sıcaklık farkının gücü unutulmamalıdır. Yüksek verimli malzemelerin aşırı radyant yüzey alanı ihtiyacının en aza indirilmesi ile mimarın estetik algısı bağdaştırılabilir.

6.4 Ekserji Analiz Yöntemi Kullanılarak Bir Binanın Termodinamik Analizi

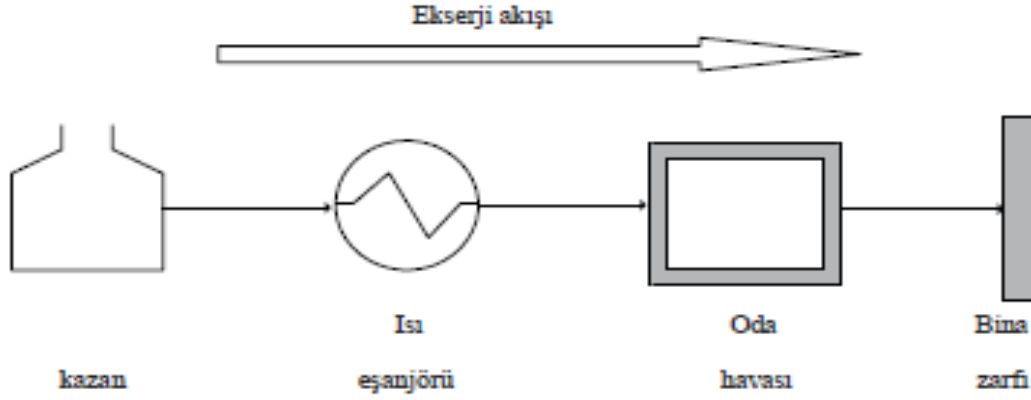
Günümüzde enerji tüketimi, fosil yakıt kaynaklarındaki hızlı azalma nedeniyle kontrol altına alınması gereken bir kilit unsurdur. Bu, kurumların standartlara uygunluktan feragat etmeden düşük yakıt tüketen araçlar kullanmasına neden olur. Türkiye’de, toplam enerji tüketiminin %34’ü konut ve hizmet binalarında gerçekleşmektedir (National Energy Conservation Center, 2006). Ulaşım, sanayi ve tarım gibi diğer sektörlerle mukayese edildiğinde, enerji tüketiminde en büyük paya sahip alanlardan biridir. Konut ve hizmet binaları sektörü için enerji talebindeki en büyük oran, ısı kayıplarından kaynaklanmaktadır. Enerji tasarrufu sistemleri modern binalarda daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Binalardaki enerji tüketimi, çoğunlukla ısıtma ve soğutma sistemlerinden kaynaklanmaktadır. Bu sistemlerde yapılacak iyileştirmeler, atık enerjinin azalması ile sonuçlanacaktır. Enerji, harcadığımız paradır ve bu nedenle, direkt olarak ülke ekonomisini etkiler. Özellikle de, enerji gereksinimlerini ihracat ile karşılayan ülkelerde. Bu noktadan hareketle, düşük ekserji sistemleri büyük öneme sahiptir.

6.4.1 Sistem tanımı

6.4.1.1 Isıtma Sistemi

Analizi uygulanacak olan bina, ısıtma merkezinde yoğunlaşmalı bir kazan ve ona destek olan toprak kaynaklı ısı pompası ile ısıtılmaktadır. Tüketilen yakıtın türü, doğalgazdır. Doğalgaz, konvansiyonel kazanda ısıl enerjiye dönüşür. Ardından enerji taşıyıcı, dağıtım sistemi vasıtasıyla pompalanır. Isıtma sistemi, oda

havasına gerekli enerjiyi tedarik eden yerden ısıtma sistemi içermektedir. Son olarak ise geri kalan enerji, bina zarfına iletilir. Şekil 6.1’de tüm ısıtma sistemindeki alt sistemleri açıklayan ısıtma sürecine ilişkin şematik görüntü gösterilmektedir.



Şekil 6.1: Isıtma prosesinde ekserji akışı

En yüksek enerji tüketimi, kazanda gerçekleşir. Doğalgazdaki enerji, kazanda ısı enerjisiye dönüşür. Bu dönüşüm süreci esnasında, tersinmezlik nedeni ile ekserji kayıpları meydana gelir. Bunlar, cihazların ekserji analizinde incelenmiştir.

6.4.1.2 Bina özellikleri

Bina, İstanbul’ da yer almaktadır ve konut olarak kullanılmaktadır. İnşaat malzemeleri; duvarlar için ytong, dış ve iç yüzeyler için alçı, demirli beton zeminler içermektedir. Türk Bina Standardı TS 825’e göre (TS 825, Turkish Standard, ,1998) güneş enerjisi için toplam iletim değerinin yanı sıra duvarlar, zemin ve tavanda yalıtım seçilmiş ve uygulanmıştır.

Çizelge 6.1:Bina için sınır koşulları

Hacim (iç) [m ³]	V: 3113
Net zemin alanı [m ²]	A _N : 964
İç ortam hava sıcaklığı	T _i : 22 °C
Dış hava sıcaklığı	T ₀ : 0 °C

Çizelge 6.1' de; tüm yönlere bakan çift camlı pencereleri olan ve bir pencerenin ısı iletim değeri 2.00 W/m²K olan, binanın proje verilerini temsil etmektedir. Pencereler ile aynı ısı iletim değerine sahip PVC malzemeden imal edilmiş, dışa açılan kapılar bulunmaktadır. Dış duvarlar, 0.508 W/m²K ısı iletim değerine sahiptir.

6.4.2 Analiz

6.4.2.1 Termodinamik Modelleme

Alternatif enerji kaynaklarından faydalı enerji üreten sistemlerin termodinamik modelleme çalışmaları, bu sistemleri oluşturan komponentlerin enerji ve ekserji verimliliklerinin belirlenmesi, kayıpların yeri ve miktarının belirlenmesi ile sistemlerin iyileştirilme potansiyellerinin net bir şekilde ortaya konulması için önemlidir. Kararlı hal şartları altında işletilen sistemler için kütle, enerji ve ekserji denge denklemleri sırasıyla;

$$\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_ç \quad (6.8)$$

$$\dot{Q} + \sum \dot{m}_g h_g = \dot{W}_{net} + \sum \dot{m}_ç h_ç \quad (6.9)$$

$$\sum_g \dot{m}_g ex_g + \dot{E}x_Q = \sum_ç \dot{m}_ç ex_ç + \dot{E}x_W + \dot{E}x_Y \quad (6.10)$$

Burada \dot{m} kütle debisini (kg/s), h özgül entalpiyi (kJ/kg), \dot{Q} ısı akımını (kW), \dot{W} işi (kW), ex özgül ekserjiyi (kJ/kg), $\dot{E}x$ ekserji akımını (kW), $\dot{E}x_Q$ ısı ekserjisini (kW), $\dot{E}x_W$ işin ekserjisini (kW), $\dot{E}x_Y$ ekserji yıkımını (kW), alt indisler g ve $ç$ sırasıyla girdi ve çıktı akımlarını göstermektedir. Ekserji analizi, incelenen prosesler yardımıyla sistemin dengeye getirilmesi ile yapılabilecek maksimum iş miktarını sunmaktadır (Dincer, İ., Rosen, M.A., 2013). Isı alışverişinin ve işin ekserjisi sırasıyla;

$$\dot{E}x_Q = (1 - \frac{T_0}{T}) \dot{Q} \quad (6.11)$$

$$\dot{E}x_W = \dot{W} \quad (6.12)$$

Ekserji maddenin sıcaklık, basınç ve kimyasal yapısı olmak üzere üç özelliğine bağlıdır. Materyal akışının ekserjisi ve özgül ekserji sırasıyla;

$$\dot{E}x_i = \sum \dot{m} ex_i \quad (6.13)$$

$$ex_i = ex_{fiz,i} + ex_{kim,i} + ex_{pot,i} + ex_{kin,i} \quad (6.14)$$

Potansiyel ekserji (ex_{pot}), kinetik ekserji (ex_{kin}) ve kimyasal ekserji (ex_{kim}) terimleri ihmal edilir. Fiziksel ekserji veya spesifik akış ekserjisi;

$$ex_{fiz,i} = (h_i - h_0) - T_0 (s_i - s_0) \quad (6.15)$$

s : özgül entropi (kJ/kgK)

Madde akışının ekserjisi;

$$\dot{E}x_i = \dot{m} ex_i \quad (6.16)$$

Sistem bileşenlerinin ekserji kayıp oranları;

$$\dot{E}x_{LR} = \frac{E_{x_{D,kom}}}{E_{x_{D,sis}}} \quad (6.17)$$

$\dot{E}x_{D,kom}$: sistem bileşenlerinin ekserji yıkımları

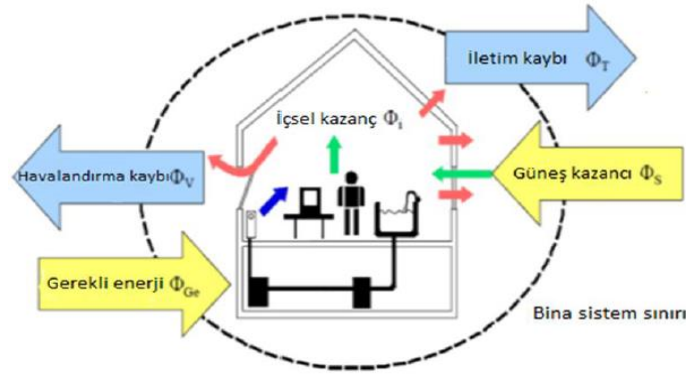
$\dot{E}x_{D,sis}$: tüm sistemin ekserji yıkımı

6.4.3 Enerji Talebinin Belirlenmesi

Binanın tüm analizinde, birinci ve anahtar aşama enerji talebinin tahmin edilmesidir. Diğer hesaplamaların ağırlıklı olarak anahtar aşamada elde edilen ısı kayıpları ve ısı kazanımlarına dayanması nedeni ile, varsayımlar yapılırken ve katsayılar seçilirken doğruluk büyük öneme sahiptir.

Birincil enerji dönüşümü olarak, doğalgaz binada kullanılmak üzere uygun bir şekilde dönüştürülür ve yeraltında bulunan gizli ısı binada kullanılmak üzere toprak kaynaklı ısı pompası yardımı ile uygun bir forma dönüştürülür. Üretim aşamasında alınan enerji binanın sınırlarından içeriye girer. Bu çalışmada, depolama yoktur. Su bazlı sistemlerde, dağıtım sistemi vasıtası ile ısıtma

sistemine enerji taşımada borular kullanılır. Isı odalara yerden ısıtma sistemi tarafından verilir.



Şekil 6.2: Bir binanın dış sınırları üzerinde olduğu kabul edilen enerji ve ekserji akımları

Binalarda ortaya çıkan ısı kaybı genellikle dış duvar, tavan, zemin, pencere veya kapı sızıntı kayıpları şeklinde olmaktadır.

Isı kayıpları, taşınım ısı kaybı ve havalandırma ısı kaybı olarak hesaplanır. Tüm yüzeylerden tüm kayıpların toplamı;

$$\Phi_T = \sum_x (U_x A_x F) (T_i - T_0) \quad (6.18)$$

$$\Phi_T = [(A_{window} U_{window})F + (A_{wall} U_{wall})F + (A_{floor} U_{floor})F](T_i - T_0)$$

Φ_T : toplam taşınım ısı transfer hızı (W)

U_x : x yüzeyinden olan taşınım katsayısı (W/m²K)

A_x : x yüzeyinin taşınım alanı (m²)

F: sıcaklık düzeltme faktörü

Bina bölümleri sahip oldukları sıcaklık düzeltme faktörüne göre ayrılmalıdır. Sıcaklık düzeltme faktörü kullanılarak bina dış cephesinden olan tüm taşınım ısı transfer prosesleri aynı sıcaklık farkına (mesela iç ve dış ortam sıcaklık farkına) bağlı olarak ifade edilebilir. Böylece, buna ek olarak, binadan mesela zemine olan taşınım ısı kayıpları bu sıcaklık farkı ve seçilen sıcaklık düzeltme faktörü kullanılarak tahmin edilebilir. Dış duvarlar, pencereler ve kapılar için, sıcaklık düzeltme faktörü aynıdır ve 1'e eşittir. Zeminden toprağa olan sıcaklık düzeltme faktörü ise 0,6 olarak alınabilir.

Havalandırma ile oluşan ısı kaybı hesabında hava değişim hızı (n_d) ve eğer ısı geri kazanımlı mekaniksel havalandırma sistemi kurulduysa, ısı değiştiricisi verimi (η_V) mutlaka verilmelidir.

Havalandırma ısı kaybı (Schmidt, D., (2009), 331-336.);

$$\Phi_V = (c_a \rho V n_d (1 - \eta_V))(T_i - T_0) \quad (6.19)$$

Bu çalışmada hava değişim hızı n_d çift camlı pencere kullanıldığı için 0,4/h olarak alınabilir (Shukuya, M., (2009) 1545-1550).

c_a : havanın spesifik ısısı (kJ/kgK)

ρ : hava yoğunluğu (kg/m³)

V : iç hacim (m³)

η_V : ısı değiştiricisi verimi (%)

Binada doğal havalandırma olduğu kabul edilmiştir.

Bina ısı kaybı hesabına benzer olarak, ısı kazanımları da ısı dengesi için yapılan ısı denge hesabına dahil edilmelidir. Bu ısı kazanımları güneş kazanımı ve içsel kazanım olmak üzere başlıca iki başlık altında incelenebilir. Birincisi güneş ısı kazanımı ve ikincisi içsel ısı kazanımıdır.

Güneş kazanımı için, pencere camından geçerek içeri gelen güneş radyasyonunun ısı enerjisine dönüştürülen kısmı;

$$\Phi_S = \sum_j (I_{s,j}(1 - F_f)A_{W,j}g_j F_{sh} F_{no}) \quad (6.20)$$

F_f pencere çerçevesi kesrini göstermektedir ve metal çerçeveler için 0,8 olarak alınabilir (Toksoy, M., Arısoy, A., Gokcen, G., Mobedi, M., Yaman, M.C., Kuzgunkaya, E., 2009).

$A_{W,j}$: özel yön için pencere alanı

$I_{s,j}$: seçilen yön için güneş radyasyonu değeri

g_j : toplam geçirme katsayısı (çift camlı pencere için 0,75 olarak alınabilir)

F_{sh} : çevredeki binaların mümkün olan gölgeleme etkisi

F_{no} : cam üzerine gelen ortagonal olmayan güneş radyasyonunun düzeltme katsayısı

Her iki katsayıda (F_{sh} , F_{no}) 0,9 olarak alınabilir.

Binanın ısı ihtiyacı;

$$\Phi_H = 23218W \quad (\text{HAP programıyla yapılan hesaplama EK B'de yer almaktadır})$$

Isı ihtiyacını diğer binalarla karşılaştırma yapabilmek için bina alanına bölünmesi yani spesifik ısı ihtiyacının aşağıdaki gibi tanımlanması gerekir;

Özgül ısı talebi;

$$\Phi''_H = \frac{\Phi_H}{A_N} \quad (6.21)$$

$$\Phi''_H = \frac{23218W}{964m^2}$$

$$\Phi''_H = 24,08W/m^2$$

Aşağıdaki denklemde verilen binanın ısıtma ekserji yükünün belirlenmesinde, binanın ısı ihtiyacının doğru bir şekilde belirlenmesi önemlidir. Binanın ısı ekserji yükü;

$$EX_r = F_{q,r} \Phi_H \quad (6.22)$$

$$EX_r = 0,075 * 23218W = 1741,35W$$

EX_r : binanın ısı ekserji yükü

T_0 : dış ortam sıcaklığı

T_i : oda sıcaklığı

$F_{q,r}$ odanın kalite faktörünü ifade eder. Bu, bina zarfına girdi ve ayrıca oda havasından elde edilen çıkıştır. Carnot verimliliğinden esinlenerek formüle edilir.

Odanın kalite faktörü;

$$F_{q,r} = \left(1 - \frac{T_0}{T_i}\right) \quad (6.23)$$

$$F_{q,r} = \left(1 - \frac{0^\circ\text{C} + 273}{22^\circ\text{C} + 273}\right)$$

$$F_{q,r} = 0,075$$

Bu çalışmada mahaller yerden ısıtma sistemiyle ısıtılır. Isıtma sistemindeki ekserji yükünü bulmak için, ilk önce ısı kayıpları hesaplanır.

Isı kayıpları;

$$\Phi_{l,h} = \Phi_H \left(\frac{1}{\eta_h} - 1 \right) \quad (6.24)$$

$$\Phi_{l,h} = 23218W \left(\frac{1}{0,9} - 1 \right)$$

$$\Phi_{l,h} = 2579,7W$$

η_h : ısıtma sisteminin ısı verimliliği

Isıtma sisteminin ekserji yükü;

$$Ex_h = Ex_{yerden\ ısıtma} + \Delta Ex_h \quad (6.25)$$

$$Ex_h = 1947,8W + 664905,8W$$

$$Ex_h = 666853,6W$$

$Ex_{yerden\ ısıtma}$: yerden ısıtma sistemindeki ekserji yükü

$$Ex_{yerden\ ısıtma} = \Phi_H \left(1 - \frac{T_0}{T_{yerden\ ısıtma}} \right) \quad (6.26)$$

$$Ex_{yerden\ ısıtma} = 23218W \left(1 - \frac{0^\circ C + 273}{25^\circ C + 273} \right)$$

$$Ex_{yerden\ ısıtma} = 1947,8W$$

ΔEx_h : ısıtma sistemi tarafından sağlanan ekserji

$$\Delta Ex_h = \frac{(\Phi_H + \Phi_{l,h})}{T_{in} - T_{ret}} \left[(T_{in} - T_{ret}) T_0 \ln \frac{T_{in}}{T_{ret}} \right] \quad (6.27)$$

$$\Delta Ex_h = \frac{(23218W + 2579,7W)}{(60^\circ C + 273) - (30^\circ C + 273)} \left[((60^\circ C + 273) - (30^\circ C + 273)) (0^\circ C + 273) \ln \frac{60^\circ C + 273}{30^\circ C + 273} \right]$$

$$\Delta Ex_h = 664905,8W$$

Dağıtım sistemi durumu için, sıcak su taşıyan borulardan olan ısı kaybı;

$$\Phi_{l,D} = (\Phi_H + \Phi_{l,h}) \left(\frac{1}{\eta_D} - 1 \right) \quad (6.28)$$

Dağıtım sisteminin ısı verimliliği;

$$\eta_D = 0.98 f_{gp} f_{ins} f_{at} f_{td} \quad (6.29)$$

$f_{gp}f_{ins}f_{at}f_{td}$ sırasıyla; jeneratör durumu, yalıtım, tasarım sıcaklığı ve sıcaklık düşüşüdür.

η_D , bu çalışmada 0,9 olarak alınmıştır.

$$\Phi_{l,D} = (23218W+2579,7W) \left(\frac{1}{0,9} - 1\right)$$

$$\Phi_{l,D} = 2866,4W$$

Dağıtım sisteminin ekserji yükü;

$$Ex_D = Ex_h + \Delta Ex_D \quad (6.30)$$

$$Ex_D = 666853,6W + 283,8W$$

$$Ex_D = 667137,4W$$

ΔEx_D : dağıtım fazı süresince ekserji yıkımı

$$\Delta Ex_D = \Phi_{l,d} \left(1 - \frac{T_0}{T_D}\right) \quad (6.31)$$

$$\Delta Ex_D = 2866,4W \left(1 - \frac{0^\circ C + 273}{30^\circ C + 273}\right)$$

$$\Delta Ex_D = 283,8W$$

Isıtma sisteminde depolama kullanılmaz. En büyük ekserji tüketimi üretim aşamasında meydana gelir. Dağıtım sisteminden bina dış kabuğuna kadar olan kayıpların üretim sistemi tarafından karşılanması gerekir. Termal güneş enerjisi; kazandan elde edilebilecek gerekli enerji üzerinde de bir etkiye sahiptir.

Dağıtım sisteminin enerji dengesi;

$$\Phi_G = (\Phi_H + \Phi_{l,h} + \Phi_{l,D}) \frac{1}{\eta_G} \quad (6.32)$$

F_S : termal güneş enerjisinin kesri

η_G : kazanın ısı verimliliği

$$\Phi_G = (23218W + 2579,7W + 2866,4W)(1 - 0,4) \frac{1}{0,90}$$

$$\Phi_G = 19109,4W$$

Üretim sisteminin ekserji yükü;

$$Ex_G = \Phi_G F_{q,h,s} \quad (6.33)$$

$$Ex_G = 19109,4W * 0,099$$

$$Ex_G = 1891,8W$$

$F_{q,hs}$ ısı kaynağının kalite faktörü;

$$F_{q,hs} = \left(1 - \frac{T_0}{T_{kazan}}\right) \quad (6.34)$$

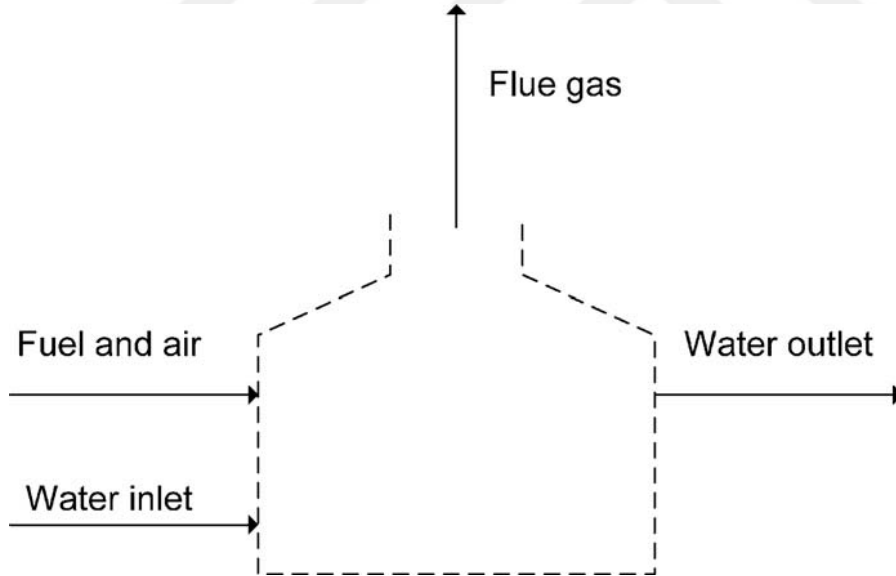
$$F_{q,hs} = \left(1 - \frac{0^\circ\text{C} + 273}{30^\circ\text{C} + 273}\right)$$

$$F_{q,hs} = 0,099$$

6.4.3.1 Enerji ve Ekserji Analizi

- Yoğuşmalı Kazan

Yanma sonucu reaksiyona giren yakıt hava karışımı ile elde edilen ısı enerjisi bina içerisine sıcak su olarak gönderilmektedir. Mahallerdeki ısı transferi sonucu enerjisi azalan su tekrar ısıtma kazanına dönmektedir. Yanma sonucunda oluşan ürünler, baca gazı olarak atmosfere salınmaktadır.

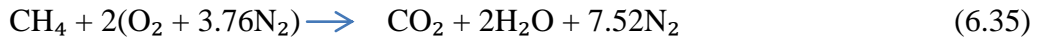


Şekil 6.3: Yoğuşmalı kazanın kontrol hacmi

Isıtma merkezindeki yoğuşmalı kazan, ekserji hususuna göre analiz edilecektir. Kazanın ısıtma kapasitesi, 60 Kw, işletme basıncı 4 bar, giriş ve çıkış su sıcaklıkları sırasıyla 80/60 °C'dir. Yakıt olarak doğalgaz kullanılmaktadır. Doğalgaz büyük oranda Metan (CH_4), daha düşük oranlarda Etan (C_2H_6), Propan (C_3H_8), Bütan (C_4H_{10}), Azot (N_2), Karbondioksit (CO_2), Hidrojensülfür (H_2S) ve Helyum (He) gibi çeşitli hidrokarbonlar içermektedir. Bu bileşenlerin

oranı gazın kaynağına göre farklılıklar göstermektedir. (İGDAŞ,2012). Bu çalışmada, doğalgaz olarak %98,52'si Metandan oluşan Rusya gazı kullanıldığı için hesaplamalarda gazın %1,48' lik kısmını oluşturan etan, propan, bütan, karbondioksit, azot, pentan ve diğer ağır karbonlar hesaba dahil edilmeyip ihmal edilmiştir.

1m³ doğalgazın tam yanması için yaklaşık olarak 10m³ taze havaya ihtiyaç duyulmaktadır. Doğalgazın yanma reaksiyonu kimyasal olarak şu şekilde ifade edilmektedir.



Doğalgaz, yeterli miktar hava ile aynı sıcaklık ve basınç altında buluşturulduğu zaman yanma işlemi oluşur.

Çizelge 6.2:Doğalgazın Kimyasal Kompozisyonu
(Resmi Gazete, “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği”, sayı 27075, 05.12.2008)

Doğalgazın Kimyasal Kompozisyonu		Rusya Gazı	Cezayir Gazı
Metan (CH ₄)	Min.%82	98,52%	91,40%
Etan (C ₂ H ₆)	Max. %12	0,41%	8,01%
Propan (C ₃ H ₈)	Max. %4	0,14%	0,27%
Bütan (C ₄ H ₁₀)	Max.%2,5	0,06%	
Karbondioksit (CO ₂)	Max. %3	0,03%	0,02%
Azot (Nitrojen) (N ₂)	Max. %5,8	0,81%	
Pentan ve diğer ağır karbonlar	Max. %1	0,03%	0,30%

Enerji analizleri; Şekil 6.3' de verilen kontrol hacmini etkileyen kütle ve enerji akışlarını dengeleyerek gerçekleştirilebilir. Kütlenin korunumu kanununa göre, birim zamanda ısıtma kazanı kontrol hacmine giren toplam kütle, birim zamanda ısıtma kazanı kontrol hacminden çıkan toplam kütleyle eşittir. Termodinamik analiz sonuçlarına göre, bir kontrol hacmi için kütle ve enerji dengeleri şu denklemlerle ifade edilir:

Su ve hava açısından kütle dengesi;

$$\sum \dot{m}_{in} = \sum \dot{m}_{out} \quad (6.36)$$

Kazana giren su ile taşınan enerji ($E_{wa,in}$) ve yakıtın yanmasıyla elde edilen enerji (E_{fuel}) kontrol hacmi için girdilerdir.

$$E_{fuel} + E_{wa,in} = E_{wa,out} + E_{lost} \quad (6.37)$$

Kazanın dış yüzeyinden ısı kaybı; kazanın türüne ve bu kazanın yalıtım özelliklerine bağlıdır. Bu kayıp türü;

$$Q_{sur.} = A_{sur.} \alpha_{sur.} (T_{sur.} - T_0) \quad (6.38)$$

$$Q_{sur.} = 0,4 \text{ m}^2 \cdot 33,44 \text{ kJ/m}^2\text{h}^\circ\text{C} (30^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})$$

$$Q_{sur.} = 401,28 \text{ kJ/h}$$

$A_{sur.}$ = kazanın dış yüzey alanı

$\alpha_{sur.}$ = kazanın ortalama yüzey sıcaklığına bağlı olan artık kayıplar

$T_{sur.}$ = kazanın ortalama yüzey sıcaklığı

T_0 = dış hava sıcaklığı

$\alpha_{sur.}$ = 33,44 kJ/m²h[°]C (Ayhan, B., Demirtas, C., 2001 249-258.)

Suya transfer edilen enerji ile yakıtın yanması ile elde edilen enerji arasındaki oran verimlilik değerini verir.

Termodinamiğin birinci kanununa göre, kazan verimliliği;

$$\eta = \frac{\dot{m}_{wa} c_p (T_{wa,in} - T_{wa,out})}{BH_u} \quad (6.39)$$

$\eta = 0,90$ (kazan katalog bilgilerine göre, kazanın yanma verimi)

c_p = özgül ısı

B = yakıt miktarı

H_u = yakıt alt ısıl değeri (kJ/kg)

$$\dot{\Phi}_H = \dot{\Phi}_T + \dot{\Phi}_V = Q_{isitma} = 23218 \text{ W (Binanın ısı kaybı)}$$

Yanma sırasında açığa çıkan ısı enerjisi;

$$Q_{yanma} = \frac{Q_{isitma}}{\eta} \quad (6.40)$$

$$Q_{yanma} = \frac{23218W}{0,9}$$

$$Q_{yanma} = 25798W = 25,79 \text{ kW}$$

Yakıtın ekserji oranı;

$$\dot{E}x_{fuel} = \dot{m}_{fuel} \varepsilon_{fuel} \quad (6.41)$$

$$\varepsilon_{fuel} = H_u \varphi \quad (6.42)$$

$$\varepsilon_{fuel} = H_u \left[1.0401 + 0.1728 \frac{H}{C} + 0.0432 \frac{O}{C} + 0.2169 \frac{S}{C} (1 - 2.0628 \frac{H}{C}) \right] \quad (6.43)$$

\dot{m}_{fuel} : yanmaya giren yakıtın debisi (kg/s)

ε_{fuel} : yakıtın özgül ekserjisi

φ : yakıtın kimyasal ekserji faktörü

$H/C, O/C, S/C$: elementlerin kütleli ağırlık oranları

Bu çalışmada $\varphi = 1,04$ kabul edilmiştir. (Szargut, J., 2005)

$$\varepsilon_{fuel} = 50,05 \text{ kJ/kg} * 1,04$$

$$\varepsilon_{fuel} = 52,05 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{E}x_{fuel} = 7940 \text{ kg/h} * 52,05 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{E}x_{fuel} = 413277 \text{ kJ/h} = 115 \text{ kW}$$

Kazan yüzeyinden çevreye ekserji kaybı;

$$\dot{E}x_{sur.} = \dot{Q}_{sur.} \left(1 - \frac{T_0}{T_{sur.}} \right) \quad (6.44)$$

$$\dot{E}x_{sur.} = 401,28 \text{ kJ/h} \left[1 - \frac{0^\circ\text{C} + 273}{30^\circ\text{C} + 273} \right]$$

$$\dot{E}x_{sur.} = 39,73 \text{ kJ/h} = 0,011 \text{ kW}$$

Kazan su devresinden elde edilen ekserji kazancı;

$$\Delta \dot{E}x_{wa.} = \dot{m}_{wa.} [(h_{out} - h_{in}) - T_0 (S_{out} - S_{in})] \quad (6.45)$$

$$\Delta \dot{E}x_{wa.} = 997 \text{ kg/h} [(335,02 \text{ kJ/kg} - 251,18 \text{ kJ/kg}) - 0^\circ\text{C} + 273 (1,0756 \text{ kJ/(kg.K)}) - 0,8313 \text{ kJ/(kg.K)}]$$

$$\Delta \dot{E}x_{wa.} = 17094,66 \text{ kJ/h} = 4,75 \text{ kW}$$

$$\dot{m}_{wa.} = \frac{Q_{isitma}}{h_{out} - h_{in}} \quad (6.46)$$

$$\dot{m}_{wa.} = \frac{23218W}{335,02 \frac{kJ}{kg} - 251,18 \frac{kJ}{kg}} = \frac{83584,8 \frac{kJ}{h}}{83,84 \frac{kJ}{kg}} = 997 \text{ kg/h} = 0,997 \text{ m}^3/\text{h}$$

$\dot{m}_{wa.}$ = su devresinde dolaşan akışkanın debisi (kg/h)

h_{out} = kazan çıkışındaki suyun entalpi değeri (kJ/kg)

h_{in} = kazan girişindeki suyun entalpi değeri (kJ/kg)

T_0 = çevre sıcaklığı

S_{out} = kazan çıkışındaki suyun entropi değeri (kJ/kg.K)

S_{in} = kazan girişindeki suyun entropi değeri (kJ/kg.K)

Kazanda meydana gelen tersinmezlik;

$$\dot{I}_{tersinmezlik} = \dot{E}x_{fuel} - \Delta \dot{E}x_{wa.} \quad (6.47)$$

$$\dot{I}_{tersinmezlik} = 115 \text{ kW} - 4,75 \text{ kW}$$

$$\dot{I}_{tersinmezlik} = 110,25 \text{ kW}$$

Taze havanın ekserji oranı göz ardı edilir ve baca gazının ekserji oranı ayrı ayrı hesaplanır;

$$\dot{E}x_{fg} = \dot{m}_{fg} \{ [c_p(T_{fg} - T_0) - T_0 \ln \frac{T_{fg}}{T_0}] + Ex_{chem.} \} \quad (6.48)$$

$\dot{E}x_{fg}$: baca gazı ekserji oranı (kW)

\dot{m}_{fg} : baca gazı debisi (kg/h)

T_{fg} : baca gazı sıcaklığı

c_p : özgül ısı (kJ/kg.K)

$Ex_{chem.}$: baca gazının kimyasal ekserji oranı (kJ/kg)

$Ex_{phys.}$: baca gazının fiziksel ekserji oranı (kJ/kg)

$$\dot{E}x_{phys.} = [c_p(T_{fg} - T_0) - T_0 \ln \frac{T_{fg}}{T_0}]$$

$$\dot{E}x_{phys.} = (2,2 \text{ kJ/kg.K} (68^\circ\text{C} + 273 - 0^\circ\text{C} + 273) - 0^\circ\text{C} + 273 \ln \frac{68^\circ\text{C} + 273}{0^\circ\text{C} + 273})$$

$$\dot{E}x_{phys.} = 88,8 \text{ kJ/kg}$$

$$Ex_{chem.} = R \cdot T_0 \left[Y_{N_2} \cdot \ln \frac{Y_{N_2}}{0.7567} + Y_{O_2} \cdot \ln \frac{Y_{O_2}}{0.2035} + Y_{CO_2} \ln \frac{Y_{CO_2}}{0.000345} \right] + Y_{CO} [b_{co} + \frac{T_{fg} - T_0}{T_{fg}} (h^{\circ}_{co} - b_{co})] + R \cdot T_0 \cdot \ln Y_{CO} \frac{P_{fg}}{P_0} \quad (6.49)$$

Belirli bir ortamın tanımlamasına göre, havanın kütle bileşimi yüzde olarak N_2 , O_2 ve CO_2 ile formülde ifade edilebilir. Y_{N_2} , Y_{O_2} , Y_{CO_2} ve Y_{CO} sırasıyla eksik (tam olmayan yanma) için ilgili elementlerin ‘hacimsel oranlarının değişimini’ ifade etmektedir. h°_{co} ve b_{co} ; oluşum entalpisi ve karbonmonoksitin standart kimyasal enerjisidir.

$$Ex_{chem.} = 0,287 \text{ kJ/kg.K} \cdot (0^{\circ}\text{C} + 273) \left[0,78 \cdot 14.008 \text{ kg/kmol} \cdot \ln \frac{0,78 \cdot 14.008 \text{ kg/kmol}}{0.7567} + 0,21 \cdot 15.999 \text{ kg/kmol} \cdot \ln \frac{0,21 \cdot 15.999 \text{ kg/kmol}}{0.2035} + 0,0003 \cdot 44 \text{ kg/kmol} \cdot \ln \frac{0,0003 \cdot 44 \text{ kg/kmol}}{0.000345} \right] + 0,0001 \cdot 28.013 \text{ kg/kmol} \left[7,849 \text{ kJ/kmol} + \frac{(68^{\circ}\text{C} + 273) - (0^{\circ}\text{C} + 273)}{68^{\circ}\text{C} + 273} (-110,530 \text{ kJ/kmol} - 7,849 \text{ kJ/kmol}) \right] + 0,287 \text{ kJ/kg.K} \cdot (0^{\circ}\text{C} + 273) \cdot \ln 0,0001 \cdot 28.013 \text{ kg/kmol} \cdot \frac{250 \text{ Pa}}{2000 \text{ Pa}}$$

$$Ex_{chem.} = 1653,43 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{E}x_{fg} = 139 \text{ kg/h} \cdot [88,8 \text{ kJ/kg} + 1653,43 \text{ kJ/kg}]$$

$$\dot{E}x_{fg} = 242169 \text{ kJ/h} = 67,2 \text{ kW}$$

Kazan ekserjetik verimliliği;

$$\psi = \frac{\Delta E_{wa.}}{Ex_{fuel}} \quad (6.50)$$

$$\psi = \frac{17094,66 \text{ kJ/h}}{413277 \text{ kJ/h}} = 0,04$$

- **Fancoil Ünitesi**

Fancoil bir tip sudan havaya ısı değiştiricisidir. Sistem sıcak suyun enerjisini oda havasına transfer eder. Fancoil ünitesinin gidiş ve dönüş sıcaklıkları ısıtma tarafı için 80°C ve 60°C iken, ısıtma kapasitesi 2 kW ’ dir. Önerilen iç ortam sıcaklığı 22°C ’ dir.

Enerji analizleri, kütle ve enerji dengesi denklemlerine göre yapılır :

$$\sum \dot{m}_{in} = \sum \dot{m}_{out} \quad (6.51)$$

Bu denklem, hem su hem de havanın kütle akış oranları için kullanılır. Şekil 6.4’de görülen kontrol hacmi fancoili etkileyen ekserji akışlarını içerir.

Ekserji dengesi şu şekilde formüle edilir;

$$\Delta \dot{E}_{wa,fc} = \dot{Q}_{fc} + \dot{E}_{l,fc} \quad (6.52)$$

$\Delta \dot{E}_{wa,fc}$: fancoil ünitesindeki su sirkülasyonu için enerji oranı açısından değişim

\dot{Q}_{fc} : fancoil ünitesi ile ısıtılan alana transfer edilen enerji oranı

$\dot{E}_{l,fc}$: enerji kaybı oranı

$\Delta \dot{E}_{wa,fc}$ şu şekilde hesaplanır;

$$\Delta \dot{E}_{wa,fc} = \dot{\Phi}_H = \dot{m}_{wa,fc} \cdot c_{wa} \cdot (T_{wa,fc,in} - T_{wa,fc,out}) \quad (6.53)$$

\dot{m}_w : suyun kütle akış oranı

c_{wa} : suyun özgül ısısı

$T_{wa,fc,in}$: fancoil ünitesi için giriş su sıcaklığı

$T_{wa,fc,out}$: fancoil ünitesi için çıkış su sıcaklığı

Ekserji açısından denge denklemi şu şekildedir;

$$\Delta \dot{E}x_{wa,fc} = \dot{E}x_{fc} + \dot{E}x_{des,fc} \quad (6.54)$$

$\Delta \dot{E}x_{wa,fc}$: fancoil ünitesine su sirkülasyonu ile sağlanan sıcak ekserji oranı

$\dot{E}x_{fc}$: fancoil ünitesinin kendisinin ısı transferi nedeniyle odaya dağıtılan ekserji oranı

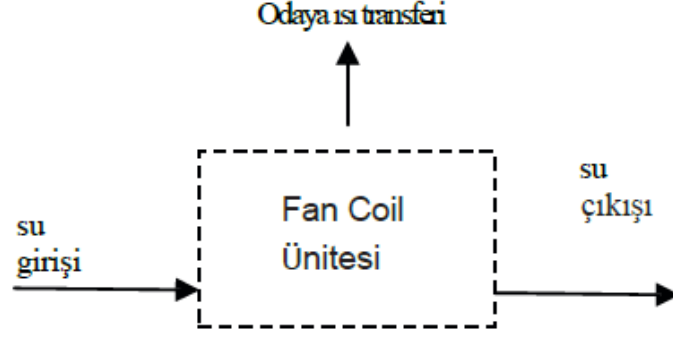
Tersinmezlik oranları, $\dot{E}x_{des,fc}$ ekserji kayıp oranı bölümüne dahildir. Ekserji hesaplamaları yapmak için ilk önce, alanın ısıtma talebi belirlenmelidir. Bir örnek alan seçilir ve hesaplamalar yapılır.

Hesaplamalarda kullanılan, dış duvar (800 m²), pencere (38 m²) ve zemin (964 m²) dir. U değerleri, sırasıyla 0.508, 2.00 ve 1.09 W/m²K’ dir.

Alan ısıtma talebi, şu şekilde hesaplanır;

$$\dot{\Phi}_H = \dot{\Phi}_T + \dot{\Phi}_V \quad (6.55)$$

$$\dot{\Phi}_H = 23218W$$



Şekil 6.4: Fancoil ünitesinin kontrol hacmi

Fancoil ünitesindeki su sirkülasyonunun kütle akış oranı;

$$\dot{m}_{wa,fc} = \frac{\dot{\Phi}_H}{c_{wa}(T_{wa,fc,in} - T_{wa,fc,out})} \quad (6.56)$$

$$\dot{m}_{wa,fc} = \frac{23218W}{4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} ((80^\circ C - 60^\circ C))}$$

$$\dot{m}_{wa,fc} = 0,2764 \text{kg/h}$$

Fancoil ünitesindeki su sirkülasyonu için enerji oranı açısından değişim;

$$\Delta \dot{E}_{wa,fc} = 0,2764 \text{kg/h} * 4200 \text{J/kg} \cdot ^\circ C (80^\circ C - 60^\circ C)$$

$$\Delta \dot{E}_{wa,fc} = 23218W$$

Fancoil ünitesi içerisinde meydana gelen enerji kaybı ($\dot{E}_{l,fc}$)

$$\Delta \dot{E}_{wa,fc} = \dot{Q}_{fc} + \dot{E}_{l,fc} \quad (6.57)$$

$$\dot{E}_{l,fc} = \Delta \dot{E}_{wa,fc} - \dot{Q}_{fc}$$

$$\dot{E}_{l,fc} = 23218W - 20000W = 3218W$$

Fancoil enerji verimi;

$$\eta_{enerji} = \frac{\dot{Q}_{fc}}{\Delta \dot{E}_{wa,fc}} \quad (6.58)$$

$$\eta_{enerji} = \frac{20000W}{23218W}$$

$$\eta_{enerji} = 0,86$$

Fancoil ünitesine su sirkülasyonu ile dağıtılan ekserji oranı;

$$\Delta \dot{E}x_{wa,fc} = \dot{m}_{wa,fc} [(h_{in} - h_{out}) - T_0 (s_{in} - s_{out})] \quad (6.59)$$

$$\Delta \dot{E}x_{wa,fc} = 0,2764 \text{ kg/h} [(335,02 \text{ kJ/kg} - 251,18 \text{ kJ/kg}) - 0^\circ\text{C} + 273 (1,0756 \text{ kJ/kg.K} - 0,8313 \text{ kJ/kg.K})]$$

$$\Delta \dot{E}x_{wa,fc} = 4739 \text{ W}$$

Fancoil ünitesinden odaya transfer edilen ekserji oranı;

$$\dot{E}x_{fc} = \dot{\Phi}_H \left(1 - \frac{T_c}{T_r}\right) \quad (6.60)$$

$$\dot{E}x_{fc} = 23218 \text{ W} \left(1 - \frac{0^\circ\text{C} + 273}{25^\circ\text{C} + 273}\right)$$

$$\dot{E}x_{fc} = 1947,8 \text{ W}$$

Fancoil ünitesi ekserji yıkımı;

$$\dot{E}x_{des,fc} = \Delta \dot{E}x_{wa,fc} - \dot{E}x_{fc} \quad (6.61)$$

$$\dot{E}x_{des,fc} = 4739 \text{ W} - 1947,8 \text{ W}$$

$$\dot{E}x_{des,fc} = 2791,2 \text{ W}$$

Fancoil ünitesi için ekserjetik verimlilik;

$$\psi = \frac{\dot{E}x_{fc}}{\Delta \dot{E}x_{wa,fc} = P_{fan}} \quad (6.62)$$

P_{fan} : yedek ekserji olarak fan gücü

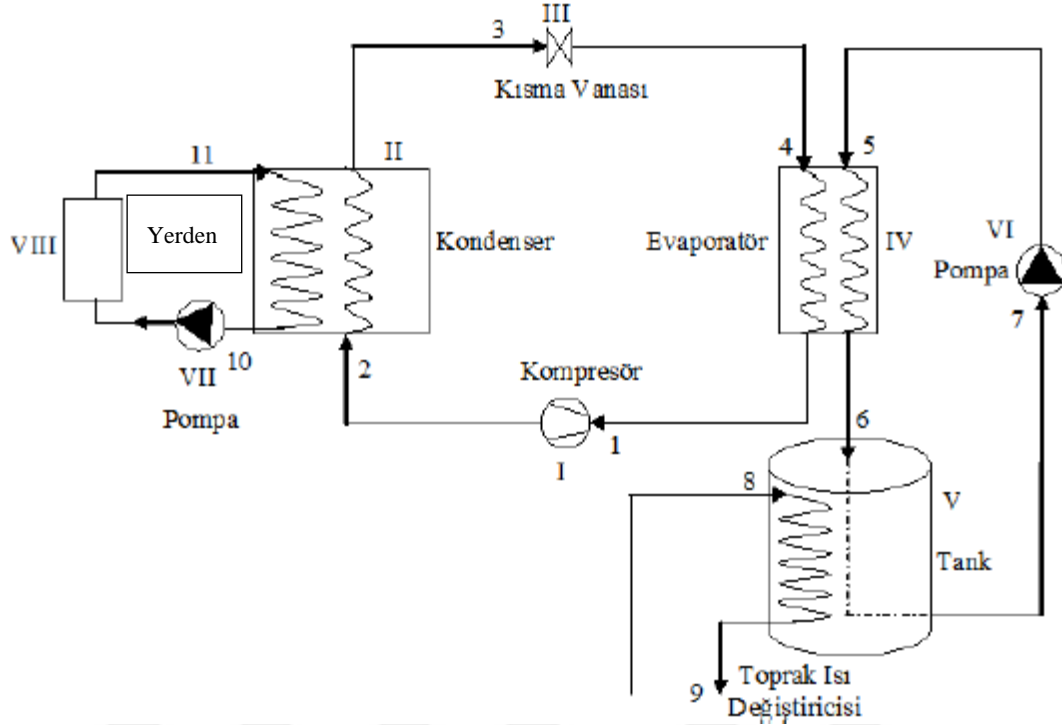
$$\psi = \frac{1947,8 \text{ W}}{4739 \text{ W}}$$

$$\psi = 0,41$$

- **Toprak Kaynaklı Isı Pompası**

Isı pompaları ısıtma ihtiyacı için hem enerji verimliliği hem de maliyet verimliliği sağlar. Isıtma sisteminin bu tipinin en önemli avantajı hacim ısıtması için ısı pompasının işletilmesi için gerekli olan enerjiden daha az enerji tüketim değeri sunmasıdır. Gerçekte, modern elektrikli ısı pompalarının performans katsayıları (COP) 3,5 ve 5,5 arasında değişmektedir. Bunun manası ise, her bir kWh güç tüketimi başına, 3,5 ile 5,5 kWh ısıtma enerjisi oluşturulmasıdır (Hepbaşlı, 2011). Bu yüksek performans avantajına ek olarak, düşük kirliliğe neden olması, hem ısıtma ve hem de soğutma uygulamalarında kullanılabilmesi,

aynı zamanda endüstriyel uygulamalarında bulunması ısı pompalarının popülaritesini arttırmaktadır.



Şekil 6.5: Teorik Isı Pompası Isıtma Sisteminin şematik gösterimi

Şekil 6.5’ de teorik ısı pompası sisteminin şematik sunumu görülmektedir. Isı pompası bileşenleri olan kompresör, kondenser, kısma vanası ve evaporatörde çalışma akışkanı olarak R134a; zemin ısıtma sistemi, tank ve pompa alt sistemlerinde ise suyun kullanıldığı kabul edilmiştir.

Toprak kaynaklı ısı pompası sistemi bileşenleri için sıcaklık, basınç, kütle akış debisi, özgül entalpi, özgül entropi değerleri Çizelge 6.3’de verilmiştir. Referans sıcaklık ve basınç değerleri sırasıyla 0°C ve 101,3 kPa olarak alınmıştır. Suyun ve soğutucu akışkan olarak kullanılan R134a’nın termodinamik özellikleri (Öztürk,M., 2014) den alınmıştır.

Çizelge 6.3:Toprak kaynaklı ısı pompası sisteminin proses verileri

	Akışkan	Akışkan fazı	Sıcaklık (°C)	Basınç (kPa)	Spesifik entalpi (kJ/kg)	Spesifik entropi (kJ/kg.K)	Kütle akış hızı (kg/s)
0	Soğutucu	Ölü durum	0	101.3	255.60	1.032	-
0	Su	Ölü durum	0	101.3	0	0	-
1	Soğutucu	Isıtılmış buhar	-2.00	272.3	249.30	0.9326	0.066
2s	Soğutucu	Isıtılmış buhar	54.00	1254	281.70	0.9344	0.066
2a	Soğutucu	Isıtılmış buhar	59.00	1254	287.40	0.9518	0.066
3	Soğutucu	Sıkıştırılmış sıvı	45.00	1254	115.80	0.418	0.066
4	Soğutucu	Karışım	-5.00	272.3	115.80	0.442	0.066
5	Su	Sıkıştırılmış sıvı	35.00	101.3	146.70	0.5049	0.42
6	Su	Sıkıştırılmış sıvı	28.00	101.3	117.40	0.4088	0.42
7s	Su	Sıkıştırılmış sıvı	28.46	101.3	119.30	0.4152	0.42
7a	Su	Sıkıştırılmış sıvı	28.64	101.3	120.10	0.4177	0.42
8s	Su	Sıkıştırılmış sıvı	5.96	101.3	25.15	0.0907	0.54
8a	Su	Sıkıştırılmış sıvı	6.00	101.3	25.32	0.0913	0.54
9	Su	Sıkıştırılmış sıvı	2.10	101.3	8.924	0.0321	0.54
10	Su	Sıkıştırılmış sıvı	5.86	101.3	24.73	0.0892	0.54
11	Su	Sıkıştırılmış sıvı	6.25	101.3	26.37	0.0951	0.51
12	Su	Sıkıştırılmış sıvı	2.25	101.3	9.55	0.0344	0.51
13s	Su	Sıkıştırılmış sıvı	2.27	101.3	9.64	0.0347	0.51
13a	Su	Sıkıştırılmış sıvı	2.28	101.3	9.68	0.0349	0.51

Isı pompası proseslerini incelemek için aşağıda belirtilen kabuller yapılmıştır:

- Referans çevre sıcaklığı (T_0) ve basıncı (P_0) sırasıyla 0 °C ve 1 atm olarak alınmıştır.
- Isı pompası sisteminin tüm prosesleri kararlı hal şartlarında bulunmaktadır.
- Sisteme olan ısı ve iş transferi sırasıyla pozitif ve negatif alınmıştır.
- Sabit spesifik sıcaklıkta hava ideal gaz gibi davranmaktadır.
- Kompresörün mekanik ($\eta_{komp,mek}$) ve kompresör motorunun elektrik ($\eta_{komp,elek}$) verimlilikleri sırasıyla %68 ve %69 olarak alınmıştır. Kompresör güç girdisi 0,149 Kw olduğu andaki gerçek verilere bağlı olarak alınmıştır (Ozturk, M., (2011) 1-20).
- Sirkülasyon pompasının mekanik ($\eta_{pompa,mek}$) ve sirkülasyon pompası motorunun elektrik ($\eta_{pompa,elek}$) verimlilikleri sırasıyla %82 ve %88 olarak alınmıştır. Bu değerler pompanın karakteristik eğrisinden elde edilmiştir (Yannas, S., 1994).

Isı Pompası Sisteminin Enerji ve Ekserji Analizi :

Şekil 6.5' de gösterilen ısı pompası sisteminin her bir bileşeni için genel kütle, enerji ve ekserji denge denklemleri aşağıda verildiği gibi elde edilmiştir (Ozturk, M., Elbir, A., Ozek, N., Yakut, A.K., 2012, 52-68).

Kompresör (I)

Kütle dengesi;

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_{2,s} = \dot{m}_{2,a} = \dot{m}_r \quad (6.63)$$

$$0,066\text{kg/s}=0,066\text{kg/s}=0,066\text{kg/s}=0,066\text{kg/s}$$

Enerji dengesi;

$$\dot{W}_{komp} = \dot{m}_r (h_{2,a} - h_1) \quad (6.64)$$

$$\dot{W}_{komp} = 0,066\text{kg/s} (287,4\text{kJ/kg}-249,3\text{kJ/kg})$$

$$\dot{W}_{komp} = 2,51\text{kJ/h}=0,0007\text{kW}$$

Ekserji dengesi;

$$\dot{E}x_{Y,komp} = \dot{m}_r [(h_1 - h_{2,a}) - T_0 (s_1 - s_{2,a})] + \dot{W}_{komp,elek} \quad (6.65)$$

burada çevreye olan ısı kayıpları ihmal edilmiştir.

$$\dot{E}x_{Y,komp} = 0,066\text{kg/s} [(249,3\text{kJ/kg}-287,4\text{kJ/kg})-0^\circ\text{C}+273(0,9326\text{kJ/kg.K}-0,9518\text{kJ/kg.K})]+5,4\text{kJ/h}$$

$$\dot{E}x_{Y,komp} = 3,23\text{kJ/h}$$

$\dot{W}_{komp,elek}$ aşağıda verilen ifadeden bulunabilir;

$$\dot{W}_{komp,elek} = \frac{W_{komp}}{\eta_{komp,elek} \eta_{komp,mek}} \quad (6.66)$$

$$\dot{W}_{komp,elek} = \frac{0,0007\text{kW}}{0,69 \cdot 0,68} = 0,0015\text{kW}$$

Kondenser (II)

Kütle dengesi;

$$\dot{m}_2 = \dot{m}_3 = \dot{m}_r ; \dot{m}_{10} = \dot{m}_{11,s} = \dot{m}_{11,a} = \dot{m}_{w,f\ hs} \quad (6.67)$$

$$0,066\text{kg/s}=0,066\text{kg/s}=0,066\text{kg/s}; 0,54\text{ kg/s}=0,54\text{ kg/s}=0,54\text{ kg/s}=0,54\text{ kg/s}$$

Enerji dengesi;

$$\dot{Q}_{kond} = \dot{m}_r (h_{2,a} - h_3) ; \dot{Q}_{kond} = \dot{m}_{w,f\ hs} (h_{10} - h_{12}) \quad (6.68)$$

$$\dot{Q}_{kond} = 0,066\text{kg/s} (287,4\text{kJ/kg}-115,8\text{kJ/kg})=11,32\text{kJ/h}; \dot{Q}_{kond} = 0,54\text{ kg/s} (24,73\text{ kJ/kg}-9,55\text{kJ/kg})=8,19\text{kJ/h}$$

Ekserji dengesi;

$$\dot{E}x_{Y,kond} = \dot{m}_r [(h_{2,a} - h_3) - T_0 (s_{2,a} - s_3)] + \dot{m}_{w,f\ hs} [(h_{10} - h_{12}) - T_0 (s_{10} - s_{12})] \quad (6.69)$$

$$\dot{E}x_{Y,kond} = 0,066\text{kg/s}[(287,4\text{kJ/kg}-115,8\text{kJ/kg})-0^\circ\text{C}+273(0,9518\text{kJ/kg.K}-0,418\text{kJ/kg.K})]+ 0,54\text{ kg/s}[(24,73\text{kJ/kg}-9,55\text{kJ/kg})-0^\circ\text{C}+273(0,0892\text{kJ/kg.K}-0,0344\text{kJ/kg.K})]$$

$$\dot{E}x_{Y,kond} = 1,8\text{kJ/h}$$

Kısma Vanası (III)

Kütle dengesi;

$$\dot{m}_3 = \dot{m}_4 = \dot{m}_r \quad (6.70)$$

$$0,066\text{kg/s}=0,066\text{kg/s}=0,066\text{kg/s}$$

Enerji dengesi;

$$h_3 = h_4 \quad (6.71)$$

$$115,8\text{kJ/kg}=115,8\text{kJ/kg}$$

Ekserji dengesi;

$$\dot{E}x_{Y,kis-van} = \dot{m}_r [(h_3 - h_4) - T_0 (s_3 - s_4)] \quad (6.72)$$

$$\dot{E}x_{Y,kis-van} = 0,066\text{kg/s} [(115,8\text{kJ/kg}-115,8\text{kJ/kg})-0^\circ\text{C}+273(0,418\text{kJ/kg.K}-0,442\text{kJ/kg.K})]$$

$$\dot{E}x_{Y,kis-van} = 0,4324\text{ kJ/h}=0,00012\text{kW}$$

Evaporatör (IV)

Kütle dengesi;

$$\dot{m}_4 = \dot{m}_1 = \dot{m}_r ; \dot{m}_7 = \dot{m}_6 = \dot{m}_{5,s} = \dot{m}_{5,a} = \dot{m}_{w,t} \quad (6.73)$$

$$0,066\text{kg/s}=0,066\text{kg/s}=0,066\text{kg/s}; 0,42\text{kg/s}=0,42\text{kg/s}=0,42\text{kg/s}=0,42\text{kg/s}=0,42\text{kg/s}$$

Enerji dengesi;

$$\dot{Q}_{eva} = \dot{m}_r (h_1 - h_4) ; \dot{Q}_{eva} = \dot{m}_{w,t} (h_5 - h_6) \quad (6.74)$$

$$\dot{Q}_{eva} = 0,066\text{kg/s}(249,3\text{kJ/kg}-115,8\text{kJ/kg})=8,811\text{kJ/h}=0,0024\text{kW}$$

$$\dot{Q}_{eva} = 0,42\text{kg/s}(146,7\text{kJ/kg}-117,4\text{kJ/kg})= 12,306\text{kJ/h}=0,0035\text{kW}$$

Ekserji dengesi;

$$\dot{E}x_{Y,eva} = \dot{m}_r [(h_4 - h_1) - T_0 (s_4 - s_1)] + \dot{m}_{w,t} [(h_{8,a} - h_9) - T_0 (s_{8,a} - s_9)] \quad (6.75)$$

$$\dot{E}x_{Y,eva} = 0,066\text{kg/s} [(115,8\text{kJ/kg}-249,3\text{kJ/kg})- 0^\circ\text{C}+273(0,442\text{kJ/kg.K}-0,9326\text{kJ/kg.K})]+ 0,42\text{kg/s}[(25,32\text{kJ/kg}-8,924\text{kJ/kg})- 0^\circ\text{C}+273(0,0913\text{kJ/kg.K}-0,0321\text{kJ/kg.K})]$$

$$\dot{E}x_{Y,eva} = 0,127\text{kJ/h}=0,00004\text{kW}$$

Tank (V)

Kütle dengesi;

$$\dot{m}_6 = \dot{m}_7 = \dot{m}_{w,t} ; \dot{m}_8 = \dot{m}_9 = \dot{m}_{w,ghs} \quad (6.76)$$

$$0,42\text{kg/s}=0,42\text{kg/s}=0,42\text{kg/s}; 0,54\text{kg/s}=0,54\text{kg/s}=0,54\text{kg/s}$$

Enerji dengesi;

$$\dot{Q}_{id} = \dot{m}_{w,t} (h_7 - h_6) ; \dot{Q}_{ip} = \dot{m}_{w,ghs} (h_8 - h_9) \quad (6.77)$$

$$\dot{Q}_{id}=0,42\text{kg/s}(119,7\text{kJ/kg}-117,4\text{kJ/kg})=0,966\text{kJ/h}=0,0003\text{kW};$$

$$\dot{Q}_{ip} = 0,54\text{kg/s}(25,23\text{kJ/kg}-8,924 \text{ kJ/kg})=8,8052\text{kJ/h}= 0,0024\text{kW}$$

Ekserji dengesi;

$$\dot{E}x_{Y,tank} = \dot{m}_{w,t}[(h_7 - h_6) - T_0(s_7 - s_6)] + \dot{m}_{w,ghs}[(h_8 - h_9) - T_0(s_8 - s_9)] \quad (6.78)$$

$$\begin{aligned} \dot{E}x_{Y,tank} &= 0,42\text{kg/s}[(119,7\text{kJ/kg}-117,4\text{kJ/kg})-0^\circ\text{C}+273(0,4165\text{kJ/kg.K}-0,4088 \\ &\text{kJ/kg.K})]+ 0,54\text{kg/s}[(25,23\text{kJ/kg}-8,924 \text{ kJ/kg})-0^\circ\text{C}+273(0,091\text{kJ/kg.K}-0,0321 \\ &\text{kJ/kg.K})] \end{aligned}$$

$$\dot{E}x_{Y,tank} = 0,2021\text{kJ/h}=0,00006\text{kW}$$

Sirkülasyon Pompası I (VI)

Kütle dengesi;

$$\dot{m}_7 = \dot{m}_{5,s} = \dot{m}_{5,a} = \dot{m}_{w,fs} \quad (6.79)$$

$$0,42\text{kg/s}=0,42\text{kg/s}=0,42\text{kg/s}=0,42\text{kg/s}$$

Enerji dengesi;

$$\dot{W}_{sp-I} = \dot{m}_{w,fs} (h_{5,a} - h_7) \quad (6.80)$$

$$\dot{W}_{sp-I} = 0,42\text{kg/s} (146,7\text{kJ/kg}-119,7\text{kJ/kg})$$

$$\dot{W}_{sp-I} = 11,34\text{kJ/h}=0,0032\text{kW}$$

Ekserji dengesi;

$$\dot{E}x_{Y,sp-I} = \dot{m}_w[(h_7 - h_{5,a}) - T_0(s_7 - s_{5,a})] + \dot{W}_{sp-I,elek} \quad (6.81)$$

burada çevreye olan ısı kayıpları ihmal edilmiştir.

$$\dot{E}x_{Y,sp-I} = 0,42\text{kg/s} [(119,7\text{kJ/kg}-146,7\text{kJ/kg})-0^\circ\text{C}+273(0,4165\text{kJ/kg.K}-0,5042\text{kJ/kg.K})]+15,84\text{kJ/h}$$

$$\dot{E}x_{Y,sp-I} = 14,55\text{kJ/h}=0,004\text{kW}$$

$$\dot{W}_{sp-I,elek} = \frac{W_{sp-I}}{\eta_{p,elek} \eta_{p,mek}} \quad (6.82)$$

$$\dot{W}_{sp-I,elek} = \frac{0,0032\text{kW}}{0,88 \times 0,82} = 0,0044 \text{ kW}$$

Sirkülasyon Pompası II (VII)

Kütle dengesi;

$$\dot{m}_{10} = \dot{m}_{11,s} = \dot{m}_{11,a} = \dot{m}_{w,t} \quad (6.83)$$

$$0,54\text{kg/s}=0,54\text{kg/s}=0,54\text{kg/s}=0,54\text{kg/s}$$

Enerji dengesi;

$$\dot{W}_{sp-II} = \dot{m}_{w,t} (h_{11,a} - h_{10}) \quad (6.84)$$

$$\dot{W}_{sp-II} = 0,54\text{kg/s}(25,55\text{kJ/kg}-24,73\text{kJ/kg})$$

$$\dot{W}_{sp-II} = 0,4428\text{kJ/h}=0,000123\text{kW}$$

Ekserji dengesi;

$$\dot{E}x_{Y,sp-II} = \dot{m}_{w,t} [(h_{10} - h_{11,a}) - T_0(s_{10} - s_{11,a})] + \dot{W}_{sp-II,elek} \quad (6.85)$$

burada çevreye olan ısı kayıpları ihmal edilmiştir.

$$\dot{E}x_{Y,sp-II} = 0,54\text{kg/s} [(24,73\text{kJ/kg}-25,55\text{kJ/kg})-0^\circ\text{C}+273(0,0892\text{kJ/kg.K}-0,0922\text{kJ/kg.K})]+0,4968\text{kJ/h}$$

$$\dot{E}x_{Y,sp-II} = 0,4962 \text{ kJ/h}=0,00014\text{kW}$$

$$\dot{W}_{sp-II,elek} = \frac{W_{sp-II}}{\eta_{p,elek} \eta_{p,mek}} \quad (6.86)$$

$$\dot{W}_{sp-II,elek} = \frac{0,000123\text{kW}}{0,88 \times 0,82} = 0,00017\text{kW}$$

Yerden ısıtma (VIII)

Kütle dengesi;

$$\dot{m}_{11} = \dot{m}_{12} = \dot{m}_{hwt} \quad (6.87)$$

$$0,51\text{kg/s}=0,51\text{kg/s}=0,51\text{kg/s}$$

Enerji dengesi;

$$\dot{Q}_{\text{yerden ısıtma}} = \dot{m}_{\text{hwt}}(h_{11} - h_{12}) \quad (6.88)$$

$$\dot{Q}_{\text{yerden ısıtma}} = 0,51\text{kg/s} (26,37\text{kJ/kg}-9,55\text{kJ/kg})$$

$$\dot{Q}_{\text{yerden ısıtma}} = 8,578\text{kJ/h}$$

Ekserji dengesi;

$$\dot{E}x_{Y,\text{yerden ısıtma}} = \dot{m}_{\text{hwt}}[(h_{11} - h_{12}) - T_0(s_{11} - s_{12})] - \dot{Q}_{\text{yerden ısıtma}}(1 - T_0/T_{\text{oda}}) \quad (6.89)$$

$$\dot{E}x_{Y,\text{yerden ısıtma}} = 0,51\text{kg/s}[(26,37\text{kJ/kg}-9,55\text{kJ/kg})-0^\circ\text{C}+273(0,0951\text{kJ/kg.K}-0,0344\text{kJ/kg.K})] - 8,578\text{kJ/h}(1 - (0^\circ\text{C}+273/22^\circ\text{C}+273))$$

$$\dot{E}x_{Y,\text{yerden ısıtma}} = 0,5128\text{kJ/h}=0,00014\text{kW}$$

Isı Pompası Sisteminin Enerji ve Ekserji Verimliliği :

Isı pompası ünitesinin, Şekil 6.5' de verilen I-IV komponentler, enerji verimliliği aşağıdaki gibi verilebilir;

$$COP_{HP} = \frac{\dot{m}_{\text{hwt}}c_{p,\text{hwt}}(T_{10} - T_{12})}{W_{\text{komp,elek}}} \quad (6.90)$$

$$COP_{HP} = \frac{0,42\text{kg/s} \cdot 4,18\text{kJ/kg.K} \cdot (5,86^\circ\text{C} + 273) - (2,25^\circ\text{C} + 273)}{0,0015\text{kW}}$$

$$COP_{HP} = 1,17$$

Şekil 6.5' de gösterilen I-VIII komponentlerden oluşan ısı pompası sisteminin toplam enerji verimliliği aşağıda verilen ifade yardımı ile hesaplanabilir;

$$COP_{HPS} = \frac{\dot{m}_{\text{hwt}}c_{p,\text{hwt}}(T_{10} - T_{12})}{W_{\text{komp,elek}} + W_{p-I,\text{elek}} + W_{p-II,\text{elek}}} \quad (6.91)$$

$$COP_{HPS} = \frac{0,51\text{kg/s} \cdot 4,22\text{kJ/kg.K} \cdot (5,86^\circ\text{C} + 273) - (2,25^\circ\text{C} + 273)}{0,0015\text{kW} + 0,0044\text{kW} + 0,00017\text{kW}}$$

$$COP_{HPS} = 0,35$$

Enerji verimliliğine benzer olarak ısı pompası ünitesinin (I-IV) ve ısı pompası sisteminin (I-VIII) ekserji verimlilikleri sırasıyla aşağıda verilmiştir.

$$\psi_{HP} = \frac{Ex_{giriş-kond} - Ex_{çıkış-kond}}{W_{komp,elek}} \quad (6.92)$$

$$\psi_{HP} = \frac{\frac{3,23kJ}{h} - \frac{0,4824kJ}{h}}{5,4kJ/h}$$

$$\psi_{HP} = 0,52$$

$$\psi_{HPS} = \frac{Ex_{giriş-kond} - Ex_{çıkış-kond}}{W_{komp,elek} + W_{p-I,elek} + W_{p-II,elek}} \quad (6.93)$$

$$\psi_{HPS} = \frac{3,23kJ/h - 0,5128kJ/h}{0,0015kW + 0,0044kW + 0,00017kW}$$

$$\psi_{HPS} = 0,12$$

Ekserji verimliliği ifadesi yardımıyla ısı pompası sisteminin ve tüm sistemin performansı aşağıda verilen denklemler kullanılarak hesaplanabilir;

$$COP_{ex,GSHP} = \frac{Q_{kond} \left[1 - \left(\frac{T_0}{T_{kond}}\right)\right]}{W_{komp,elek}} \quad (6.94)$$

$$COP_{ex,GSHP} = \frac{11,32kJ/h \left[1 - \left(\frac{0^\circ C + 273}{45^\circ C + 273}\right)\right]}{5,4kJ/h}$$

$$COP_{ex,GSHP} = 0,29$$

$$COP_{ex,sys} = \frac{Q_{kond} \left[1 - \left(\frac{T_0}{T_{kond}}\right)\right]}{W_{komp,elek} + W_{p-I,elek} + W_{p-II,elek}} \quad (6.95)$$

$$COP_{ex,sys} = \frac{11,32kJ/h \left[1 - \left(\frac{0^\circ C + 273}{45^\circ C + 273}\right)\right]}{0,0015kW + 0,0044kW + 0,00017kW}$$

$$COP_{ex,sys} = 0,07$$



7 YEŞİL BİNALARIN TERMODİNAMİK ANALİZİ

7.1 Binanın tanımı

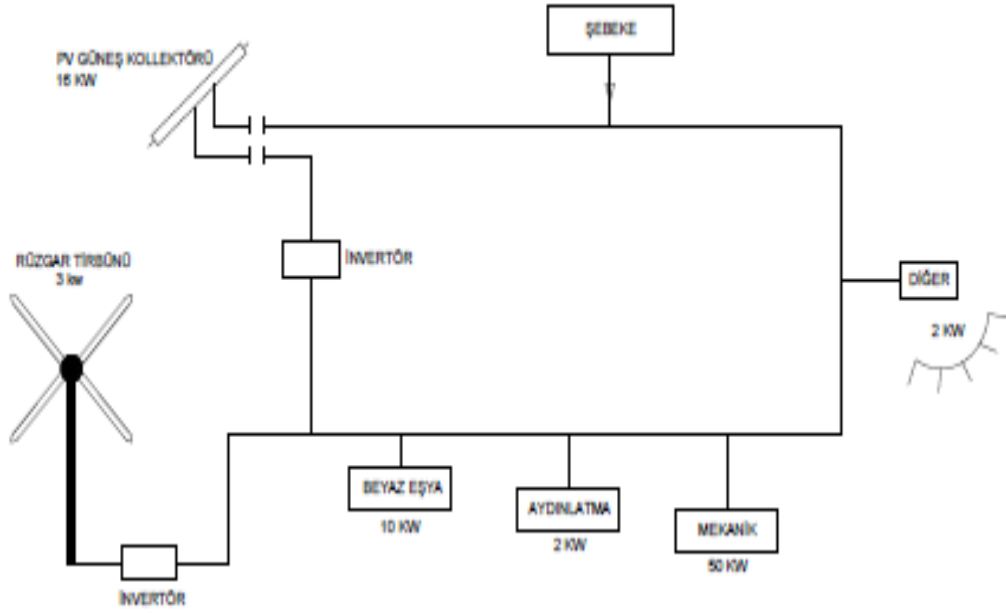
Bina İstanbul'da yer almaktadır ve konut olarak kullanılmaktadır. Saha konumu, bina şekli ve yönü, bina zarfı, yerel iklimsel özellikler gibi unsurlar ayrıca; güneş enerjisi yönünü göz önünde bulundurma, hakim olan rüzgarlar, doğal ışık mevcudiyeti, komşuluğundaki yapılar ile yaratılan gölgeleme tasarım aşamasında dikkate alınmıştır. Doğal aydınlatma ve gün ışığından maksimum faydalanma için camların yönü ve özellikleri buna göre belirlenmiştir. Gün ışığı aydınlatması ile enerji maliyetlerinin azaltılması amaçlanmıştır. Uygun aydınlatma sistemi tasarlanmış ve verimli ampuller kullanılmıştır. Bina doğal havalandırma sistemine göre tasarlanmıştır. Mimari kat bazında incelendiğinde bodrum kat 494 m², zemin kat 249 m² ve 1.kat 221 m² olmak üzere, yaklaşık 964 m² dir. Bina; yeşil bina kriterlerine uygun olarak tasarlanmıştır ve LEED kriterlerine uygunluğu Ek A'da yer alan listede görülmektedir. Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesapları HAP (Hourly Analysis Program) da hesaplanmıştır (Ek B). HAP programının İstanbul iklim şartları verilerine göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 7.1: Binada yer alan sistemler

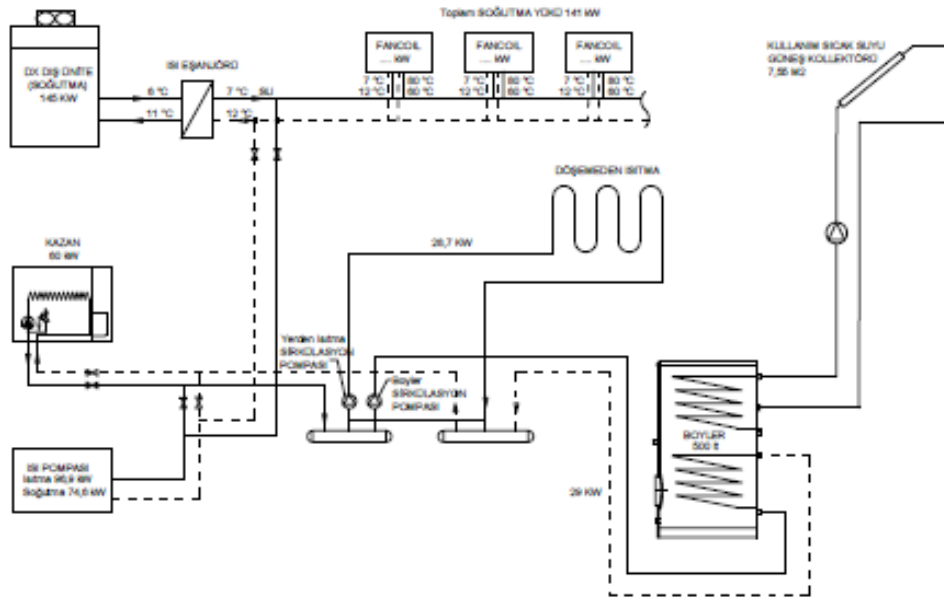
Kullanım sıcak su boyleri
Yoğuşmalı kazan
Kazan genişleme tankı
Kazan sirkülasyon pompası
Toprak kaynaklı ısı pompası
Kullanım sıcak suyu güneş kolektörü
Güneş enerjisi sirkülasyon pompası
Güneş enerjisi kapalı genişleme deposu
Dx dış ünite
Fancoil ünitesi

Çizelge 7.1: (devam)Binada yer alan sistemler

Plakalı ısı eşanjörü
Rüzgar türbini
Pv güneş kollektörü
Yerden ısıtma sistemi



Şekil 7.1: Elektrik Sistem Akış Şeması



Şekil 7.2: Sistem Akış Şeması

7.2 Hesaplamalar

7.2.1 Kullanım Sıcak Suyu Sistemi Boyler Hesabı

Aşağıda detayı verilen hesaplama göre;çift serpantinli boyler hacmi 500 lt/h olarak bulunmuştur. Seçimi yapılan boylerin teknik detayları Ek D’de yer almaktadır.

Çizelge 7.2: Boyler hesabı

BOYLER HESABI									
SICAK SU KULLANIM CİHAZLARI	SICAK SU İHTİYACI								
	ADET	BAĞIMSIZ EV	APARTMAN	HASTANE	OTEL	OFİS	İBADETHANE	ENDÜSTRİ	
ÖZEL LAVABO	9	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	l/h
GENEL LAVABO			0	0	0	0	0	0	l/h
BANYO	7	1050	1050	1750	1750	805			l/h
BULAŞIK MAKİNASI		0	0	0	0	0	0	0	l/h
ÇAMAŞIR MAKİNASI		0	0	0	0	0			l/h
EVİYE		0	0	0	0	0	0	0	l/h
TOPLAM SICAK SU İHTİYACI		1.117,5	1.117,5	1.817,5	1.817,5	872,5	67,5	67,5	l/h
KULLANMA FAKTÖRÜ		0,6	0,3	0,25	0,25	0,3	0,5	0,4	
ORTALAMA ANİ İHTİYAÇ		670,5	335,3	454,4	454,4	261,8	33,8	27,0	l/h
BOYLER HACMİ		469	235	273	364	419	34	27	l/h
SERPANTİN KAPASİTESİ		23.546	11.773	13.677	18.236	21.010	1.693	1.355	kcal/h
SERPANTİN KAPASİTESİ		27	14	16	21	24	2	2	kW
BOYLER RESİRKÜLASYON POMPA DEBİSİ		0,12	0,06	0,07	0,09	0,10	0,01	0,01	m ³ /h
BOYLER ISITMA POMPA DEBİSİ		1,18	0,59	0,68	0,91	1,05	0,08	0,07	m ³ /h

Boyer için ısıtıcı ekipman kapasitesi aşağıdaki formülle bulunur:

$$Q = m_{ss} \times c \times (t_{\text{ç}} - t_{\text{g}}) \quad (7.1)$$

Q : Boyler ısıtıcı serpantin gücü (kullanma sıcak suyu yükü) (kcal/h)

m_{ss}: Sıcak su ihtiyacı (lt/h)

c : Suyun özgül ısısı (1 kcal/kg °C)

t_ç : Su çıkış sıcaklığı (Boyerde üretilmesi istenen su sıcaklığı) (°C)

tg : Su giriş sıcaklığı (Şebeke suyu sıcaklığı) (°C)

tç : 60 °C

$$Q = 500 \text{ lt/h} * 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} * (60-10) ^\circ\text{C} = 25.000 \text{ kcal/h}$$

7.2.2 Kazan Hesabı

$$\text{Bina ısı kaybı} = 23.218 \text{ Watt} = 23,2 \text{ kw} \quad (7.2)$$

$$\text{Boylar} = (25.000 \text{ kcal/h})/860 = 29,06 \text{ kw} \sim 29 \text{ kw}$$

$$\text{Toplam Kazan Kapasitesi} = 29 \text{ kw} + 23,2 \text{ kw} = 52,2 \text{ kw} \quad (7.3)$$

Toplam kazan kapasitesi %10 artırım yapılarak bulunur.

$$\text{Kazan Kapasitesi} = 52,2 \text{ kw} * 1.1 = 57,42 \text{ kw} \sim 60 \text{ kw} \quad (7.4)$$

Seçimi yapılan kazanın teknik detayları ve ayrıca HAP programıyla yapılan kazan hesabı da Ek E' de yer almaktadır.

7.2.2.1 Kazan Genleşme Deposu Hesabı

Aşağıda detayı yer alan hesaplama göre 75 litre genleşme tankı seçilmiştir.

Çizelge 7.3: Genleşme tankı hesabı

GENLEŞME TANKI HESABI			
KAZAN KAPASİTESİ (kcal/h) =	51600		
KAZAN KAPASİTESİ (kW) =	60		
TESİSATIN SU HACMİ =	KAZAN KAPASİTESİ (kW) x ISITMA		
FAKTÖRÜ			
			<input type="text" value="YERDEN ISITMA"/>
1110	LİTRE =	60	x 18,5
		<i>YERDEN ISITMA</i>	18,5
		<i>ÇELİK RADYATÖR</i>	16
		<i>DÖKÜM RADYATÖR</i>	12
		<i>PANEL RADYATÖR</i>	8,33
		<i>KONVEKTÖR</i>	5,2

Çizelge 7.3: (devam)Genleşme tankı hesabı

		55-45 ISITMA ▼	
GENLEŞEN SU HACMİ (V_e) =	TESİSATIN SU HACMİ	X	1,2
		100	
	= 13,3	LİTRE	K 2,86 90-70 ISITMA
			K 0,61 SOĞUTMA
			K 1,2 55-45 ISITMA
SİSTEM SOĞUKKEN TANKTAKİ SU MİKTARI (V_v)		TESİSATIN SU HACMİ x 0.005	
=		= 5,6	Litre
Paçma (EMNİYET VENTİLİ AÇMA BASINCI) = Pstatik + 1 (Bar)			
Pe = Paçma - 0.5 (Bar)	Paçma = 3,5	(Bar)	
Pe = 3,0	(Bar)		
	BİNA		
	YÜKSEKLİĞİ (m) 20		
	Pstatik = 2	(Bar)	
KÜÇÜK KAPASİTELERDE NOMİNAL HACİM V_v	75	Litre	
BÜYÜK KAPASİTELERDE NOMİNAL HACİM V_v	59	LİTRE	

7.2.2.2 Kazan Sirkülasyon Pompası Hesabı

$$\Delta t = (80-60) \text{ } ^\circ\text{C} = 20 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7.5)$$

$$\text{Kazan kapasitesi}/\Delta t = 51600\text{kcal/h} / (20^\circ\text{C} * 1000) = 2.6 \text{ m}^3/\text{h} \quad (7.6)$$

$$H_m = \text{Binanın (Eni+Boyu+Yüksekliği)} * 0.06 \quad (7.7)$$

$H_m = 54 * 0.06 = 3.24$ mSS bir üstü seçildi 4mSS kabul edildi.

Pompa $2.6 \text{ m}^3/\text{h}$ 4 mSS seçilir. Pompa teknik detayları Ek F'de yer almaktadır.

7.2.3 Toprak Kaynaklı Isı Pompası Seçimi

Toprak kaynaklı ısı pompası seçimi; 60 kw Isıtma ihtiyacı, 141 kw soğutma ihtiyacı göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Aşağıda teknik özellikleri verilen Vitocal 350-G BW 352.A097/BW 352.A097SA modeli seçilmiştir. Isı pompası teknik detayları ve HAP'da yapılan hesabı da Ek G' de yer almaktadır.

$Q = 96,9$ kW Isıtma kapasitesi

$Q_K = 74,6$ kW Soğutma kapasitesi

7.2.4 Kullanım Sıcak Suyu Eldesi İçin Güneş Kollektörü Seçimi

Toplam yüzey alanı $7,55 \text{ m}^2$ olan 3 adet güneş paneli hesaplanmıştır. Seçimi yapılan kollektör ve simülasyonu Ek H'de yer almaktadır.

7.2.4.1 Güneş Enerjisi Sirkülasyon Pompası Hesabı

$$Q = m * c * \Delta t \quad (7.8)$$

$$\text{Sirkülasyon pompası} = \text{Kazan kapasitesi} / (\Delta t * 1000) \quad (7.9)$$

$\text{Sirkülasyon pompası} = (25000 \text{ kcal/h}) / (20 * 1000) = 1,25 \text{ m}^3/\text{h}$ yaklaşık $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ alınır.

Pompa Basma Yüksekliği Hesabı

$$H_m = \text{Binanın (Eni+Boyu+Yüksekliği)} * 0,04 \text{ mSS} \quad (7.10)$$

$$H_m = (54) * 0,04 = 2,16 \text{ mSS} \sim 2,2 \text{ mSS}$$

Pompa $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ 2,2 mSS seçilir. Pompa teknik detayları Ek I'da yer almaktadır.

7.2.4.2 Güneş Enerjisi Kapalı Genleşme Deposu Seçimi

$V_G =$ Sistemdeki genleşen su hacmi

$V_S =$ Sistemdeki toplam su hacmi

$V_v =$ Başlangıçta genleşme tankının içindeki su hacmi

V_N = Nominal hacim

Q = Kazanın nominal ısıtma kapasitesi (kcal/h)

f = Isıtıcılara ait ısı yayma gücü (lt/1000 kcal/h)

Çizelge 7.4: Bazı ısıtıcılara ait ısı yayma güçleri

Isıtıcı Elemanlar	f (lt/1000 kcal/h)
Konvektör	6
Fan coil	8
Panel radyatör	10
Döküm radyatör	12
Çelik radyatör	14
Yerden ısıtma	18,5

Güneş paneli için $f=18,5$

$$V_s = Q * f \text{ (litre)} \quad (7.11)$$

$$V_s = 25000 \text{ kcal/h} * 18,5 \text{ lt/1000 kcal/h} = 463 \text{ litre}$$

Çizelge 7.5: Çeşitli sıcaklıklardaki suyun genleşme katsayısı

°C	n	°C	n
0	0.0001	65	0.0198
10	0.0002	70	0.0227
20	0.0017	75	0.0258
30	0.0043	80	0.0290
40	0.0078	85	0.0324
50	0.0121	90	0.0359
55	0.0145	95	0.0396
60	0.0171	100	0.0434

50 °C için $n=0,0121$ tablodan

$$V_G = V_s * n \text{ (litre)} \quad (7.12)$$

$$V_G = 463 \text{ litre} * 0,0121 = 5,6 \text{ litre}$$

$$V_v = V_s * 0,005 = 463 \text{ litre} * 0,005 = 2,3 \text{ litre} \sim 3 \text{ litre} \quad (7.13)$$

$$V_n = (3 + 5,6) * [(2+1)/(2-1)]$$

Bu hesaba göre 25,8 litrelik bulunan sonuca göre 50 litre genişleme tankı seçildi.

7.2.5 DX Dış Ünite Seçimi

Hesaplanan 140,36 Kw soğutma yüküne göre; 145 Kw kapasiteli RXYQ52T model Dx dış ünite seçilmiştir. Seçilen dış ünitenin teknik detayları ve HAP hesabı Ek J' de yer almaktadır.

7.2.6 Fancoil Seçimi

Hesaplanan 140,36 Kw soğutma yükü ve 23,2 Kw ısıtma yüküne göre; 4 borulu fancoiller sistemi uygulanmıştır. Binanın ısıtma ve soğutması fancoillerle de sağlanmaktadır. Fancoil ünitesinin gidiş ve dönüş sıcaklıkları; ısıtma tarafı için 80°C ve 60°C iken, soğutma tarafı 7°C ve 12°C dir. Isıtma kapasitesi 2 Kw ve soğutma kapasitesi 0,68 Kw' dır. Fancoil ünitesi teknik detayları Ek K' de yer almaktadır.

7.2.7 Plakalı Tip Isı Eşanjörü Seçimi

Binanın hesaplanan soğutma yükü olan 140,36 Kw~141 Kw a uygun bir eşanjör seçilmiştir.

Eşanjörün teknik detayları Ek L' de yer almaktadır.

7.2.8 Rüzgar Türbini Seçimi

Binanın ihtiyaçları göz önünde bulundurularak 3 Kw'lık rüzgar türbini seçilmiştir. Rüzgar türbininin teknik özellikleri Ek M' de yer almaktadır.

7.2.9 Pv Güneş kollektörü Seçimi

Binanın elektrik tüketiminin 64 Kw olduğu belirlenmiştir. Ek N' de teknik kataloğu yer alan Pv güneş panelinin P265AA modeli seçilerek ve binanın çatısına bu panellerden 60 adet yerleştirilerek toplamda (265 Watt*60= 15.900Watt) elektrik gücü elde edilmiştir. Böylece Pv kollektörler ile binanın elektrik ihtiyacının yaklaşık %25'ini karşılanmış olmaktadır.

7.2.10 Yerden Isıtma Sistemi

Binanın ısıtılması yerden ısıtma sistemi ile gerçekleştirilmektedir. HAP programında yapılan hesaplamalar sonucunda bulunan toplam ısıtma yükü 23218 Watt' a göre sistem dizaynı yapılmıştır.





8 SONUÇLAR VE GELECEK ARAŞTIRMASI

8.1 Sonuçlar

Çizelge 8.1: Binanın enerji ve ekserji hesaplamaları

Φ_H (W)	Φ_H'' (W/m ²)	$\dot{E}x_{\gamma}$ (W)	$\dot{E}x_{\text{yord.istma.}}$ (W)	$\Delta \dot{E}x_{t_h}$ (W)	$\dot{E}x_{t_h}$ (W)	Φ_{iD} (W)	$\dot{E}x_D$ (W)	$\dot{\Phi}_G$ (W)	$\dot{E}x_G$ (W)
23218	24,08	1741,35	1947,8	664905,8	666853,6	2866,4	667137,4	19109,4	1891,8

Çizelge 8.2: Kazan enerji ve ekserji hesaplamaları

η	Q_{yanma} (W)	$\dot{E}x_{\text{fuel}}$ (W)	$\dot{E}x_{\text{sur.}}$ (W)	$\Delta \dot{E}x_{\text{wa.}}$ (W)	$\dot{i}_{\text{tersinmezlik}}$ (W)	$\dot{E}x_{fg}$ (W)	ψ
0,9	25798	115000	11	4750	110250	67200	0,04

Çizelge 8.3: Fancoil enerji ve ekserji hesaplamaları

$\Delta \dot{E}x_{\text{wa,fc}}$ (W)	$\dot{m}_{\text{wa,fc}}$ (kg/h)	\dot{Q}_{fc} (W)	$\dot{E}_{t,fc}$ (W)	$\Delta \dot{E}x_{\text{wa,fc}}$ (W)	$\dot{E}x_{fc}$ (W)	$\dot{E}x_{\text{des,fc}}$ (W)
23218	0,276	20000	3218	4739	1947,8	2791,2

Çizelge 8.4: Toprak Kaynaklı Isı Pompası enerji ve ekserji hesaplamaları

Kompresör	\dot{m}_1	\dot{W}_{komp}	$\dot{E}x_{Y,komp}$	$\dot{W}_{komp,elek}$	
	kg/h	kW	kJ/h	kW	
	0,066	0,0007	3,23	0,0015	
Kondenser	\dot{m}_2	\dot{Q}_{kond}	\dot{m}_{10}	\dot{Q}_{kond}	$\dot{E}x_{Y,kond}$
	kg/h	kJ/h	kg/h	kJ/h	kJ/h
	0,066	11,32	0,54	8,19	1,80
Kısma vanası	\dot{m}_3	$h_3 = h_4$	$\dot{E}x_{Y,kıs-van}$		
	kg/h	kJ/kg	kJ/h		
	0,066	115,8	0,43		
Evaporatör	\dot{m}_4	\dot{Q}_{eva}	\dot{m}_7	\dot{Q}_{eva}	$\dot{E}x_{Y,eva}$
	kg/h	kJ/h	kg/h	kJ/h	kJ/h
	0,066	8,81	0,42	12,3	0,12
Tank	\dot{m}_6	\dot{Q}_{ta}	\dot{m}_8	\dot{Q}_{tp}	$\dot{E}x_{Y,tank}$
	kg/h	kJ/h	kg/h	kJ/h	kJ/h
	0,42	0,96	0,54	8,80	0,2
Sirkülasyon Pompası I	\dot{m}_7	\dot{W}_{sp-I}	$\dot{E}x_{Y,sp-I}$	$\dot{W}_{sp-I,elek}$	
	kg/h	kW	kJ/h	kW	
	0,42	0,003	14,55	0,004	
Sirkülasyon Pompası II	\dot{m}_{10}	\dot{W}_{sp-II}	$\dot{E}x_{Y,sp-II}$	$\dot{W}_{sp-II,elek}$	
	kg/h	kW	kJ/h	kW	
	0,54	0,00012	0,49	0,00017	
Yerden Isıtma	\dot{m}_{11}	$\dot{Q}_{yerd.isthma}$	$\dot{E}x_{Y,yerd.isthma}$		
	kg/h	kJ/h	kJ/h		
	0,51	8,57	0,51		
Isı Pompası (I-IV) enerji verimliliği	COP_{HP}				
	1,17				
Isı Pompası (I-VIII) enerji verimliliği	COP_{HPS}				
	0,35				
Isı Pompası (I-IV) ekserji verimliliği	ψ_{HP}				
	0,52				
Isı Pompası (I-VIII) ekserji verimliliği	ψ_{HPS}				
	0,12				
Isı Pompası sisteminin performansı	$COP_{ex,GSHP}$				
	0,29				
Tüm sistemin performansı	$COP_{ex,yzd}$				
	0,07				

Çizelge 8.5: Maliyet Analizi

EKİPMAN	MİKTAR (ADET)	TEKNİK ÖZELLİK	TOPLA M TUTAR
Kullanım sıcak su boyleri	1	500 lt/h	9.424 TL
Yoğuşmalı kazan	1	60 KW	13.280 TL
Kazan genişleme tankı	1	75 LT	936 TL
Kazan sirkülasyon pompası	1	2.6 m ³ /h, 4 mSS	2.380 TL
Toprak kaynaklı ısı pompası	1	Qısıtma : 96.9 kW, Qsoğutma : 74.6 kW	240.000 TL
Kullanım sıcak suyu güneş kolektörü	3	Toplam yüzey alanı: 7.55m ²	16.364 TL
Güneş enerjisi sirkülasyon pompası	1	1.5 m ³ /h, 2.2 mSS	896 TL
Güneş enerjisi kapalı genişleme deposu	1	50 LT	645 TL
Dx dış ünite, heat pump	1	145 KW	84.000 TL
Fancoil ünitesi, 4 borulu	10	Isıtma kapasitesi: 2 kW, Soğutma kapasitesi:0,68 kW	7.240 TL
Plakalı ısı eşanjörü	1	145 KW	14.000 TL
Rüzgar türbini	1	3 KW	71.410 TL
Pv güneş kolektörü	60	265 W	64.000 TL
Yerden ısıtma sistemi	1		49.500 TL

**574.075
TL**

Normal binalarla yeşil binalar karşılaştırıldığında;

Normal binalar, inşaat ve kullanım süreçlerinde dünyadaki tatlı su kaynaklarının %16'sını, ağaç kaynaklarının %25'ini, malzeme kaynaklarının %30'unu ve enerji kaynaklarının %40'ını tüketmektedir. Küresel ısınmaya neden olan CO₂' in %35'i inşaat kaynaklıdır. Toprak israfının %40'ı inşaat süreci ve devamında açığa çıkan atıkların depolanması sonucu meydana gelir. Stratosferdeki ozon tabakasında azalmaya neden olan kimyasalların %50'si normal bina sektörü tarafından üretilir. Normal bir evin yapımında yalnızca %5 geri dönüşümlü malzeme kullanılır.

Yeşil Binalarda, proje arsasının konumu ve koşulları yeşil bina kriterlerinin uygulanması açısından büyük önem teşkil etmektedir. Binanın toplu taşıma araçlarına olan yakınlığı da CO₂ salınımının düşürülmesini sağlamaktadır. Tasarımı yapılan bina gün ışığından mümkün olduğunca faydalanmak için, en fazla gün ışığı alabileceği güney yönde yerleştirilmiştir. Binanın dış duvar, tavan ve zemininde yalıtım uygulanmıştır, pencereler çift camlıdır. Binada düşük kapasiteli rezervuarlar ve tasarruflu bataryalar kullanılarak su kullanımının azaltılması amaçlanmıştır. Enerji verimli ampuller kullanılarak enerji faturalarında azalma ve aynı zamanda aydınlatma ve elektrik kullanım veriminin yükseltilmesi esas alınmıştır. Binada yenilenebilir enerji kaynaklı sistemler kullanılmıştır. Bunlar; toprak kaynaklı ısı pompası, kullanım sıcak suyu ihtiyacı için güneş kollektörü, rüzgar türbini ve Pv güneş kollektörü' dür. Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q_{yıl} \text{ (kJ)} = T_p Q_{ay} = 170.325.382$ dir. Binanın ısı ihtiyacı 23218 W' dır. Konvansiyonel sistemlerden olan 60 kW' lık kazan ile binanın ısıtması ve 500 lt boyler ile de sıcak su ihtiyacı karşılanmaktadır. Binanın ısıtması aynı zamanda 4 borulu fancoillerle desteklenmektedir. Fancoillerin toplam ısıtma kapasitesi 20 kW ve toplam soğutma kapasitesi ise 6,8 kW' dır. Yenilenebilir enerji kaynaklı sistemlerden olan toprak kaynaklı ısı pompası; 96,9 kW ısıtma kapasitesi ve 74,6 kW soğutma kapasitesi ile binanın 60 kW ısıtma ve 141 kW soğutma ihtiyacının karşılanmasına destek olmaktadır. Kullanım sıcak suyu güneş kollektörünün güneş katkısı 3.762 kWh ve boylerin ısıtma gücü 30 kW' dır. Böylece $3.762/30 = 0.1254$ kW (%12.54' ü) ısıtma güç güneş kollektöründen desteklenmiştir. Binanın elektrik tüketimi 64 kW' dır. Rüzgar türbini 3 kW olarak seçilmiştir. Pv

güneş kollektörleri herbiri 265 Watt'lık 60 adet toplamda 15.900 Watt seçilmiştir. Böylece binanın elektrik ihtiyacının yaklaşık %30'u rüzgar türbini ve Pv güneş kollektörleri ile desteklenmiştir.

8.2 Gelecek araştırma için öneri

Günümüzde enerji talebinin her geçen gün arttığı ve buna karşılık arzının ise gün geçtikçe azaldığı gerçeği, binalarda enerji verimliliğinin önemini daha da vurgulamaktadır. Bu nedenle yeşil bina projelerine olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Yeşil bina projelerinde özellikle güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı sağlanmaktadır. Yeni yapılacak birçok projenin de yeşil bina olarak yapılacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Ayhan, B., Demirtas, C.,** (2011) Investigation of turbulators for fire tube conventional boilers using exergy analysis, Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences 25; 249-258.
- Australian Government, Energy Efficiency Opportunities Section,** (2008) Energy and Environment Division, Energy Savings Measurement Guide: How to Estimate, Measure, Evaluate and Track Energy Efficiency Opportunities, Department of Resource, Energy and Tourism/WorleyParsons Service Pty Ltd.
- Baetens, R., Coninck, R.De, Helsen, L., Saelens, D.,** (2010) The impact of domestic load profiles on the grid interaction of building integrated photovoltaic (BIPV) systems in extremely low energy dwellings, in: Proceedings of the Renewable Energy Research Conference, Trondheim, Norway. 7-8 June.
- BPIE,** (2011) Cost Optimality-Discussing methodology and challenges within the recast EPBD, Building Performance Institute Europe, Brussel, BE.
- BPIE,** (2011) accessed 9.2.2012 Principles for nearly zero energy buildings, Report from the Building Performance Institute of Europe, http://www.bpie.eu/pub_principles_for_n_zeb.html
- Çakmanus, İ.** (2012). Doğal Havalandırma Sistemleri ve Seçim Kriterleri, Yeşil Bina Dergisi, Şubat.
- Çelik, E.** (2009). Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin İncelenmesi Türkiye’de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL, Haziran.
- Dinçer, İ., Rosen, M.A.**(2013). Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development, Elsevier, San Diego, USA.
- EN 15603,** (2008) Energy Performance of Buildings-Overall Energy Use and Definition of Energy Ratings, European Standard, European Committee for Standardization, Brussels, BE.
- Erten, D.** (2011). Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-V “Yeşil Binalar” ISBN: 978-975-6180-42-6.
- Erneuerbare Energien Gesetz,** (downloaded date 6.7.2011) Deutsches Bundesumweltministerium, www.bmu.de/gesetze_verordnungen/doc/2676.php
- EPBD recast,** (2010) Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast), Official Journal of the European Union, 18/06/2010.
- EPBD-CA,** (2011) Cost optimal levels for energy performance requirements-executive summary, Energy Performance of Buildings Concerted Action.
- EVO,** (2010) Efficiency Valuation Organization, International Performance Measurement and Verification Protocol-Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings, vol.1, Abgerufen am 24, January 2011 von www.evo-world.org

- Gediz, G.** (2004). Design and Optimization of a Zero Energy Building, Yüksek Lisans Tezi, Makina Mühendisliği, İzmir Institute of Technology, İZMİR, July.
- Graabak, I., Feilberg, N.,** (2011) CO₂ emissions in different scenarios of electricity generation in Europe, SINTEF Energy Research, report TR A7058, Trondheim, NO.
- Haberl, J.C.,** (2008) The design of field experiments and demonstrations, in: Field Monitoring Workshop. IEA Proceedings, Gothenburg.
- Heinze, M., Voss, K.,** (2009) Goal: zero energy building-exemplary experience based on the Solar Estate Solarsiedlung Freiburg am Schlierberg, Journal of Green Building 4/4.
- IEA.** (2008) accessed 10/12/2009, SHC Task 40/ECBCS Annex 52, Towards Net Zero Energy Solar Buildings, IEA SHC Task 40 and ECBCS Annex 52, <http://www.iea-shc.org/task40/index.html>.
- İGDAŞ,** (2012) Gaz&Teknoloji/Doğalgaz/Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri, www.igdas.com.tr
- Kıncay, O.** Sürdürülebilir Yeşil Binalar, I.Bölüm Ders notu.
- Kıncay, O.** Sürdürülebilir Yeşil Binalar “Verimlilik”, II.Bölüm Ders notu.
- Kilkis, S.,** (2008) A new metric for net-zero carbon buildings, in: Proceedings of Energy Sustainability 2007, Long Beach, California, pp.219-224.
- Lawrence, T.,** (2006). Ashrae GreenGuide “The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings.
- Marszal, A.J., Heiselberg, P., Bourrelle, J.S., Musall, E., Voss, K., Sartori, I., Napolitano A.** (2010). Energy and Buildings 43 (4) (2011) 971–979, Zero Energy Building - A Review of Definitions and Calculation Methodologies.
- Napolitano, A.,** (2011) Measurement and verification protocol for net zero energy buildings, technical report in subtask A of the IEA-SHC/ECBCS-Task40/Annex52-Towards Net Zero Energy Solar Buildings.
- 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, İSTANBUL, Mayıs.
- Öztürk, M.** (2014). Binalar İçin Toprak Kaynaklı Isı Pompası Isıtma Opsiyonunun Termodinamik Değerlendirmesi, Makale, Süleyman Demirel Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, İSPARTA, Kasım.
- Öztürk, M.,**(2011). “Thermodynamic Assessment of Space Heating in Buildings via Solar Energy System”, Journal of Engineering and Technology, 1, 1-20.
- Öztürk M., Elbir A., Özek, N., Yakut, A.K.** (2012). “Thermodynamic Analysis and Assessment of Space Heating with Ground Source Heat Pump for Sustainable Future”, International Journal of Exergy, 11-1 ,52-68.
- Resmi Gazete,** (5.12.2008) Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, sayı 27075.
- Red electrica de Espana,** (2011) accessed 22.9.2011, Power demand tracking in real time, http://www.ree.es/ingles/operacion/curvas_demanda.asp.
- Sartori, I., Napolitano, A., Voss, K.** Energy and Buildings 48 (2012) 220–232, Net Zero Energy Buildings: A Consistent Definition Framework.
- Sartori, İ., Dokka, T.H., Andresen, I.,** (2010) Proposal of a Norwegian ZEB definition: assessing the implications for design, Journal of Green Buildings 6/3; 133-150.

- Sartori, İ., Hestnes, A.G.,** (2007) Energy use in the life cycle of conventional and low energy buildings: a review article, *Energy and Buildings* 39 (3); 249-257.
- Sartori, İ., Candanedo, J., Geier, S., Lollini, R., Athienitis A., Garde, F., Pagliano, L.,** (2010) Comfort and energy performance recommendations for net zero energy buildings, in: *Proceedings of EuroSun 2010, Graz, AT.*
- Salom, J., Widen, J., Candanedo, J.A., Sartori, I., Voss, K., Marszal, A.,** (2011) Understanding Net Zero Energy Buildings: evaluation of load matching and grid interaction indicators, in: *Proceedings of Building Simulation, Sydney, AU,14-16.*
- Schmidt, D.** (2009). "Low exergy systems for high-performance buildings and communities", *Energy and Buildings* 41 ,331-336.
- Sert, S.** (2010). Bina Yaşam Döngüsünde Enerji Analizi ve Yeşil Binalar, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İZMİR, Haziran.
- Shukuya, M.** (2009). "Exergy concept and its application to the built environment", *Building and Environment* 44 ,1545-1550.
- Szargut, J.** (2005) Exergy Method Technical and Ecological Applications, Great Britain, Silesian University of Technology.
- Şimşek, E.** (2012). Sürdürülebilirlik Bağlamında Yeşil Bina Olma Kriterleri "Kağıthane Ofisproje Projesi Örneği", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL, Mayıs.
- Toksoy, M., Arısoy, A., Gökçen, G., Mobedi, M., Yaman, M.C., Kuzgunkaya, E.** (2009). Standard assessment method for energy performance in buildings", Available at http://web.iyte.edu.tr/~geocen/turkish/KEP_SDM/doc1.pdf.
- Topçu, G.** (2010). Türkiye’de Sertifikalı Yeşil Bina Uygulamasının Örnek bir Bina üzerinde İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL, Ekim.
- Torcellini, P., Pless, S., Deru, M., Crawley, D.,** (2006) Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition, National Renewable Energy Laboratory and Department of Energy, US.
- Tekin, S.,** (2013) Merkezi Isıtma sistemlerinin termodinamik analizi ve çeşitli parametre değişimlerinin ekserji verimliliği ve yakıt tüketimine etkisinin incelenmesi, Y.L.Tezi,.A.Ü., İstanbul.
- The Principles of Energy Management in Industry,** (2006) National Energy Conservation Center, Ankara.
- TDV,** (2005) accessed 22.9.2011, Time dependent valuation, <http://www.energy.ca.gov/title24/2005standards/archive/rulemaking/documents/tdv/index.html>
- TS 825,** (1998) Turkish Standard, Heating Insulation Rules in Buildings.
- US DOE,** (2008) downloaded 01/07/2010, Building Technologies Program, Planned Program Activities for 2008-20012, Department of Energy, US, <http://www1.eere.energy.gov/buildings/mypp.html>.
- U.S. Department of Energy,** (2000) Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, Measurement and Verification Guidelines for Federal Energy Management Projects, Abgerufen am, January 2011 von http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/mv_guidelines.pdf
- UK,** (2011) accessed 27/10/2011 Green Building Council, <http://www.ukgbc.org/site/info-centre/display-category? Id=22>.

- UK,** (2011) accessed 27/10/2011 Green Building Council, <http://www.ukgbc.org/site/news/show-news-details? Id=398>.
- Utlu, Z., Tekin S.** (2013). Yeşil Bina Uygulamalarında Net Sıfır Enerjili Binaların Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi, 11.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İZMİR, 17-20 Nisan.
- Ünlü, G.** (2010). Sürdürülebilir Binalar İçin Hvac Sistemleri Seçimi Tasarımı ve Enerji Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Makina Mühendisliği, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ANKARA, Şubat.
- Voss, K., Musall, E., Lichtmeb, M.,** (2011) From low energy to net zero energy buildings-status and perspectives, Journal of Green Building 6/1; 46-57.
- Voss, K., Musall, E.,** (2011) Net Zero Energy Buildings-International Projects on Carbon Neutrality in Buildings, DETAIL, ISBN-978-3-0346-0780-3, Munich.
- Voss, K., Sartori, I., Musall, E., Napolitano, A., Geier, S., Hall, M., Karlsson, B., Heiselberg, P., Widen, J., Candanedo, J.A., Torcellini, P.,** Load matching and grid interaction of net zero energy buildings, in: Proceedings of EuroSan 2010, Graz, AT.
- Wang, L. & Gwilliam, J. & Jones P.** (2009) Energy and Buildings 41; 1215–1222, Case study of zero energy house design in UK.
- Widen, J., Wackelgard, E., Lund, P.,** (2009) Options for improving the load matching capability of distributed photovoltaics: Methodology and application to highlatitude data, Solar Energy 83; 1953-1966.
- Yannas, S.**(1994) Energy and housing design-Volume I, Principles, Objectives, Guidelines, Architectural Association, London.
- Yılmaz, B.** (2012). Türkiye İçin Sürdürülebilir Bina Performans Kriterleri ve Bütünleşik Tasarım Yönetim Modeli Oluşturulması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL, Nisan.
- Yılmaz Z.** (2014). Çift Cidar Cephe Her Zaman Enerji Verimli midir? İstanbul'da Yeşil Sertifikalı ve Çift Cidar Cephe Bir Bina Örneği, Makale, Yeşil Bina Dergisi, Eylül-Ekim 2014 / Sayı: 27.
- Yucer, C.T. ve Hepbaşlı A.** Energy and Buildings 43 (2011) 536–542, Thermodynamic analysis of a building using exergy analysis method.
- Zero Carbon Hub,** (2011) Carbon compliance-setting an appropriate limit for zero carbon new homes, Zero Carbon Hub, February 2011, London, UK.
- Zero Carbon Hub,** (2011) Allowable solutions for tomorrow's new homes, Zero Carbon Hub, July 2011, London, UK.

İNTERNET KAYNAKLARI :

Url-1<<http://www.elsevier.com/locate/enbuild>> alındığı tarih: 01.03.2015.

Url-2<<http://www.yesilbinadergisi.com>> alındığı tarih: 01.03.2015.

Url-3<http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/Yesil_IBol_BINA.pdf> alındığı tarih: 01.03.2015.

Url-4<<http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/YesilIBolVERiMLiLiK.pdf>> alındığı tarih: 01.03.2015.

Project Name		Date	
LEED 2009 for New Construction and Major Renovations			
Project Checklist			
Sustainable Sites Possible Points: 26		Materials and Resources, Continued	
Y	Prereq 1 Construction Activity Pollution Prevention	Y	Greets 4 Recycled Content
1	Greets 1 Site Selection	2	Greets 5 Regional Materials
5	Greets 2 Development Density and Community Connectivity	2	Greets 6 Rapidly Renewable Materials
1	Greets 3 Brownfield Redevelopment	1	Greets 7 Certified Wood
6	Greets 4.1 Alternative Transportation—Public Transportation Access	Indoor Environmental Quality Possible Points: 15	
3	Greets 4.2 Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing Rooms	Y	Prereq 1 Minimum Indoor Air Quality Performance
3	Greets 4.3 Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicles	Y	Prereq 2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control
2	Greets 4.4 Alternative Transportation—Parking Capacity	1	Greets 1 Outdoor Air Delivery Monitoring
1	Greets 5.1 Site Development—Protect or Restore Habitat	1	Greets 2 Increased Ventilation
1	Greets 5.2 Site Development—Maximize Open Space	1	Greets 3.1 Construction Management Plan—During Construction
1	Greets 6.1 Stormwater Design—Quantity Control	1	Greets 3.2 Construction Management Plan—Before Occupancy
1	Greets 6.2 Stormwater Design—Quality Control	1	Greets 4.1 Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants
1	Greets 7.1 Heat Island Effect—Non-roof	1	Greets 4.2 Low-Emitting Materials—Paints and Coatings
1	Greets 7.2 Heat Island Effect—Roof	1	Greets 4.3 Low-Emitting Materials—Flooring Systems
1	Greets 8 Light Pollution Reduction	1	Greets 4.4 Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber Products
Water Efficiency Possible Points: 10		1	Greets 5 Indoor Chemical and Pollutant Source Control
Y	Prereq 1 Water Use Reduction—20% Reduction	1	Greets 6.1 Controllability of Systems—Lighting
2	Greets 1 Water Efficient Landscaping	1	Greets 6.2 Controllability of Systems—Thermal Comfort
2	Greets 2 Innovative Wastewater Technologies	1	Greets 7.1 Thermal Comfort—Design
2	Greets 3 Water Use Reduction	1	Greets 7.2 Thermal Comfort—Verification
Energy and Atmosphere Possible Points: 35		1	Greets 8.1 Daylight and Views—Daylight
2	Prereq 1 Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	1	Greets 8.2 Daylight and Views—Views
Y	Prereq 2 Minimum Energy Performance	Innovation and Design Process Possible Points: 6	
Y	Prereq 3 Fundamental Refrigerant Management	Greets 1.1 Innovation in Design: Specific Title	1
1	Greets 1 Optimize Energy Performance	Greets 1.2 Innovation in Design: Specific Title	1
1	Greets 2 On-Site Renewable Energy	Greets 1.3 Innovation in Design: Specific Title	1
2	Greets 3 Enhanced Commissioning	Greets 1.4 Innovation in Design: Specific Title	1
3	Greets 4 Enhanced Refrigerant Management	Greets 1.5 Innovation in Design: Specific Title	1
3	Greets 5 Measurement and Verification	Greets 2 LEED Accredited Professional	1
2	Greets 6 Green Power	Regional Priority Credits Possible Points: 4	
Materials and Resources Possible Points: 14		Greets 1.1 Regional Priority: Specific Credit	1
Y	Prereq 1 Storage and Collection of Recyclables	Greets 1.2 Regional Priority: Specific Credit	1
1	Greets 1.1 Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors, and Roof	Greets 1.3 Regional Priority: Specific Credit	1
2	Greets 1.2 Building Reuse—Maintain 50% of Interior Non-Structural Elements	Greets 1.4 Regional Priority: Specific Credit	1
1	Greets 2 Construction Waste Management	Total Possible Points: 110	
1	Greets 3 Materials Reuse	Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110	

Şekil A1: LEED Skor Kart

EK B

Air System Sizing Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAİRİLİK TAAH. TIC. A.Ş.

Air System Information

Air System Name VILLA PROJECT
Equipment Class PKG ROOF
Air System Type VAV

Number of zones 3
Floor Area 627,5 m²
Location Istanbul, Turkey

Sizing Calculation Information

Calculation Months Jan to Dec
Sizing Data Calculated

Zone L/s Sizing Peak zone sensible load
Space L/s Sizing Individual peak space loads

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load 173,7 kW
Sensible coil load 156,4 kW
Coil L/s at Jun 1600 8903 L/s
Max block L/s at Jun 1800 9611 L/s
Sum of peak zone L/s 9633 L/s
Sensible heat ratio 0,900
m²/kW 3,6
W/m² 276,9
Water flow @ 5,6 °K rise N/A

Load occurs at Jun 1600
OA DB / WB 29,2 / 21,0 °C
Entering DB / WB 26,2 / 17,5 °C
Leaving DB / WB 11,6 / 11,3 °C
Coil ADP 11,0 °C
Bypass Factor 0,038
Resulting RH 42 %
Design supply temp. 12,8 °C
Zone T-stat Check 3 of 3 OK
Max zone temperature deviation 0,0 °K

Preheat Coil Sizing Data

Max coil load 16,9 kW
Coil L/s at Des Htg 1131 L/s
Max coil L/s 9611 L/s
Water flow @ 11,1 °K drop N/A

Load occurs at Des Htg
Ent. DB / Lvg DB -1,3 / 11,1 °C

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jun 1800 9611 L/s
Standard L/s 9569 L/s
Actual max L/(s-m²) 15,32 L/(s-m²)

Fan motor BHP 18,83 BHP
Fan motor kW 14,94 kW
Fan static 746 Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s 1029 L/s
L/(s-m²) 1,64 L/(s-m²)

L/s/person 13,02 L/s/person

Şekil B1: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Zone Sizing Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAİRİK TAAH. TIC. A.Ş.

Air System Information

Air System Name VILLA PROJECT
 Equipment Class PKG ROOF
 Air System Type VAV

Number of zones 3
 Floor Area 627,5 m²
 Location Istanbul, Turkey

Sizing Calculation Information

Calculation Months Jan to Dec
 Sizing Data Calculated

Zone L/s Sizing Peak zone sensible load
 Space L/s Sizing Individual peak space loads

Zone Terminal Sizing Data

Zone Name	Design Supply Airflow (L/s)	Minimum Supply Airflow (L/s)	Zone L/(s-m ²)	Reheat Coil Load (kW)	Reheat Coil Water L/s @ 11,1 °K	Zone Htg Unit Coil Load (kW)	Zone Htg Unit Water L/s @ 11,1 °K	Mixing Box Fan Airflow (L/s)
OFISLER	8856	1077	15,26	29,9	-	0,0	-	1027
Zone 2	729	46	30,02	0,9	-	0,0	-	30
Zone 3	47	9	2,09	2,2	-	0,0	-	101

Zone Peak Sensible Loads

Zone Name	Zone Cooling Sensible (kW)	Time of Peak Sensible Cooling Load	Zone Heating Load (kW)	Zone Floor Area (m ²)
OFISLER	119,5	Jun 1800	20,6	580,5
Zone 2	15,1	Jul 1000	0,6	24,3
Zone 3	1,0	Jul 1700	2,0	22,7

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (kW)	Time of Peak Sensible Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (m ²)	Space L/(s-m ²)
OFISLER							
1B01 - SPOR SALONU	1	14,6	Jul 2200	1080	0,4	29,3	36,87
1B02 - DUS GİYİNME	1	0,2	Jul 1500	16	0,3	7,5	2,12
1B04 - YASAM ALANI	1	8,2	Jun 1800	605	4,4	129,0	4,69
1B05 - COCUK OYUN ALANI	1	1,3	Jun 1900	97	0,7	25,1	3,86
1B06 - YARDIMCI ODASI	1	0,6	Jun 1900	47	0,5	11,0	4,30
1B07 - HOL	1	1,0	Jul 2000	78	0,5	35,0	2,21
1B07 - HOL(1)	1	1,0	Jul 2000	78	0,5	35,0	2,21
1K-EY.ODASI	1	6,9	Jun 1500	513	2,0	41,3	12,43
1K-GİYİNME ODASI	1	0,4	Aug 1600	33	0,4	10,2	3,24
1K-YATAK ODASI	1	7,1	Jun 1800	526	2,0	29,0	18,15
1K-YATAK ODASI2	1	7,9	Jun 1000	586	2,2	36,0	16,29
Z01 - YASAM ALANI	1	64,4	Jun 1800	4774	5,2	153,0	31,20
Z01 - YATAK ODASI	1	4,0	Jun 1000	294	0,8	19,0	15,49
ZK-GİRİŞ HOLÜ	1	3,9	Oct 1400	291	0,7	20,1	14,49
Zone 2							
1B11 - MUTFAK	1	15,1	Jul 1000	729	0,6	24,3	30,02
Zone 3							
1B06 - YO.BANYO	1	0,1	Jul 1600	3	0,1	3,5	0,73
1K-BANYO(2)	1	1,1	Jul 1800	53	1,2	7,3	7,23
1K-E.BANYO	1	0,0	Jan 0000	3	0,4	6,9	0,38
ZK-BANYO	1	0,0	Jan 0000	2	0,3	5,0	0,38

Şekil B2: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Air System Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAİRİK TAAH. TİC. A.Ş.

ZONE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 29,2 °C / 21,0 °C			HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C		
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	259 m²	19398	-	259 m²	-	-
Wall Transmission	224 m²	355	-	224 m²	2716	-
Roof Transmission	130 m²	1103	-	130 m²	2373	-
Window Transmission	259 m²	1821	-	259 m²	12144	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	300 m²	0	-	300 m²	1868	-
Partitions	240 m²	565	-	240 m²	1867	-
Ceiling	20 m²	136	-	20 m²	139	-
Overhead Lighting	12399 W	8679	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	84310 W	84306	-	0	0	-
People	79	6112	5129	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	12247	513	10%	2111	0
>> Total Zone Loads		134721	5642		23218	0
Zone Conditioning	-	133285	5642	-	21950	0
Plenum Wall Load	20%	289	-	0	0	-
Plenum Roof Load	70%	2574	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	30%	3720	-	0	0	-
Return Fan Load	8903 L/s	0	-	1131 L/s	0	-
Ventilation Load	1029 L/s	4130	11689	1029 L/s	27783	0
Supply Fan Load	8903 L/s	12405	-	1131 L/s	-1099	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	-287	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads		156403	17331		48347	0
Central Cooling Coil	-	156403	17338	-	0	0
Preheat Coil	-	0	-	-	16870	-
Terminal Reheat Coils	-	0	-	-	31914	-
>> Total Conditioning		156403	17338		48784	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Şekil B3: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAİRİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " 1B01 - SPOR SALONU " IN ZONE " OFISLER "						
		DESIGN COOLING			DESIGN HEATING	
		COOLING DATA AT Jul 2200 COOLING OA DB / WB 24,2 °C / 19,3 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C	
		Sensible	Latent			
		(W)	(W)	Sensible	Latent	(W)
SPACE LOADS	Details					
Window & Skylight Solar Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	-	-
Wall Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	29 m ²	0	-	29 m ²	204	-
Partitions	24 m ²	284	-	24 m ²	170	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	586 W	410	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	11720 W	11719	-	0	0	-
People	4	832	1278	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	1325	128	10%	37	0
>> Total Zone Loads	-	14571	1405	-	412	0

TABLE 1.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " 1B01 - SPOR SALONU " IN ZONE " OFISLER "							
					COOLING	COOLING	HEATING
		Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
		(m ²)	(W/(m ² ·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)

Şekil B4: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAİRİLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.2.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " 1B02 - DUS GİYİNME " IN ZONE " OFISLER "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
	COOLING DATA AT Jul 1500 COOLING OA DB / WB 30,0 °C / 21,1 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	-	-
Wall Transmission	9 m ²	20	-	9 m ²	107	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	8 m ²	0	-	8 m ²	61	-
Partitions	17 m ²	29	-	17 m ²	118	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	113 W	79	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	67	35	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	20	4	10%	29	0
>> Total Zone Loads	-	215	39	-	314	0

TABLE 1.2.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " 1B02 - DUS GİYİNME " IN ZONE " OFISLER "						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
W EXPOSURE						
WALL	9	0,508	-	20	-	107

Şekil B4: Bina nın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAVİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.3.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " 1B04 - YASAM ALANI " IN ZONE " OFISLER "						
DESIGN COOLING			DESIGN HEATING			
COOLING DATA AT Jun 1800 COOLING OA DB / WB 27,7 °C / 20,6 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C			
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	62 m²	3988	-	62 m²	-	-
Wall Transmission	20 m²	20	-	20 m²	238	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	62 m²	370	-	62 m²	2912	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	129 m²	0	-	129 m²	664	-
Partitions	22 m²	156	-	22 m²	155	-
Ceiling	10 m²	70	-	10 m²	69	-
Overhead Lighting	2580 W	1806	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	15	1011	528	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	742	53	10%	404	0
>> Total Zone Loads		8164	581		4443	0

TABLE 1.3.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " 1B04 - YASAM ALANI " IN ZONE " OFISLER "						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·°K))	Shade Coeff.	COOLING TRANS (W)	COOLING SOLAR (W)	HEATING TRANS (W)
N EXPOSURE						
WALL	10	0,508	-	0	-	122
WINDOW 1	44	2,000	0,500	259	2021	2038
W EXPOSURE						
WALL	4	0,508	-	9	-	50
WINDOW 1	6	2,000	0,500	37	936	291
E EXPOSURE						
WALL	6	0,508	-	11	-	65
WINDOW 1	12	2,000	0,500	74	1032	582

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAVERİRLİK TAAH. TIC. A.Ş.

TABLE 1.4.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " 1B05 - COÇUK OYUN ALANI " IN ZONE " OFİSLER "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1900 COOLING OA DB / WB 26,6 °C / 20,2 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
		Sensible (W)	Latent (W)		Sensible (W)	Latent (W)
SPACE LOADS	Details			Details		
Window & Skylight Solar Loads	6 m ²	263	-	6 m ²	-	-
Wall Transmission	8 m ²	15	-	8 m ²	98	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	6 m ²	25	-	6 m ²	258	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	25 m ²	0	-	25 m ²	187	-
Partitions	12 m ²	86	-	12 m ²	84	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	502 W	351	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	5	447	799	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	119	80	10%	63	0
>> Total Zone Loads		1306	878		690	0

TABLE 1.4.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " 1B05 - COÇUK OYUN ALANI " IN ZONE " OFİSLER "						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
N EXPOSURE						
WALL	8	0,508	-	15	-	98
WINDOW 1	6	2,000	0,500	25	263	258

Şekil B6: Bina nın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSA VİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.5.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " 1B06 - YARDIMCI ODASI " IN ZONE " OFISLER "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1900 COOLING OA DB / WB 26,6 °C / 20,2 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	2 m ²	105	-	2 m ²	-	-
Wall Transmission	10 m ²	21	-	10 m ²	116	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	2 m ²	10	-	2 m ²	103	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	11 m ²	0	-	11 m ²	92	-
Partitions	12 m ²	86	-	12 m ²	84	-
Ceiling	10 m ²	71	-	10 m ²	69	-
Overhead Lighting	220 W	154	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	2	135	70	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	58	7	10%	46	0
>> Total Zone Loads	-	638	77	-	510	0

TABLE 1.5.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " 1B06 - YARDIMCI ODASI " IN ZONE " OFISLER "						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
N EXPOSURE						
WALL	10	0,508	-	21	-	116
WINDOW 1	2	2,000	0,500	10	105	103

Şekil B7: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSA VİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.6.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "1B07 - HOL" IN ZONE "OFISLER"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 2000 COOLING OA DB / WB 26,0 °C / 19,9 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	-	-
Wall Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	35 m ²	0	-	35 m ²	234	-
Partitions	33 m ²	374	-	33 m ²	231	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	700 W	490	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	86	133	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	95	13	10%	47	0
>> Total Zone Loads	-	1045	147	-	512	0

TABLE 1.6.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "1B07 - HOL" IN ZONE "OFISLER"						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)

Şekil B8: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSA VİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.7.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "1B07 - HOL(1)" IN ZONE "OFISLER"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 2000 COOLING OA DB / WB 26,0 °C / 19,9 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	-	-
Wall Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	35 m ²	0	-	35 m ²	234	-
Partitions	33 m ²	374	-	33 m ²	231	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	700 W	490	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	86	133	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	95	13	10%	47	0
>> Total Zone Loads	-	1045	147	-	512	0

TABLE 1.7.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "1B07 - HOL(1)" IN ZONE "OFISLER"						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAVİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.8.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "1K-EY.ODASI" IN ZONE "OFISLER"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1500			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 29,4 °C / 21,1 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	22 m ²	913	-	22 m ²	-	-
Wall Transmission	8 m ²	4	-	8 m ²	97	-
Roof Transmission	41 m ²	365	-	41 m ²	732	-
Window Transmission	22 m ²	171	-	22 m ²	1019	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	826 W	578	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	4130 W	4130	-	0	0	-
People	2	135	70	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	630	7	10%	185	0
>> Total Zone Loads		6925	77		2033	0

TABLE 1.8.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "1K-EY.ODASI" IN ZONE "OFISLER"						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
N EXPOSURE						
WALL	8	0,508	-	4	-	97
WINDOW 1	22	2,000	0,500	171	913	1019
H EXPOSURE						
ROOF	41	0,760	-	365	-	732

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MÜSAVİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.9.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "1K-GİYİNME ODASI" IN ZONE "OFİSLER"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
		COOLING DATA AT Aug 1600 COOLING OA DB / WB 29,7 °C / 21,0 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C		HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
		Sensible (W)	Latent (W)		Sensible (W)	Latent (W)
SPACE LOADS	Details			Details		
Window & Skylight Solar Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	-	-
Wall Transmission	13 m ²	47	-	13 m ²	154	-
Roof Transmission	10 m ²	80	-	10 m ²	181	-
Window Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	204 W	143	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	2	135	70	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	40	7	10%	33	0
>> Total Zone Loads		445	77		368	0

TABLE 1.9.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "1K-GİYİNME ODASI" IN ZONE "OFİSLER"						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
S EXPOSURE						
WALL	13	0,508	-	47	-	154
H EXPOSURE						
ROOF	10	0,760	-	80	-	181

Şekil B11: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MÜSAVİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.10.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "1K-YATAK ODASI" IN ZONE "OFISLER"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
	COOLING DATA AT Jun 1800 COOLING OA DB / WB 27,7 °C / 20,6 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	22 m²	2629	-	22 m²	-	-
Wall Transmission	22 m²	55	-	22 m²	263	-
Roof Transmission	29 m²	199	-	29 m²	514	-
Window Transmission	22 m²	129	-	22 m²	1019	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	580 W	406	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2900 W	2900	-	0	0	-
People	2	135	70	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	645	7	10%	180	0
>> Total Zone Loads		7098	77		1976	0

TABLE 1.10.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "1K-YATAK ODASI" IN ZONE "OFISLER"						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
W EXPOSURE						
WALL	7	0,508	-	12	-	88
WINDOW 1	16	2,000	0,500	92	2340	728
N EXPOSURE						
WALL	9	0,508	-	15	-	104
WINDOW 1	6	2,000	0,500	37	289	291
E EXPOSURE						
WALL	6	0,508	-	28	-	71
H EXPOSURE						
ROOF	29	0,760	-	199	-	514

Şekil B12: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAİRİK TAŞ. TİC. A.Ş.

TABLE 1.11.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "1K-YATAK ODASI2" IN ZONE "OFİSLER"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1000 COOLING OA DB / WB 24,7 °C / 19,7 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	25 m ²	2778	-	25 m ²	-	-
Wall Transmission	16 m ²	14	-	16 m ²	190	-
Roof Transmission	36 m ²	142	-	36 m ²	638	-
Window Transmission	25 m ²	17	-	25 m ²	1165	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	720 W	504	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	3600 W	3600	-	0	0	-
People	2	135	70	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	719	7	10%	199	0
>> Total Zone Loads	-	7908	77	-	2192	0

TABLE 1.11.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "1K-YATAK ODASI2" IN ZONE "OFİSLER"						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
N EXPOSURE						
WALL	8	0,508	-	6	-	92
WINDOW 1	6	2,000	0,500	4	220	291
E EXPOSURE						
WALL	8	0,508	-	8	-	98
WINDOW 1	19	2,000	0,500	13	2558	874
H EXPOSURE						
ROOF	36	0,760	-	142	-	638

Şekil B13: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAVİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.12.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "Z01 - YASAM ALANI" IN ZONE "OFISLER"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
	COOLING DATA AT Jun 1800 COOLING OA DB / WB 27,7 °C / 20,6 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	90 m ²	7874	-	90 m ²	-	-
Wall Transmission	42 m ²	66	-	42 m ²	502	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	90 m ²	535	-	90 m ²	4211	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	3060 W	2142	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	45900 W	45898	-	0	0	-
People	30	2022	1056	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	5854	106	10%	471	0
>> Total Zone Loads	-	64391	1162	-	5184	0

TABLE 1.12.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "Z01 - YASAM ALANI" IN ZONE "OFISLER"						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
N EXPOSURE						
WALL	17	0,508	-	14	-	202
WINDOW 1	41	2,000	0,500	240	1876	1893
W EXPOSURE						
WALL	14	0,508	-	24	-	165
WINDOW 1	28	2,000	0,500	166	4213	1310
E EXPOSURE						
WALL	11	0,508	-	28	-	135
WINDOW 1	22	2,000	0,500	128	1786	1008

Şekil B14: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSA VİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.13.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Z01 - YATAK ODASI " IN ZONE " OFISLER "						
		DESIGN COOLING			DESIGN HEATING	
		COOLING DATA AT Jun 1000 COOLING OA DB / WB 24,7 °C / 19,7 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C	
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	9 m ²	1279	-	9 m ²	-	-
Wall Transmission	21 m ²	22	-	21 m ²	249	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	9 m ²	6	-	9 m ²	437	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	380 W	266	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1900 W	1900	-	0	0	-
People	2	135	70	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	361	7	10%	69	0
>> Total Zone Loads	-	3969	77	-	755	0

TABLE 1.13.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Z01 - YATAK ODASI " IN ZONE " OFISLER "						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
	(m ²)	(W/(m ² ·°K))	Coeff.	TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
E EXPOSURE						
WALL	5	0,508	-	6	-	60
WINDOW 1	9	2,000	0,500	6	1279	437
S EXPOSURE						
WALL	16	0,508	-	16	-	190

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAİRİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 1.14.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " ZK-GİRİŞ HOLÜ " IN ZONE " OFİSLER "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
	COOLING DATA AT Oct 1400 COOLING OA DB / WB 27,0 °C / 19,4 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	6 m ²	1095	-	6 m ²	-	-
Wall Transmission	27 m ²	32	-	27 m ²	323	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	6 m ²	18	-	6 m ²	291	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	402 W	281	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2010 W	2010	-	0	0	-
People	2	135	70	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	357	7	10%	61	0
>> Total Zone Loads	-	3928	77	-	676	0

TABLE 1.14.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " ZK-GİRİŞ HOLÜ " IN ZONE " OFİSLER "						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
S EXPOSURE						
WALL	14	0,508	-	32	-	163
WINDOW 1	6	2,000	0,500	18	1095	291
W EXPOSURE						
WALL	14	0,508	-	0	-	160

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project
Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAVİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

10.05.2016

TABLE 2.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "1B11 - MUTFAK" IN ZONE "Zone 2"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 1000 COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 19,7 °C OCCUPIED T-STAT 30,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 18,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	7 m ²	963	-	7 m ²	-	-
Wall Transmission	5 m ²	-1	-	5 m ²	52	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	7 m ²	-74	-	7 m ²	307	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	24 m ²	0	-	24 m ²	152	-
Partitions	12 m ²	1	-	12 m ²	50	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	486 W	340	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	12150 W	12149	-	0	0	-
People	4	346	533	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	1373	53	10%	56	0
>> Total Zone Loads		15099	587		618	0

TABLE 2.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "1B11 - MUTFAK" IN ZONE "Zone 2"						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² ·°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
E EXPOSURE						
WALL	5	0,508	-	-1	-	52
WINDOW 1	7	2,000	0,500	-74	963	307

Şekil B17: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAİRİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 3.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " 1B06 - YO.BANYO " IN ZONE " Zone 3 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 1600 COOLING OA DB / WB 29,7 °C / 21,0 °C OCCUPIED T-STAT 30,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 26,0 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	4 m²	0	-	4 m²	38	-
Partitions	8 m²	-56	-	8 m²	95	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	53 W	37	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	67	35	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	5	4	10%	13	0
>> Total Zone Loads	-	53	39	-	147	0

TABLE 3.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " 1B06 - YO.BANYO " IN ZONE " Zone 3 "						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)

Şekil B18: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MÜSAVİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 3.2.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "1K-BANYO(2)" IN ZONE "Zone 3"						
DESIGN COOLING			DESIGN HEATING			
COOLING DATA AT Jul 1800 COOLING OA DB / WB 28,2 °C / 20,6 °C OCCUPIED T-STAT 30,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 26,0 °C			
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	7 m ²	1049	-	7 m ²	-	-
Wall Transmission	15 m ²	16	-	15 m ²	223	-
Roof Transmission	7 m ²	37	-	7 m ²	154	-
Window Transmission	7 m ²	-36	-	7 m ²	422	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Partitions	22 m ²	-216	-	22 m ²	279	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	110 W	77	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	67	35	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	99	4	10%	108	0
>> Total Zone Loads	-	1093	39	-	1186	0

TABLE 3.2.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "1K-BANYO(2)" IN ZONE "Zone 3"						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
	(m ²)	(W/(m ² ·K))	Coeff.	TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
W EXPOSURE						
WALL	8	0,508	-	7	-	119
WINDOW 1	7	2,000	0,500	-36	1049	422
S EXPOSURE						
WALL	7	0,508	-	9	-	104
H EXPOSURE						
ROOF	7	0,760	-	37	-	154

Şekil B19: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAVİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 3.3.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " 1K-E.BANYO " IN ZONE " Zone 3 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jan 0000 COOLING OA DB / WB 14,7 °C / 13,5 °C OCCUPIED T-STAT 30,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 26,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Roof Transmission	7 m²	-24	-	7 m²	154	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	25 m²	-350	-	25 m²	210	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	104 W	72	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	67	35	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	-23	4	10%	36	0
>> Total Zone Loads	-	-257	39	-	400	0

TABLE 3.3.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " 1K-E.BANYO " IN ZONE " Zone 3 "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
H EXPOSURE						
ROOF	7	0,760	-	-24	-	154

Şekil B20: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

Space Design Load Summary for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAİRİK TAAH. TİC. A.Ş.

TABLE 3.4.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "ZK-BANYO" IN ZONE "Zone 3"						
DESIGN COOLING			DESIGN HEATING			
COOLING DATA AT Jan 0000 COOLING OA DB / WB 14,7 °C / 13,5 °C OCCUPIED T-STAT 30,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 26,0 °C			
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	-	-
Wall Transmission	7 m ²	-1	-	7 m ²	104	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Window Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Partitions	19 m ²	-266	-	19 m ²	160	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	75 W	52	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	67	35	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	-15	4	10%	26	0
>> Total Zone Loads	-	-162	39	-	290	0

TABLE 3.4.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "ZK-BANYO" IN ZONE "Zone 3"						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m ²)	(W/(m ² ·K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
S EXPOSURE						
WALL	7	0,508	-	-1	-	104

Şekil B21: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

System Psychrometrics for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project

10.05.2016

Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MUSAVİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

June DESIGN COOLING DAY, 1600

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	29,2	0,01233	1029	400	4130	11689
Vent - Return Mixing	Outlet	26,2	0,00891	8903	802	-	-
Preheat Coil	Outlet	26,2	0,00891	8903	802	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	11,6	0,00824	8903	802	156403	17338
Supply Fan	Outlet	12,8	0,00824	8903	802	12405	-
Cold Supply Duct	Outlet	12,8	0,00824	8903	802	-	-
Zone Air	-	25,2	0,00846	8903	854	133285	5642
Return Plenum	Outlet	25,8	0,00846	8903	854	6583	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,202 W/(L/s-K)

Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2934,7 W/(L/s)

Site Altitude = 36,9 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
OFISLER	119027	Cooling	118025	24,8	8197	852	0	0
Zone 2	14857	Cooling	14830	30,8	685	855	0	0
Zone 3	838	Cooling	430	30,2	20	1660	0	0

Şekil B22: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

System Psychrometrics for VILLA PROJECT

Project Name: Villa Project
Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MÜSAVİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

10.05.2016

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	-3,3	0,00142	1029	400	-27783	0
Vent - Return Mixing	Outlet	-1,3	0,00142	1131	400	-	-
Preheat Coil	Outlet	11,1	0,00142	1131	400	16870	-
Central Cooling Coil	Outlet	11,1	0,00142	1131	400	0	0
Supply Fan	Outlet	11,9	0,00142	1131	400	1099	-
Cold Supply Duct	Outlet	11,9	0,00142	1131	400	-	-
Zone Air	-	19,1	0,00142	1131	403	-21950	0
Return Plenum	Outlet	19,1	0,00142	1131	403	0	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,202 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2934,7 W/(L/s)
Site Altitude = 36,9 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
OFISLER	-20577	Heating	-19779	19,2	2104	403	28980	0
Zone 2	-618	Heating	-592	17,2	76	403	807	0
Zone 3	-2024	Heating	-1579	23,0	110	403	2127	0

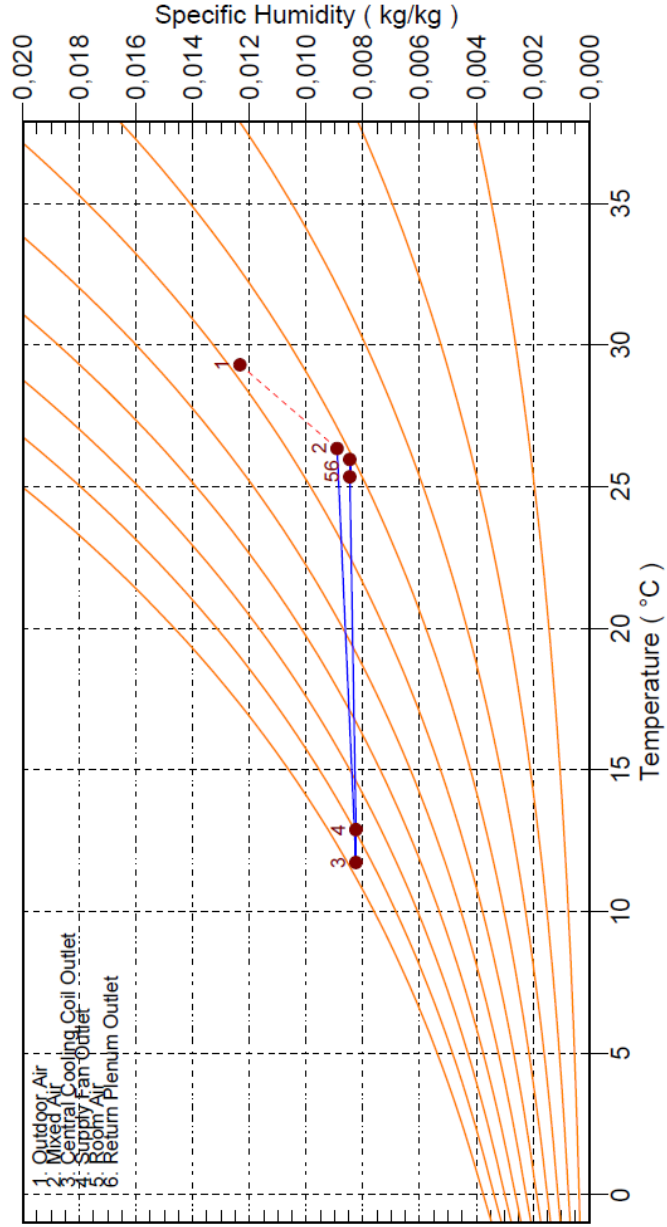
Psychrometric Analysis for VILLA PROJECT

10.05.2016

08:41

Project Name: Villa Project
Prepared by: ENVE ENERJİ MUH. PROJE MÜŞAVİRLİK TAAH. TİC. A.Ş.

Location: Istanbul, Turkey
Altitude: 36,9 m.
Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1600



Şekil B24: Binanın ısı kaybı ve ısı kazancı hesabı

EK C

YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI									
Proje no	: 00	Sayfa no	: 1	Revizyon	: 0	Tarih	: Salı, 21 Şubat, 2017	Hesap	: NESRİN VARIŞLI
Proje adı	: VİLLA	ISI YALITIM	Kontrol	:					
Açıklama	:								
HESAP DEĞERLERİ									
Aylar	Özgül ısı kaybı H=Hi+Hh (W/K)	Sıcaklık farkı Ti-Td (K,°C)	Isı kayıpları H(Ti-Td) (W)	İç ısı kazancı qi (W)	Güneş enerjisi kazancı qg (W)	Toplam kazanc qT=qi+qg (W)	KKO y (-)	Kazanç kullanı m faktörü n ay (-)	Isıtma enerjisi ihtiyacı Qay (kJ)
Ocak		16.10	22,926		2,627	7,608	0.33	0.951	40,672,778
Şubat		14.60	20,790		3,528	8,509	0.41	0.913	33,748,192
Mart		11.70	16,660		4,720	9,701	0.58	0.820	22,552,640
Nisan		6.20	8,828		5,668	10,648	1.21	0.564	7,328,968
Mayıs		1.00	1,424		6,894	11,875	8.34	0.113	212,705
Hazira	1,423.95			4,981	7,301	12,282			
Temmu					7,095	12,076			
Ağusto					6,427	11,408			
Eylül					5,044	10,025			
Ekim		4.90	6,977		3,695	8,676	1.24	0.553	5,659,168
Kasım		10.50	14,951		2,584	7,565	0.51	0.861	21,863,399
Aralık		15.20	21,644		2,255	7,236	0.33	0.950	38,287,531

Qyıl (kJ) = Tp Qay = 170,325,382
Bu hesap için olması gereken enerji ihtiyacı Q' = 17.04 (kWh/m3)
Bu hesap için hesaplanmış enerji ihtiyacı Q = 15.21 (kWh/m3)
Q < Q' olduğundan bu hesap için ısı yalıtım projesi standarda UYGUNDUR.

Şekil C1: Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

EK D

Kazanlarla ve güneş kolektörleri ile bağlantılı olarak bivalent (ikili) işletmede kullanma suyu ısıtması için.

Aşağıdaki sistemlere uygundur:

- Kullanma suyu sıcaklığı 95 °C'ye kadar
- Isıtma suyu gidiş sıcaklığı 160 °C'ye kadar

- Güneş kolektörleri gidiş sıcaklığı 160 °C'ye kadar
- Isıtma suyu tarafı işletme basıncı 10 bar'a kadar
- Güneş enerjisi devresi işletme basıncı 10 bar'a kadar
- Kullanma suyu tarafı işletme basıncı 10 bar'a kadar

Boyer hacmi		300		400		500	
Serpantin		üst	alt	üst	alt	üst	alt
DIN Kayıt No.		0242/06-13 MC/E					
Daimi güç							
Kullanma suyunu 10'dan 45 °C'ye ısıtmada, ...ısıtma suyu gidiş sıcaklığında ve aşağıda verilen ısıtma suyu debisinde	90 °C	kW	31	53	42	63	47
		l/saat	761	1302	1032	1548	1154
	80 °C	kW	26	44	33	52	40
		l/saat	638	1081	811	1278	982
	70 °C	kW	20	33	25	39	30
		l/saat	491	811	614	958	737
	60 °C	kW	15	23	17	27	22
		l/saat	368	565	418	663	540
	50 °C	kW	11	18	10	13	16
		l/saat	270	442	246	319	393
Daimi güç							
Kullanma suyunu 10'dan 60 °C'ye ısıtmada, ...ısıtma suyu gidiş sıcaklığında ve aşağıda verilen ısıtma suyu debisinde	90 °C	kW	23	45	36	56	36
		l/saat	395	774	619	963	619
	80 °C	kW	20	34	27	42	30
		l/saat	344	584	464	722	516
	70 °C	kW	15	23	18	29	22
		l/saat	258	395	310	499	378
Isıtma suyu debisi, verilen daimi kapasitelerde	m ³ /saat	3,0		3,0		3,0	
Bağlanabilen maks. Vitosol açıklık yüzeyi	m ²	10		12		15	
Bağlanabilen maks. ısı pompası gücü	kW	8		8		10	
55 °C ısıtma suyu gidiş ile 45 °C sıcak su sıcaklığında ve verilen ısıtma suyu debisinde (her iki serpantin de seri olarak bağlı)							
Isı izolasyonu		PUR-Sert köpük		PUR-Yumuşak köpük		PUR-Yumuşak köpük	
Bekleme ısı kaybı q _{BS} (Norm tanım değeri)	kWh/24 saat	1,00		1,08		1,30	
Hazır bekleme hacmi V _{BUX}	l	127		167		231	
Güneş enerjisi tarafı hacmi V _{sol}	l	173		233		269	
Boyutlar							
a uzunluğu (Ø)	mm	633		850		850	
	mm	-		650		650	
Toplam genişlik b	mm	705		918		918	
	mm	-		881		881	
Yükseklik c	mm	1746		1630		1955	
	mm	-		1518		1844	
Devime ölçüsü	mm	1792		-		-	
	mm	-		1550		1860	
Ağırlık (ısı izolasyonu dahil)	kg	160		167		205	
Toplam işletme ağırlığı (elektrikli ısıtıcı ile birlikte)	kg	462		569		707	
Isıtma suyu hacmi	l	6	10	6,5	10,5	9	12,5
Isıtma yüzeyi	m ²	0,9	1,5	1,0	1,5	1,4	1,9
Bağlantılar							
Serpantinler	R	1		1		1	
Soğuk su, sıcak su	R	1		1¼		1¼	
Kullanma suyu sirkülasyonu	R	1		1		1	
Elektrikli ısıtıcı	Rp	1½		1½		1½	

Üst serpantin ile ilgili uyarı

Üst serpantin kazan veya ısı pompası bağlantısı için öngörülmüştür.

Alt serpantin ile ilgili uyarı

Alt serpantin güneş kolektörleri veya ısı pompası bağlantısı için öngörülmüştür.

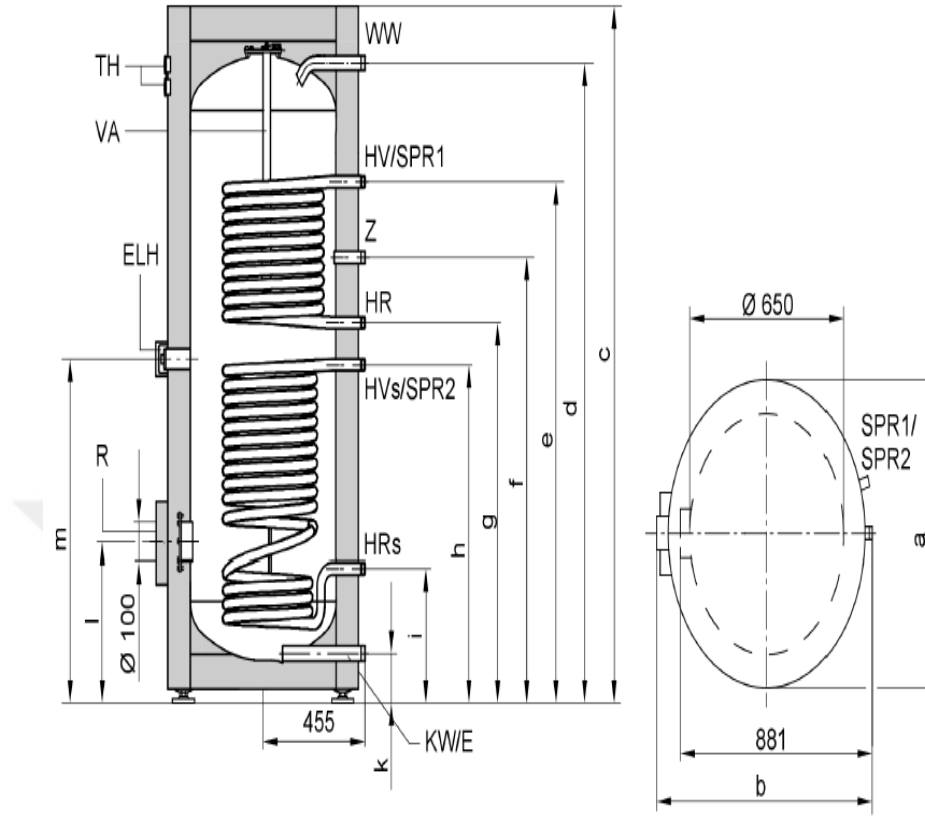
Boyer sıcaklık sensörünün montajı için, teslimat içeriğinde bulunan sensör kovanlı vidalı dirsek kullanılmalıdır.

Daimi güç ile ilgili uyarı

Verilen veya hesaplanmış olan daimi güçler ile planlama yaparken uygun bir boyler ısıtma pompası da öngörülmelidir. Verilen daimi güçlere sadece ısı pompasının anma ısı gücü ≥ daimi güç ise ulaşılabilir.

300 ve 400 litrelik Vitocell 100-B beyaz renkte de teslim edilebilir.

Şekil D1: Boyler teknik kataloğu



E	Boşaltma	R	Flanş kapaklı gözetleme ve temizleme deliği (bir elektrikli ısıtıcı monte etmek için de uygundur)
ELH	Elektrikli ısıtıcı	SPR1	Boiler sıcaklık kontrolü için boiler sıcaklık sensörü
HR	Isıtma suyu dönüşü	SPR2	Sıcaklık sensörleri/termometreler
HR _s	Isıtma suyu dönüşü (güneş enerjisi sistemi)	TH	Termometre (aksesuar)
HV	Isıtma suyu girişi	VA	Koruyucu magnezyum anot
HV _s	Isıtma suyu girişi (güneş enerjisi sistemi)	WW	Sıcak su
KW	Soğuk su	Z	Kullanma suyu sirkülasyon

Boiler hacmi	l	400	500
a	mm	850	850
b	mm	918	918
c	mm	1630	1955
d	mm	1458	1784
e	mm	1204	1444
f	mm	1044	1230
g	mm	924	1044
h	mm	804	924
i	mm	349	349
k	mm	107	107
l	mm	422	422
m	mm	864	984

Şekil D2: Boyler teknik kataloğu

EK E

Gaz yakıtlı kazan, Yapı türü B ve C, Kategori	II _{2N3P}	II _{2N3P}	II _{2N3P}	II _{2N3P}	II _{2N3P}	II _{2N3P}	
Gaz yakıtlı yoğunlaşmalı kazan							
Anma ısı gücü aralığı 45 ve 60 kW: Veriler EN 677'ye göredir.							
80 ila 150 kW: Veriler EN 15417'ye göredir.							
$T_{v}/T_{R} = 50/30$ °C	kW	17,0-45,0	17,0-60,0	30,0-80,0	30,0-100,0	32,0-125,0	32,0-150,0
$T_{v}/T_{R} = 80/60$ °C	kW	15,4-40,7	15,4-54,4	27,0-72,6	27,0-91,0	29,0-114,0	29,0-136,0
Anma ısı yükü	kW	16,1-42,2	16,1-56,2	28,1-75,0	28,1-93,8	30-118	30-142
Tip		B2HA	B2HA	B2HA	B2HA	B2HA	B2HA
Ürün ID No.	CE-0085CN0050						
Koruma sınıfı	IP X4D, EN 60529'a göre						
Gaz bağlantı basıncı							
Doğalgaz	mbar	20	20	20	20	20	20
LPG (Propan)	mbar	50	50	50	50	50	50
Maksimum gaz bağlantı basıncı^{*1}							
Doğalgaz	mbar	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
LPG (Propan)	mbar	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5
Elektr. güç tüketimi (teslimat durumunda)	W	56	82	90	175	146	222
Ağırlık	kg	65	65	83	83	130	130
Eşanjör hacmi	l	7,0	7,0	12,8	12,8	15,0	15,0
Maks. hacimsel debi Bir hidrolik denge kabı kullanımı için sınır değeri	l/saat	3500	3500	5700	5700	7165	8600
Anma sirkülasyon suyu miktarı $T_{v}/T_{R} = 80/60$ °C	l/saat	1748	2336	3118	3909	4900	5850
Maks. işletme basıncı	bar	4	4	4	4	6	6
Boyutlar							
Uzunluk	mm	380	380	530	530	690	690
Genişlik	mm	480	480	480	480	600	600
Yükseklik	mm	850	850	850	850	900	900
Gaz bağlantısı	R	¾	¾	1	1	1	1
Bağlantı değerleri maks. yüke göre verilmiştir							
Gaz							
Doğalgaz	m ³ /h	4,47	5,95	7,94	9,93	12,49	15,03
LPG (Propan)	kg/saat	3,30	4,39	5,86	7,33	9,23	11,10
Baca gazı tanım değerleri^{*2} G 635/G 636'ya göre baca gazı değer sınıfı	G_{52}/G_{51}	G_{52}/G_{51}	G_{52}/G_{51}	G_{52}/G_{51}	G_{52}/G_{51}	G_{52}/G_{51}	G_{52}/G_{51}
Sıcaklık (30 °C dönüş suyu sıcaklığında)							
- anma ısı gücünde	°C	62	66	46	57	51	60
- kısmi yükte	°C	39	39	37	37	39	39
Sıcaklık (60 °C dönüş suyu sıcaklığında)	°C	75	80	68	72	70	74
Kütleli debi							
Doğalgaz							
- anma ısı gücünde	kg/saat	78	104	139	174	210	253
- kısmi yükte	kg/saat	30	30	52	52	53	53
LPG (Propan)							
- anma ısı gücünde	kg/saat	74	99	132	165	231	278
- kısmi yükte	kg/saat	28	28	49	49	59	59
Gerekli sevk basıncı	Pa	250	250	250	250	250	250
	mbar	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Norm kullanma verimi $T_{v}/T_{R} = 40/30$ °C	%	maks. 98 (H ₈)/109 (H ₁)					
Maks. yoğunlaşma suyu debisi							

*1 Gaz bağlantı basıncı maksimum gaz bağlantı basıncından yüksek ise, kazan sisteminden önce ayrı bir gaz basınç regülatörü monte edilmelidir.

*2 EN 13384'e uygun baca sistemlerinin boyutlandırılmasındaki hesap değerleri.
Baca gazı sıcaklıkları 20 °C yakma havası sıcaklığında ölçülen brüt değerlerdir.

Baca sisteminin boyutlandırılmasında 30 °C'lik dönüş suyu sıcaklığındaki baca gazı sıcaklığı esas alınmalıdır.
60 °C dönüş suyu sıcaklığındaki baca gazı sıcaklığı baca gazı hatlarının maksimum işletme sıcaklıklarındaki kullanma alanlarını tespit etmek içindir.

Şekil E1: Kazan teknik kataloğu ve HAP hesabı

KAZAN-1 Input Data

Villa Project_v2
ALTENSIS İNS. ENERJİ

01.28.2017
05:55

1. General Details:

Plant Name KAZAN-1
Plant Type Hot Water Plant

2. Air Systems served by Plant:

Air System Name	Mult.
YERDEN ISITMA	1

3. Service Hot Water

Consumption

Maximum Rate 0 L/s
Usage Schedule MultiFamily Svc Hot Water
Design Temperature 48,9 °C
Average Cold Water Supply Temperature 12,2 °C

Stored Hot Water

Tank Volume 400 L
Minimum Temperature 43,3 °C
Loss Factor 5,0 %
Resupply Prioritization Used No

Pasteurization

Used No

Distribution

Pipe Heat Loss Factor 0,0 %
Pump Power 147,0 kPa
Mechanical Efficiency 70,0 %
Electrical Efficiency 280,4 %
Recirculation Not Used
Delta-T 5,0 K

4. Configuration

Equipment Sizing User-Specified Capacities

Equipment

Quantity 1

Controls

Plant Control Equal Unloading
HWST Control Constant HWST
Design HWST 82,2 °C

Features

Auxiliary Heating

Used No

5. Schedule of Equipment

Heating Equipment

Sequence	Name	Full Load Capacity (kW)	Hot Water Flow Rate	Evaporator Flow Rate
BLR-1	DUVAR TIPI	60,0	11,1 K	
	Totals:	60,0	n/a	n/a

KAZAN-1 Input Data

Villa Project_v2
ALTENSIS İNŞ. ENERJİ

01.28.2017
05:55

Estimated Loads

Est. Max Heating Load 10,0 kW

6. Distribution

Hot Water Distribution System

Type Primary Only, Variable Speed

Heating Coil Delta-T at Design 11,1 K

Pipe Heat Loss Factor 0,0 %

Fluid Properties

Fluid Fresh Water

Density 970,7 kg/m³

Specific Heat Capacity 4,19 kJ / (kg K)

Primary Loop

Pump for Eqpt.	Flow Rate	Head [kPa]	Mechanical Efficiency (%)	Electrical Efficiency (%)
<Shared>	<Auto-sized>	127,1	70,0	94,0

Control Head 0,0 kPa

Minimum Pump Flow 100,0 %

Minimum Boiler Flow 100,0 %

7. Source Water

Not Applicable

Plant Sizing Summary for KAZAN-1

Villa Project_v2
ALTENSIS İNS. ENERJİ

01.26.2017
05:59

1. Plant Information:

Plant Name KAZAN-1
Plant Type Hot Water Plant
Design Weather Istanbul, Turkey

2. Heating Plant Sizing Data:

Maximum Plant Load 10,0 kW
W/m² 342,1 W/m²
Floor area served by plant 29,3 m²

3. Coincident Heating Loads for Jan 1700

Air System Name	Mult.	System Heating Coil Load [kW]
YERDEN ISITMA	1	1,7

Air system loads are for coils whose heating source is ' Hot Water ' .

Coincident Service Hot Water Load 8,3 kW

4. Boiler & Heat Pump Design Capacities

BLR-1 60,0 kW
Total: 60,0 kW

Şekil E4: Kazan teknik kataloğu ve HAP hesabı

EK F



Contact
E-mail
Phone
fax
Customer

Contact
E-mail
Phone

Tender text

Project name: Untitled project 2017-04-14 17:43:24.693

Project ID:

Date: 2017-04-14

Pos.no	Quant.	Description	PG	UP / EUR	TP / EUR
1		Description: Glanded standard high-efficiency pump			
1.1	1	<p>Yonos MAXO 25/0,5-7 PN 10</p> <p>High efficiency pump Wilo-Yonos MAXO electronically controlled, glandless circulation pump, synchronous motor according to ECM technology and integrated power control for continuous differential pressure control. Can be used for all heating, ventilation and air-conditioning applications.</p> <p>Standard-equipped with:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preselectable control modes for optimum load adjustment: (differential pressure constant), $\Delta p-v$ (differential pressure variable) - 3 speed stages ($n = \text{constant}$) - LED for setting the setpoint and displaying error messages - Electrical connection with the Wilo plug - Fault lamp and contact for collective fault signal <p>For flange-end pumps - flange versions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Standard version for pumps DN 32 to DN 65: Combination flange PN 6/10 (flange PN 16 acc. to EN 1092-2) for counter flanges PN 6 and PN 16 - Standard version for DN 80/DN 100 pumps: PN 6 flange (designed for PN 16 according to EN 1092-2) for PN 6 counter flange <p>Materials</p> <ul style="list-style-type: none"> Pump housing : Grey cast iron (EN-GJL-20) Impeller : Plastic (PPE - 30% GF) Pump shaft : Stainless steel (X30Cr13) Bearing : Carbon, metal impregnate <p>Operating data</p> <ul style="list-style-type: none"> Fluid to be pumped : Water 100 % Volume flow : 2,60 m³/h Delivery head : 4,00 m Fluid temperature : 20 °C Min. fluid temperature : -20 °C Max. fluid temperature : 110 °C Maximum operating pressure : 10 bar Minimum suction head at 50 °C / 95 °C / 110 °C : 3 m / 10 m / 16 m Max. ambient temperature : 60 °C <p>Motor/electronics</p> <ul style="list-style-type: none"> Energy efficiency index (EEI) : $\leq 0,20$ Electromagnetic compatibility : Emitted interference : EN 61800- 3;2004+A1;2012 /residential area (C1) Interference resistance : EN 61800- 3;2004+A1;2012 /industrial environment (C2) Mains connection : 1~230V/50 Hz Power consumption P1 : 0,005 kW ... 0,12 kW Max. speed : 1000 1/min ... 3700 1/min Current consumption : 0,08 A ... 1 A Protection class : IP X4D Threaded cable connection : M20x1,5 <p>Fitting dimensions</p>		Price on req.	Price on req.

Şekil F1: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu

wilo

Contact
E-mail
Phone
Fax
Customer

Contact
E-mail
Phone

Tender text

Project name Untitled project 2017-04-14 17:42:24.690

Project ID

Date 2017-04-14

Pos.no	Quant.	Description	PG	UP / EUR	TP / EUR
		Pipe connection	: G 1½ PN 10		
		Overall length	: 180 mm		
		Information for order placements			
		Weight approx.	: 4,5 kg		
		Make	: Wilo		
		Type	: Yonos MAXO 25/0,5-7 PN		
		Item number	: 2120639		

Şekil F2: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu



Contact
E-mail
Phone

Customer

Contact
E-mail
Phone

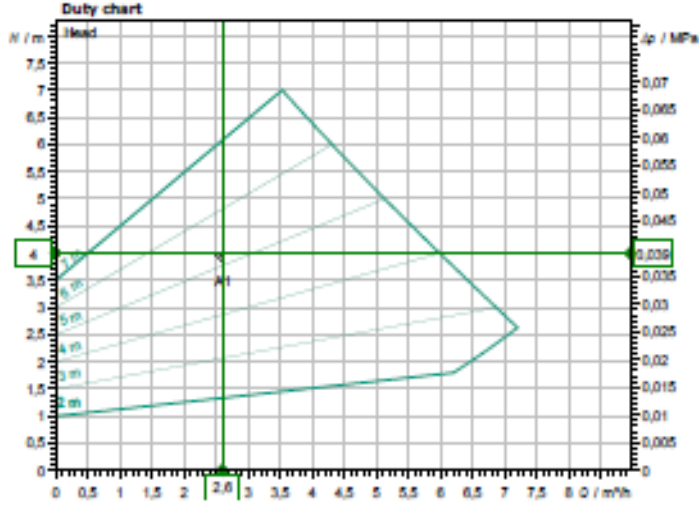
Technical data

Glinded standard high-efficiency pump
Yonos MAXO 25/0,5-7 PN 10

Project name Untitled project 2017-04-14 17:42:34.693

Project ID
Installation location
Customer pos.no

Date 2017-04-14



Requested data

Flow 2,60 m³/h
Head 4,00 m
Media Water 100 %
Fluid temperature 20,00 °C
Density 998,20 kg/m³
Kin. viscosity 1,00 mm²/s

Hydraulic data (Duty point)

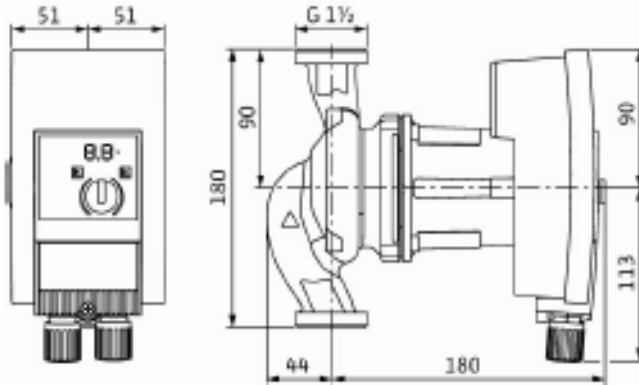
Flow 2,60 m³/h
Head 4,00 m
Power Input P1 0,05 kW

Product data

Glinded standard high-efficiency pump
Yonos MAXO 25/0,5-7 PN 10
Kind of operation dp-v
Max. operating pressure 1 MPa
Fluid temperature -20 °C ... +110 °C
Max. ambient temperature 60 °C
Minimum suction head at 50 / 95 / 110°C 3/ 10/ 16 m

Motor data per Motor/Pump

Motor type EC motor
Energy efficiency Index (EEI) ≤ 0.20
Main connection 1~ 230 V / 50 Hz
Permitted voltage tolerance ±10
Max. speed 3700 1/min
Power Input P1 0,12 kW
Current consumption 1 A
Degree of protection IP X4D
Insulation class F
Motor protection Integrated
Electromagnetic compatibility
Emitted interference EN 61800-3;2004+A1;2C
Interference resistance EN 61800-3;2004+A1;2C
Threaded cable connection M20x1.5



Fitting dimensions

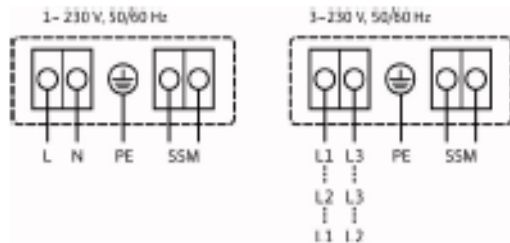
Pipe connection on the suction side G 1 1/2, PN 10
Pipe connection on the pressure side G 1 1/2, PN 10
Port to Port 180 mm

Materials

Pump housing Grey cast iron (EN-GJL-200)
Impeller Plastic (PPE - 30% GF)
Pump shaft Stainless steel (X30Cr13)
Bearing Carbon, metal impregnated

Information for order placements

Weight approx. 4,5 kg
Item number 2120639



Şekil F3: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu

EKG

Vitocal 350-G Pro Antifriz/Su ısı pompası

Vitocal 350-G Pro	Tip	BW 352.A027/ BW 352.A027SA	BW 352.A034/ BW352.A034SA	BW 352.A056/ BW 352.A056SA	BW352.A076/ BW352.A076SA	BW 352.A097/ BW 352.A097SA
Performans değerleri (EN 14511'e göre, B0/W35 °C, deltaT 5 K)						
Nominal ısıtma kapasitesi	kW	27,2	34,3	56,1	76	96,9
Soğutma kapasitesi	kW	20,8	26,4	43,2	58,8	74,6
Çekilen elektrik gücü	kW	6,4	7,9	12,8	17,3	21,9
Isıtmada COP değeri		4,2	4,4	4,4	4,4	4,4
Performans değerleri (EN 14511'e göre, W10/W35 °C, deltaT 5 K)						
Nominal ısıtma kapasitesi	kW	37,1	47,8	78,6	106	134,1
Soğutma kapasitesi	kW	29,7	39	64,2	85,9	109,6
Çekilen elektrik gücü	kW	7,4	8,8	14,5	19,6	24,6
Isıtmada COP değeri		5	5,4	5,4	5,4	5,5
Boyutlar						
Uzunluk	mm	1848	1848	1848	2153	2153
Genişlik (Parantez içindeki değerler ses yalıtımsız değerlerdir)	mm	820 (750)	820 (750)	820 (750)	911 (850)	911 (850)
Yükseklik	mm	1450	1450	1450	1650	1650
Kompresör sayısı	Adet	2	2	2	2	2

Vitocal 350-G Pro	Tip	BW 352.A114/ BW 352.A114SA	BW 352.A132/ BW 352.A132SA	BW 352.A156/ BW 352.A156SA	BW 353.A172/ BW 353.A172SA	BW 353.A198/ BW 353.A198SA
Performans değerleri (EN 14511'e göre, B0/W35 °C, deltaT 5 K)						
Nominal ısıtma kapasitesi	kW	114,2	131,9	155	170,2	197
Soğutma kapasitesi	kW	88,4	101,5	119,2	132	153,3
Çekilen elektrik gücü	kW	25,9	30,4	36,3	38,4	45,7
Isıtmada COP değeri		4,4	4,3	4,3	4,4	4,4
Performans değerleri (EN 14511'e göre, W10/W35 °C, deltaT 5 K)						
Nominal ısıtma kapasitesi	kW	158	181,9	214,4	237	274,2
Soğutma kapasitesi	kW	129	148	173,8	193,5	222,8
Çekilen elektrik gücü	kW	29	34,1	40,7	44,2	52
Isıtmada COP değeri		5,4	5,3	5,3	5,4	5,3
Boyutlar						
Uzunluk	mm	2153	2153	2153	2816	2816
Genişlik (Parantez içindeki değerler ses yalıtımsız değerlerdir)	mm	911 (850)	911 (850)	911 (850)	911 (850)	911 (850)
Yükseklik	mm	1650	1650	1650	1650	1650
Kompresör sayısı	Adet	2	2	2	3	3

BW352.A027SA ile BW353.A197SA modellerinin hepsi seri olarak döner elektromanyetik alan kontrol donanımlı soft start özelliğine sahiptirler.

Şekil G1: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu

GSHP Input Data

Project Name: Villa Project_v2
Prepared by: ALTENSIS İNŞ. ENERJİ

01.26.2017
05:57

1. General Details:

Air System Name GSHP
Equipment Type Terminal Units
Air System Type Ground Source Heat Pump
Number of zones 20
Ventilation Direct Ventilation

2. Dedicated Outdoor Air System Components:

(Dedicated Outdoor Air System not used: no inputs)

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
1B01 - SPOR SALONU	x1
Zone 2: Zone 2	
1B02 - DUS GIYINME	x1
Zone 3: Zone 3	
1B04 - YASAM ALANI	x1
Zone 4: Zone 4	
1B05 - COCUK OYUN ALANI	x1
Zone 5: Zone 5	
1B06 - YARDIMCI ODASI	x1
Zone 6: Zone 6	
1B06 - YO.BANYO	x1
Zone 7: Zone 7	
1B07 - HOL	x1
Zone 8: Zone 8	
1B07 - HOL(1)	x1
Zone 9: Zone 9	
1B11 - MUTFAK	x1
Zone 10: Zone 10	
1K-BANYO	x1
Zone 11: Zone 11	
1K-BANYO(2)	x1
Zone 12: Zone 12	
1K-E.BANYO	x1
Zone 13: Zone 13	
1K-EY.ODASI	x1
Zone 14: Zone 14	
1K-GIYINME ODASI	x1
Zone 15: Zone 15	
1K-YATAK ODASI	x1
Zone 16: Zone 16	
1K-YATAK ODASI2	x1
Zone 17: Zone 17	
Z01 - YASAM ALANI	x1
Zone 18: Zone 18	
Z01 - YATAK ODASI	x1
Zone 19: Zone 19	
ZK-BANYO	x1
Zone 20: Zone 20	
ZK-GİRİS HOLÜ	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone All
Cooling T-stat: Occ. 23,9 °C
Cooling T-stat: Unocc. 26,7 °C
Heating T-stat: Occ. 21,1 °C
Heating T-stat: Unocc. 18,3 °C
T-stat Throttling Range 0,83 K

Thermostat Schedule MultiFamily HVAC
Unoccupied Cooling is Available

Common Terminal Unit Data:

Cooling Coil:

Şekil G2: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu

GSHP Input Data

Project Name: Villa Project_v2
Prepared by: ALTENSIS INS. ENERJI

01.26.2017
05:57

Design Supply Temperature 14,4 °C
Coil Bypass Factor 0,100
Cooling Source Water-Cooled DX
Schedule JFMAMJJASOND

Heating Coil:
Design Supply Temperature 35,0 °C
Heating Source Water Source Heat Pump
Schedule JFMAMJJASOND

Fan Control Fan On
Ventilation Sizing Method Sum of Space OA Airflows

Terminal Units Data:

Zone All
Terminal Type Fan Coil
Minimum Airflow 0,00 L/s/person
Fan Performance 0 Pa
Fan Overall Efficiency 50 %

4. Sizing Data (Computer-Generated):

System Sizing Data:

Sizing Data:
Cooling Supply Temperature 14,4 °C
Heating Supply Temperature 35,0 °C

Hydronic Sizing Specifications:
Chilled Water Delta-T 5,6 K
Hot Water Delta-T 11,1 K

Safety Factors:
Cooling Sensible 0 %
Cooling Latent 0 %
Heating 0 %

Zone Sizing Data:

Zone Airflow Sizing Method Sum of space airflow rates
Space Airflow Sizing Method Individual peak space loads

Zone	Supply Airflow (L/s)	Zone Htg Unit (kW)	Reheat Coil (kW)	Ventilation (L/s)
1	930,9	-	-	44,0
2	19,2	-	-	2,3
3	377,4	-	-	193,5
4	60,5	-	-	37,7
5	33,8	-	-	16,5
6	4,4	-	-	1,1
7	53,3	-	-	52,5
8	53,3	-	-	52,5
9	988,7	-	-	36,5
10	87,3	-	-	1,9
11	91,4	-	-	2,2
12	18,3	-	-	2,1
13	393,4	-	-	62,0
14	36,1	-	-	15,3
15	312,9	-	-	43,5
16	430,8	-	-	54,0
17	3894,6	-	-	229,5
18	223,4	-	-	28,5
19	7,0	-	-	1,5
20	195,5	-	-	30,2

5. Equipment Data

GSHP Input Data

Project Name: Villa Project_v2
Prepared by: ALTENSIS INS. ENERJI

01.26.2017
05:57

Terminal Cooling Units - WSHP

Zone	Estimated Maximum Load (kW)	Design EWT (°C)	Equipment Sizing	Gross Cooling Capacity (kW)	Capacity Oversizing Factor (%)	Compressor Power (kW)	ISO / ARI Performance Rating	Units
1	11,2	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
2	0,0	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
3	7,4	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
4	1,3	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
5	0,6	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
6	0,1	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
7	1,3	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
8	1,3	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
9	11,6	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
10	0,9	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
11	1,1	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
12	0,2	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
13	5,1	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
14	0,7	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
15	4,3	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
16	5,5	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
17	47,6	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
18	2,9	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
19	0,0	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER
20	2,5	25,0	User-Defined	141,0	-	-	3,927	EER

Terminal Heating Units - WSHP

Zone	Estimated Maximum Load (kW)	Design EWT (°C)	Equipment Sizing	Gross Heating Capacity (kW)	Capacity Oversizing Factor (%)	Compressor Power (kW)	ISO / ARI Performance Rating	Units
1	1,8	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
2	0,4	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
3	9,6	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
4	1,7	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
5	0,9	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
6	0,1	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
7	2,0	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
8	2,0	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
9	1,7	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
10	0,7	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
11	0,8	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
12	0,2	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
13	3,6	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
14	0,8	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
15	3,0	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
16	3,4	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
17	11,5	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
18	1,6	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
19	0,1	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP
20	1,5	0,0	User-Defined	55,0	-	-	3,100	COP

Şekil G4: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu

GSHP Input Data

Project Name: Villa Project_v2
Prepared by: ALTENSIS INS. ENERJI

01.26.2017
05:57

Misc. Components - GSHP

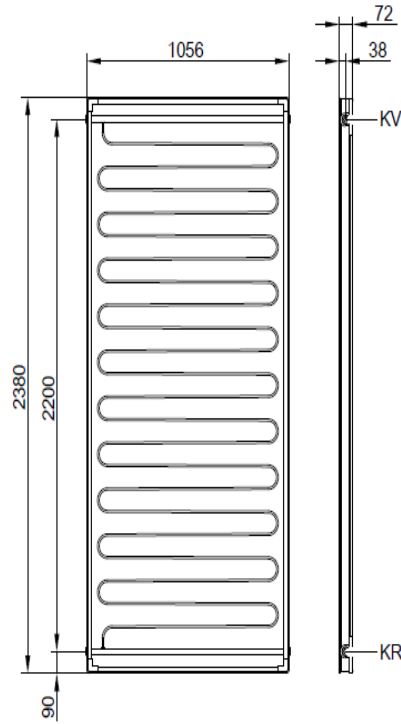
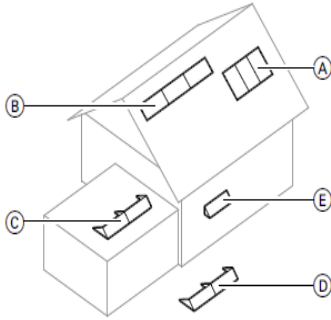
Source Water GHSP Well
Auxiliary Heat Electric Resistance
Pump Data:
Circulation Pump Performance 301,2 W/(L/s)
Circulation Pump Mechanical Efficiency 70,0 %
Circulation Pump Motor Electrical Efficiency 94,0 %

Şekil G5: Kazan sirkülasyon pompası teknik kataloğu

EK H

Vitosol 100-F (devam)

Tip		SV1A/SV1B	SH1A/SH1B
Brüt alan	m ²	2,51	2,51
Absorber yüzeyi	m ²	2,32	2,32
Açıklık yüzeyi	m ²	2,33	2,33
Montaj konumu (aşağıdaki şekle bakınız)		(A) (çatı üstü), (C), (D)	(B) (çatı üstü), (C), (D), (E)
Kollektörler arasındaki mesafe	mm	21	21
Boyutlar			
Genişlik	mm	1056	2380
Yükseklik	mm	2380	1056
Derinlik	mm	72	72
Aşağıdaki değerlerde absorber yüzeyi referans olarak alınmıştır:			
- Optik verim	%	76,0/75,4	76,0/75,4
- Isı kayıp katsayısı k_1	W/(m ² · K)	4,14/4,15	4,14/4,15
- Isı kayıp katsayısı k_2	W/(m ² · K ²)	0,0108/0,0114	0,0108/0,0114
Isı kapasitesi	kJ/(m ² · K)	4,7	4,7
Ağırlık	kg	43	43
Sıvı hacmi (ısı taşıyıcı akışkan)	litre	1,67	2,33
Maks. işletme basıncı („Solar genişleme kabı“ bölümüne bakınız)	bar	6	6
Maks. durgunluk sıcaklığı	°C	193	193
Buhar üretim kapasitesi			
- Uygun montaj konumu	W/m ²	60	60
- Uygun olmayan montaj konumu	W/m ²	100	100
Bağlantı	Ø mm	22	22



SV1A/SV1B tipi

KR Kollektör dönüşü (giriş)
KV Kollektör gidişi (çıkış)

Şekil H1: Kullanım sıcak suyu güneş kollektörü ve simülasyonu

Site data

Climate file

Location:	Istanbul/Ataturk Ab
Climate data record:	Istanbul/Ataturk Ab
Total annual global irradiation:	1469,279 kWh/m ²
Latitude:	40,97 °
Longitude:	-28,82 °

Domestic hot water

Average daily consumption:	200 l
Desired temperature:	50 °C
Consumption profile:	Detached house (evening max)
Cold water temperature:	February: 13 °C August: 18 °C
Circulation:	Yes

Şekil H2: Kullanım sıcak suyu güneş kolektörü ve simülasyonu

System

Collector loop

Manufacturer:	Viessmann Werke GmbH & Co
Type:	Vitosol 100-F
Number:	3,00
Total gross surface area:	7,55 m ²
Total active solar surface area:	6,99 m ²
Tilt angle:	30 °
Collector Orientation:	180 °
Azimuth:	0 °



DHW tank with two heating coils

Manufacturer:	Viessmann
Type:	Vitocell 100-B (500 l)
Volume:	500 l

Auxiliary heating

Manufacturer:	Standard
Type:	Gas condensing boiler
Nominal output:	60 kW

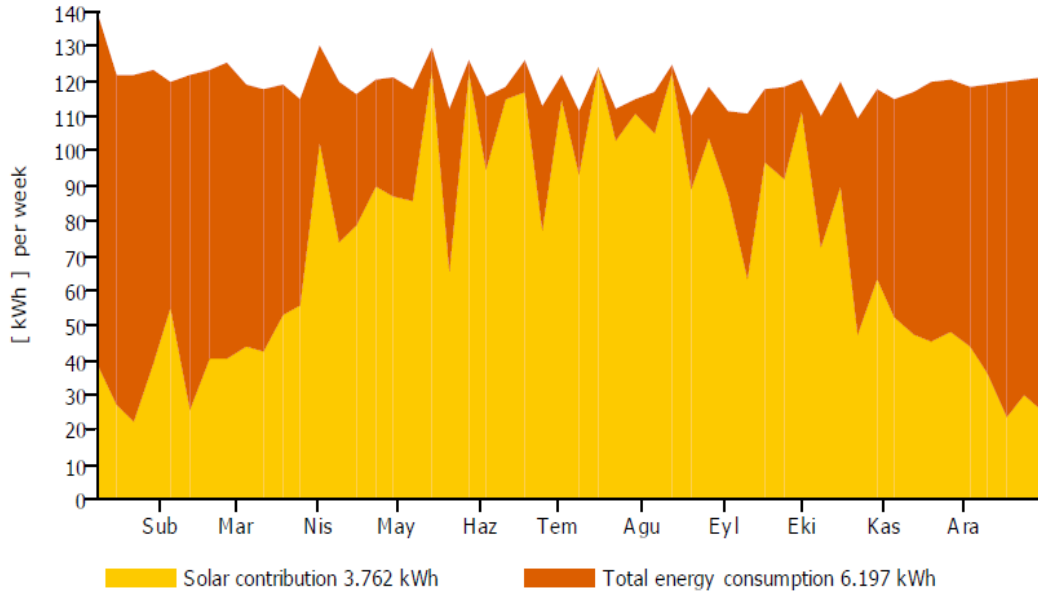
Legend

With test report
Solar Keymark

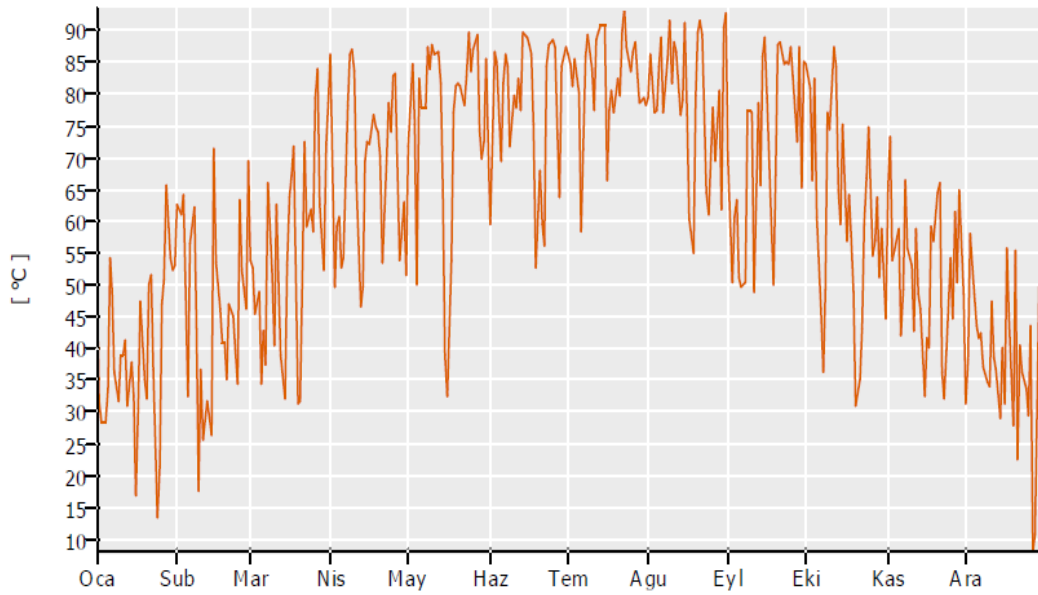


Şekil H3: Kullanım sıcak suyu güneş kollektörü ve simülasyonu

Solar energy consumption as percentage of total consumption



Daily maximum collector temperature



These calculations were carried out by T*SOL Pro 5.5 (R3) - the simulation program for solar thermal heating systems. The results are determined by a mathematical model calculation with variable time steps of up to 6 minutes. Actual yields can deviate from these values due to fluctuations in climate, consumption and other factors. The system schematic diagram above does not represent and cannot replace a full technical drawing of the solar system.

Şekil H4: Kullanım sıcak suyu güneş kolektörü ve simülasyonu

EK I



Contact
E-mail
Phone
Fax
Customer

Contact
E-mail
Phone

Tender text

Project name: Untitled project 2017-04-14 17:42:34.690

Project ID:

Date: 2017-04-14

Pos.no	Quant.	Description	PG	UP / EUR	TP / EUR
2		Description: Glanded standard high-efficiency pump			
2.1	1	<p>Yonos PICO 25/1-6 (EU2)</p> <p>High-efficiency pump Wilo-Yonos PICO, electronically controlled. Maintenance-free glandless circulation pump with screwed connection, blocking-current proof synchronous motor according to ECM technology and built-in electronic power control for variable differential pressure control. Can be used for all heating and air-conditioning applications. Control mode can be selected in accordance with the radiator/underfloor heating application.</p> <p>Standard-equipped with:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preselectable control modes for optimum load adjustment: (differential pressure constant), $\Delta p-v$ (differential pressure variable) - Integrated motor protection - LED for setting the setpoint and displaying the current consumption in watts - Minimal consumption only 4 W - Automatic deblocking function - High starting torque - Venting function for venting the rotor chamber <p>Pump housing made of grey cast iron, impeller made of polypropylene, stainless steel shaft with metal-impregnated carbon friction bearings.</p> <p>Materials</p> <ul style="list-style-type: none"> Pump housing : Grey cast iron (EN-GJL-20) Impeller : Plastic (PP - 40% GF) Pump shaft : Stainless steel Bearing : Carbon, metal impregnate <p>Operating data</p> <ul style="list-style-type: none"> Fluid to be pumped : Water 100 % Volume flow : 1,50 m³/h Delivery head : 2,20 m Fluid temperature : 20 °C Min. fluid temperature : -10 °C Max. fluid temperature : 95 °C Maximum operating pressure : 6 bar Minimum suction head at 50 °C/95 °C/110 °C : 0,5 m/3 m/10 m <p>Motor/electronics</p> <ul style="list-style-type: none"> Energy efficiency index (EEI) : $\leq 0,20$ Electromagnetic compatibility : EN 61800-3 Emitted interference : EN 61000-6-3 Interference resistance : EN 61000-6-2 Mains connection : 1~230V/50 Hz Power consumption P1 : 0,004 kW ... 0,04 kW Max. speed : 800 1/min ... 4700 1/min Current consumption : 0,44 A Protection class : IP X2D Plug/Threaded cable connection : PG 11 <p>Fitting dimensions</p> <ul style="list-style-type: none"> Pipe connection : G 1½ PN 6 		Price on req.	Price on req.

Şekil I1: Güneş enerjisi sirkülasyon pompası teknik kataloğu

wilo

Contact
E-mail
Phone
Fax
Customer

Contact
E-mail
Phone

Tender text

Project name Untitled project 2017-04-14 17:42:34.690

Project ID

Date 2017-04-14

Pos.no	Quant.	Description	PG	UP / EUR	TP / EUR
--------	--------	-------------	----	----------	----------

Information for order placements

Weight approx. : 2,15 kg
Make : Wilo
Type : Yonos PICO 25/1-6 (BU2)

Item number : 4164026

Şekil I2: Güneş enerjisi sirkülasyon pompası teknik kataloğu

wilo

Contact
E-mail
Phone

Customer

Contact
E-mail
Phone

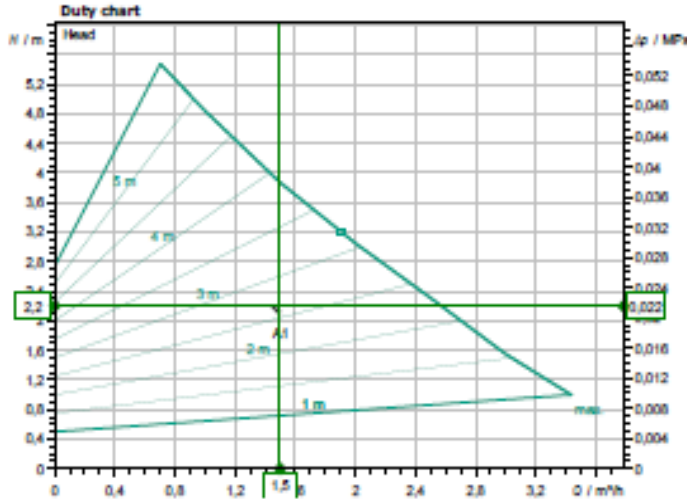
Technical data

Glanded standard high-efficiency pump
Yonos PICO 25/1-6 (EU2)

Project name Untitled project 2017-04-14 17:42:24.693

Project ID
Installation location
Customer pos.no

Date 2017-04-14



Requested data

Flow	1,50 m ³ /h
Head	2,20 m
Media	Water 100 %
Fluid temperature	20,00 °C
Density	998,20 kg/m ³
Kin. viscosity	1,00 mm ² /s

Hydraulic data (Duty point)

Flow	1,50 m ³ /h
Head	2,20 m
Power input P1	0,02 kW

Product data

Glanded standard high-efficiency pump
Yonos PICO 25/1-6 (EU2)

Kind of operation	dp-v
Max. operating pressure	0,6 MPa
Fluid temperature	-10 °C ... +95 °C
Max. ambient temperature	40 °C
Minimum suction head at 50 / 95 / 110°C	0,5/ 3/ 10 m

Motor data per Motor/Pump

Motor type	EC motor
Energy efficiency index (EEI)	≤ 0.20
Main connection	1~ 230 V / 50 Hz
Permitted voltage tolerance	±10 %
Max. speed	4700 1/min
Power input P1	0,04 kW
Current consumption	0,44 A
Degree of protection	IP X2D
Insulation class	F
Motor protection	Not required (blocking-cu)
Electromagnetic compatibility	EN 61800-3
Emitted interference	EN 61000-6-3
Interference resistance	EN 61000-6-2
Threaded cable connection	PG 11

Fitting dimensions

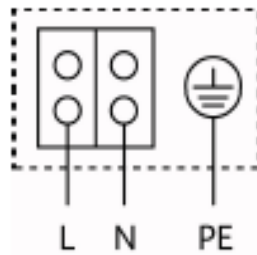
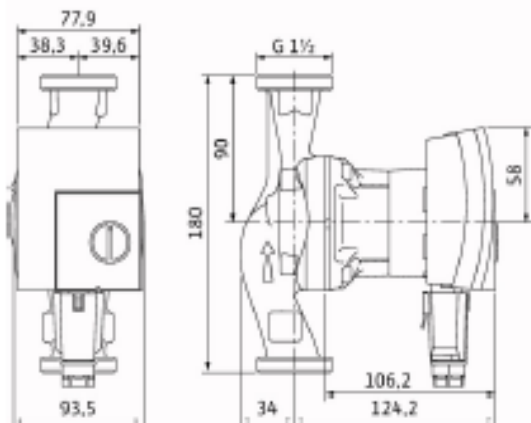
Pipe connection on the suction side	G 1½, PN 6
Pipe connection on the pressure side	G 1½, PN 6
Port to Port	180 mm

Materials

Pump housing	Grey cast iron (EN-GJL-200)
Impeller	Plastic (PP - 40% GF)
Pump shaft	Stainless steel
Bearing	Carbon, metal impregnated

Information for order placements

Weight approx.	2,1 kg
Item number	4164026



Şekil I3: Güneş enerjisi sirkülasyon pompası teknik kataloğu

EK J

Model	Ad	Tanım
RXYQ52T	1	VRV IV Non Continuous Heating (RXYQ-T)
EKEXV400	3	EKEXV - Genleşme valfi kiti
KHRQ22M75T	2	Refnet branşman boru kiti
BHFQ22P1517	1	3 modül için dış ünite çoklu bağlantı borulama kiti
EKEQFCBA	3	Kontrol X/Y/W

Şekil J1: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı

RXYQ52T

Dış üniteye yönelik istenen soğutma kapasitesi: 145,0 kW

Dış Ünite Detayları

Kısaltmalar Tablosu

İÜ Adı Cihaz adı

Model Cihaz model ismi

Tmp C Soğutmada dış ortam sıcaklığı

CC Mevcut soğutma kapasitesi

Rq CC İstenilen soğutma kapasitesi

Tmp H Isıtmada dış ortam koşulları (kuru termometre sıcak.
/ BN)

HC Mevcut ısıtma kapasitesi (entegre edilmiş ısıtma
kapasitesi)

Rq HC İstenilen ısıtma kapasitesi

Borula İç üniteden dış üniteye en uzak mesafe
ma

Bse Standart fabrika soğutucu gaz sarjı (5m gerçek
Refr borulama uzunluğu)

ekstra soğutucu akışkan yükü hariç

Ekstra soğutucu gaz hesaplaması için databooka
bakınız

GWP Küresel Isınma Potansiyeli

TCO₂ CO₂ eşdeğer Ton
eq

PS Güç besleme (voltaj ve fazlar)

MCA Minimum Devre Akımı

GxYxD GenişlikxYükseklikxDerinlik

Wght Cihaz ağırlığı

Dış ortam Detayları

İÜ Adı	Model	Comb	Tmp C	CC	Rq CC	Tmp H	HC	Rq HC	
		%	°C	kW	kW	°C	kW	kW	
Out 1	RXYQ52T	99	33,0	147,0	145,0	-3,0 / 50%	111,4		

İÜ Adı	Model	Borulama	Soğutucu akışkan				
		m	Tip	GWP	Bse Refr	Ex Refr	TCO ₂ eq
					kg	kg	Ton
Out 1	RXYQ52T	7,5	R410A	2087,5	33,8	(*)	70,6

Sistem florlu sera gazları içerir

(*) TCO₂ eş değer, sadece esas soğutucu gaz şarjını dikkate alarak hesaplanır.

İÜ Adı	Model	PS	MCA	GxYxD	Wght
			A	mm	kg
Out 1	RXYQ52T	400V 3Nph			
	* RXYQ18T		35	1240x1685x765	314
	* RXYQ18T		35	1240x1685x765	314
	* RXYQ16T		31	1240x1685x765	305

Out 1 - RXYQ52T

Model	Ad	Tanım
RXYQ52T	1	VRV IV Non Continous Heating (RXYQ-T)
EKEXV400	3	EKEXV - Genleşme valfi kiti
KHRQ22M75T	2	Refnet branşman boru kiti
BHFQ22P1517	1	3 modül için dış ünite çoklu bağlantı borulama kiti
EKEQFCBA	3	Kontrol X/Y/W

2-4 Teknik Özellikler				RXYQ42T	RXYQ44T	RXYQ46T	RXYQ48T	RXYQ50T	RXYQ52T	RXYQ54T	
System	Outdoor unit module 1			RXYQ10T	RXYQ12T	RXYQ14T	RXYQ16T		RXYQ18T		
	Outdoor unit module 2			RXYQ16T				RXYQ18T			
	Outdoor unit module 3			RXYQ16T				RXYQ18T			
Kapasite aralığı				HP	42	44	46	48	50	52	54
Soğutma kapasitesi		Nom.	kW	118,0 (1)	123,5 (1)	130,0 (1)	135,0 (1)	140,0 (1)	145,8 (1)	151,2 (1)	
Isıtma kapasitesi		Nom.	kW	151,2 (1)	151,2 (1)	151,2 (1)	151,2 (1)	151,2 (1)	151,2 (1)	151,2 (1)	
		Maks.	kW	151,2 (1)	151,2 (1)	151,2 (1)	151,2 (1)	151,2 (1)	151,2 (1)	151,2 (1)	
Güç girişi - 50Hz		Soğutma	Nom.	kW	33,3 (1)	35,0 (1)	37,0 (1)	39,0 (1)	40,7 (1)	43,0 (1)	45,0 (1)
		Isıtma	Nom.	kW	45,0 (1)	45,0 (1)	45,0 (1)	45,0 (1)	45,0 (1)	45,0 (1)	45,0 (1)
			Maks.	kW	45,0 (1)	45,0 (1)	45,0 (1)	45,0 (1)	45,0 (1)	45,0 (1)	45,0 (1)
EER				3,54 (1)		3,51 (1)	3,46 (1)	3,44 (1)	3,4 (1)	3,40 (1)	
ESEER - Otomatik				6,65	6,62	6,60	6,50	6,46	6,42	6,38	
ESEER - Standart				5,19	5,17	5,13	5,05	5,02	4,99	4,97	
COP - Maks.				3,99	3,96	3,94	3,91	3,90			
COP - Nom.				4,14	4,12	4,10	4,05		4,0		
Maksimum bağlanabilir iç ünite sayısı				3,40 (1)							
İç endeks bağlantısı		Min.		525	550	575	600	625	650	675	
		Nom.		1.050	1.100	1.150	1.200	1.250	1.300	1.350	
		Maks.		1.365	1.430	1.495	1.560	1.625	1.690	1.755	

2-4 Teknik Özellikler				RXYQ42T	RXYQ44T	RXYQ46T	RXYQ48T	RXYQ50T	RXYQ52T	RXYQ54T	
Boru bağlantıları	Sıvı	DÇ		mm		19,1					
	Gaz	DÇ		mm		41,3					
	Boru uzunluğu	Maks.	OU - IU		m		3,40 (1)				
		Maks.	Branşm andan sonra		m		3,40 (1)				
	Toplam boru uzunluğu	Sistem	Mevcut		m		3,40 (1)				
	Seviye farkı	OU - IU	En yüksek konum da dış ünite	m		3,40 (1)					
				En yüksek konum da iç ünite	m		3,40 (1)				
IU - IU		Maks.	m		3,40 (1)						
PED	Kategorisi			Kategori II							

2-6 Elektrik Özellikleri				RXYQ42T	RXYQ44T	RXYQ46T	RXYQ48T	RXYQ50T	RXYQ52T	RXYQ54T	
Akım	Nominal çalışma akımı - 50Hz	Soğutma	A	3,40 (1)	3,40 (1)	3,40 (1)	3,40 (1)	3,40 (1)	3,40 (1)	3,40 (1)	
Akım - 50Hz	Minimum Ssc değeri			kVa	2.412	2.463	2.765	2.772	2.721	2.670	2.619
	Minimum devre amperi (MCA)			A	84,0	86,0	89,0	93,0	97,0	101,0	105,0
	Maksimum sigorta amperi (MFA)			A	100			125			
Kablo bağlantıları - 50Hz	Güç beslemesi için		Miktar	5G							
	İç üniteyle bağlantı için		Miktar	2							
			Hatırlatma	F1,F2							
Güç beslemesi girişi				İç ünite ve dış ünite							

Şekil J2: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı

DX SOGUTMA Input Data

Project Name: Villa Project_v2
Prepared by: ALTENSIS INS. ENERJİ

01.28.2017
05.59

1. General Details:

Air System Name DX SOGUTMA
Equipment Type Terminal Units
Air System Type Variable Refrigerant Flow (VRF)
Number of zones 20
Ventilation Dedicated Outdoor Air System

2. Dedicated Outdoor Air System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control Scheduled control
Ventilation Sizing Method Sum of Space OA Airflows
Schedule MultiFamily Occupants
Damper Leak Rate 0 %
Outdoor Air CO2 Level 400 ppm

Ventilation Fan Data:

Fan Type BIAF with Variable Frequency Drive
Configuration Draw-thru
Fan Performance 748 Pa
Overall Efficiency 65 %

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	77	57	42	30	21

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	15	13	10	7	5

Duct System Data:

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via Ducted Return

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
1B01 - SPOR SALONU	x1
Zone 2: Zone 2	
1B02 - DUS GIYINME	x1
Zone 3: Zone 3	
1B04 - YASAM ALANI	x1
Zone 4: Zone 4	
1B05 - COCLUK OYUN ALANI	x1
Zone 5: Zone 5	
1B06 - YARDIMCI ODASI	x1
Zone 6: Zone 6	
1B06 - YO.BANYO	x1
Zone 7: Zone 7	
1B07 - HOL	x1
Zone 8: Zone 8	
1B07 - HOL(1)	x1
Zone 9: Zone 9	
1B11 - MUTFAK	x1
Zone 10: Zone 10	
1K-BANYO	x1
Zone 11: Zone 11	
1K-BANYO(2)	x1
Zone 12: Zone 12	
1K-E.BANYO	x1
Zone 13: Zone 13	
1K-EY.ODASI	x1
Zone 14: Zone 14	
1K-GIYINME ODASI	x1
Zone 15: Zone 15	
1K-YATAK ODASI	x1
Zone 16: Zone 16	
1K-YATAK ODASI2	x1

Şekil J3: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı

DX SOGUTMA Input Data

Project Name: Villa Project_v2
Prepared by: ALTENSIS INS. ENERJİ

01.28.2017
05.54

Zone 17: Zone 17	
Z01 - YASAM ALANI	x1
Zone 18: Zone 18	
Z01 - YATAK ODASI	x1
Zone 19: Zone 19	
ZK-BANYO	x1
Zone 20: Zone 20	
ZK-GIRIS HOLU	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone All
Cooling T-stat. Occ. 23,9 °C
Cooling T-stat. Unocc. 26,7 °C
Heating T-stat. Occ. 21,1 °C
Heating T-stat. Unocc. 18,3 °C
T-stat Throttling Range 0,83 K

Thermostat Schedule Multifamily HVAC
Unoccupied Cooling is Available

Common Terminal Unit Data:

Cooling Coil:
Design Supply Temperature 14,4 °C
Coil Bypass Factor 0,100
Cooling Source Air-Cooled DX
Schedule JFMAMJJASOND
Fan Control Cycled

Terminal Units Data:

Zone All
Terminal Type Fan Coil
Minimum Airflow 0,00 L/s/person
Fan Performance 0,50 W(L/s)

4. Sizing Data (Computer-Generated):

System Sizing Data:

Sizing Data:
Cooling Supply Temperature 14,4 °C

Hydronic Sizing Specifications:

Chilled Water Delta-T 5,6 K
Hot Water Delta-T 11,1 K

Safety Factors:

Cooling Sensible 0 %
Cooling Latent 0 %
Heating 0 %

Zone Sizing Data:

Zone Airflow Sizing Method Sum of space airflow rates
Space Airflow Sizing Method Individual peak space loads

Zone	Supply Airflow (L/s)	Zone Htg Unit (kW)	Reheat Coil (kW)	Ventilation (L/s)
1	930,9	-	-	44,0
2	8,9	-	-	2,3
3	377,4	-	-	193,5
4	60,5	-	-	37,7
5	33,8	-	-	16,5
6	4,4	-	-	1,1
7	53,3	-	-	52,5
8	53,3	-	-	52,5
9	968,7	-	-	36,5
10	87,3	-	-	1,9
11	91,4	-	-	2,2
12	18,9	-	-	2,1

Şekil J4: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı

DX SOGUTMA Input Data

Project Name: Villa Project_v2
Prepared by: ALTENSIS INS. ENERJİ

01.26.2017
05.51

Zone	Supply Airflow (L/s)	Zone Htg Unit (kW)	Reheat Coil (kW)	Ventilation (L/s)
13	393,4	-	-	62,0
14	36,1	-	-	15,3
15	312,9	-	-	43,5
16	430,6	-	-	54,0
17	3804,6	-	-	220,5
18	223,4	-	-	28,5
19	3,4	-	-	1,5
20	195,5	-	-	30,2

5. Equipment Data

VRF Outdoor Unit - Cooling Only

Performance Data - Cooling

Equipment Sizing User-Defined
Design OADG 35,0 °C
Estimated Maximum Load 0,0 kW
Design Capacity 145,0 kW
AHRJ Performance Rating 3,500 EER

System Data:

Compressor Type Variable Speed Rotary
Refrigerant Piping Physical Length 0,0 m
Refrigerant Piping Vertical Rise 0,0 m

Şekil J5: Dx dış ünite teknik katalogu ve HAP hesabı

Baseline PTAC Input Data

Project Name: Villa Project_v2
Prepared by: ALTENSIS INS. ENERJI

01.26.2017
05:56

1. General Details:

Air System Name Baseline PTAC
Equipment Type Terminal Units
Air System Type Packaged DX Fan Coil
Number of zones 20
Ventilation Dedicated Outdoor Air System

2. Dedicated Outdoor Air System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control Constant Ventilation Airflow
Ventilation Sizing Method Sum of Space OA Airflows
Unocc. Damper Position Closed
Damper Leak Rate 0 %
Outdoor Air CO2 Level 400 ppm

Ventilation Fan Data:

Fan Type ASHRAE 90.1 App G Fan Curve
Configuration Draw-thru
Fan Performance 0,00 kW

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	83	68	54	41	30

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	21	13	7	3	0

Duct System Data:

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via Ducted Return

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
B-000 1B01 - SPOR SALONU	x1
Zone 2: Zone 2	
B-000 1B02 - DUS GIYINME	x1
Zone 3: Zone 3	
B-000 1B04 - YASAM ALANI	x1
Zone 4: Zone 4	
B-000 1B05 - COCUK OYUN	x1
Zone 5: Zone 5	
B-000 1B06 - YARDIMCI OD	x1
Zone 6: Zone 6	
B-000 1B06 - YO.BANYO	x1
Zone 7: Zone 7	
B-000 1B07 - HOL	x1
Zone 8: Zone 8	
B-000 1B07 - HOL(1)	x1
Zone 9: Zone 9	
B-000 1B11 - MUTFAK	x1
Zone 10: Zone 10	
B-000 1K-BANYO	x1
Zone 11: Zone 11	
B-000 1K-BANYO(2)	x1
Zone 12: Zone 12	
B-000 1K-E.BANYO	x1
Zone 13: Zone 13	
B-000 1K-EY.ODASI	x1
Zone 14: Zone 14	
B-000 1K-GIYINME ODASI	x1
Zone 15: Zone 15	
B-000 1K-YATAK ODASI	x1
Zone 16: Zone 16	
B-000 1K-YATAK ODASI2	x1

Şekil J6: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı

Baseline PTAC Input Data

Project Name: Villa Project_v2
Prepared by: ALTENSIS INS. ENERJI

01.26.2017
05:56

Zone 17: Zone 17	
B-000 Z01 - YASAM ALANI	x1
Zone 18: Zone 18	
B-000 Z01 - YATAK ODASI	x1
Zone 19: Zone 19	
B-000 ZK-BANYO	x1
Zone 20: Zone 20	
B-000 ZK-GİRİS HOLÜ	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone All
Cooling T-stat: Occ. 23,9 °C
Cooling T-stat: Unocc. 26,7 °C
Heating T-stat: Occ. 21,1 °C
Heating T-stat: Unocc. 18,3 °C
T-stat Throttling Range 0,83 K

Thermostat Schedule MultiFamily HVAC
Unoccupied Cooling is Available

Common Terminal Unit Data:

Cooling Coil:
Design Supply Temperature 14,4 °C
Coil Bypass Factor 0,100
Cooling Source Air-Cooled DX
Schedule JFMAMJJASOND

Heating Coil:
Design Supply Temperature 32,0 °C
Heating Source Hot Water
Schedule JFMAMJJASOND

Fan Control Cycled

Terminal Units Data:

Zone All
Terminal Type Fan Coil
Minimum Airflow 0,00 L/s/person
Fan Performance 90.1-2007 Appendix G Fan kW

4. Sizing Data (Computer-Generated):

System Sizing Data:

Sizing Data:
Cooling Supply Temperature 14,4 °C
Heating Supply Temperature 32,0 °C

Hydronic Sizing Specifications:
Chilled Water Delta-T 5,6 K
Hot Water Delta-T 11,1 K

Safety Factors:
Cooling Sensible 0 %
Cooling Latent 0 %
Heating 0 %

Zone Sizing Data:

Zone Airflow Sizing Method Sum of space airflow rates
Space Airflow Sizing Method Individual peak space loads

Zone	Supply Airflow (L/s)	Zone Htg Unit (kW)	Reheat Coil (kW)	Ventilation (L/s)
1	930,9	-	-	44,0
2	24,5	-	-	2,3
3	377,4	-	-	193,5
4	60,5	-	-	37,7
5	38,4	-	-	16,5
6	5,5	-	-	1,1
7	53,3	-	-	52,5
8	53,3	-	-	52,5

Şekil J7: Dx dış ünite teknik katalogu ve HAP hesabı

Baseline PTAC Input Data

Project Name: Villa Project_v2
Prepared by: ALTENSIS INS. ENERJİ

01.26.2017
05:56

Zone	Supply Airflow (L/s)	Zone Htg Unit (kW)	Reheat Coil (kW)	Ventilation (L/s)
9	968,7	-	-	36,5
10	87,3	-	-	1,8
11	91,4	-	-	2,2
12	18,3	-	-	2,1
13	393,4	-	-	62,0
14	36,1	-	-	15,3
15	312,8	-	-	43,5
16	430,8	-	-	54,0
17	3894,6	-	-	229,5
18	223,4	-	-	28,5
19	8,9	-	-	1,5
20	195,5	-	-	30,2

5. Equipment Data

Terminal Cooling Units - Air-Cooled DX

Zone	Estimated Maximum Load (kW)	Design OAT (°C)	Equipment Sizing	Gross Cooling Capacity (kW)	Capacity Oversizing Factor (%)	Compressor + OD Fan Power (kW)	ARI Performance Rating	Units	Conventional Cutoff OAT (°C)
1	11,7	35,0	Auto-Sized	11,7	0	-	Auto-Calculated (2,727)	EER	-17,8
2	0,0	35,0	Auto-Sized	0,0	0	-	Auto-Calculated (3,228)	EER	-17,8
3	7,7	35,0	Auto-Sized	7,7	0	-	Auto-Calculated (2,727)	EER	-17,8
4	1,3	35,0	Auto-Sized	1,3	0	-	Auto-Calculated (3,228)	EER	-17,8
5	0,7	35,0	Auto-Sized	0,7	0	-	Auto-Calculated (3,228)	EER	-17,8
6	0,1	35,0	Auto-Sized	0,1	0	-	Auto-Calculated (3,228)	EER	-17,8
7	1,4	35,0	Auto-Sized	1,4	0	-	Auto-Calculated (3,228)	EER	-17,8
8	1,4	35,0	Auto-Sized	1,4	0	-	Auto-Calculated (3,228)	EER	-17,8
9	12,1	35,0	Auto-Sized	12,1	0	-	Auto-Calculated (2,727)	EER	-17,8
10	1,0	35,0	Auto-Sized	1,0	0	-	Auto-Calculated (3,228)	EER	-17,8
11	1,2	35,0	Auto-Sized	1,2	0	-	Auto-Calculated (3,228)	EER	-17,8
12	0,2	35,0	Auto-Sized	0,2	0	-	Auto-Calculated (3,228)	EER	-17,8
13	5,5	35,0	Auto-Sized	5,5	0	-	Auto-Calculated (2,727)	EER	-17,8
14	0,7	35,0	Auto-Sized	0,7	0	-	Auto-Calculated (3,228)	EER	-17,8
15	4,5	35,0	Auto-Sized	4,5	0	-	Auto-Calculated (2,727)	EER	-17,8
16	5,9	35,0	Auto-Sized	5,9	0	-	Auto-Calculated (2,727)	EER	-17,8
17	49,7	35,0	Auto-Sized	49,7	0	-	Auto-Calculated (2,727)	EER	-17,8
18	3,1	35,0	Auto-Sized	3,1	0	-	Auto-Calculated (3,012)	EER	-17,8
19	0,0	35,0	Auto-Sized	0,0	0	-	Auto-Calculated (3,228)	EER	-17,8
20	2,7	35,0	Auto-Sized	2,7	0	-	Auto-Calculated (3,083)	EER	-17,8

*Auto-Calculated = Calculated per ASHRAE 90.1 Minimum Equipment Efficiency.

Şekil J8: Dx dış ünite teknik kataloğu ve HAP hesabı

EK K

FAN-COIL CİHAZLARI

Gizli tavan tipi UNFC serisi fancoiller, korozyona karşı dayanikli yüksek kalite galvanizli sacdan mamuldur.

Sahada montaj kolayligi saglamak amaayla montaj delikleri onceden delinmiştir ve elektrik baglantilari kolaylikla ulaşilabilir şekilde tasarlanmipr.

3 hizli 220V/ 1 faz/ 50 Hz. radyal fanlar kullanılmaktadır. Fanlar düşük ses seviyeleri ile müşteri memnuniyetine hitap etmektedir.

Bataryalar yüksek verimli alüminyum plakalara dikişsiz baker borularin sıkı gecirilmesi yolu ile üretilmektedir. Her batarya fabrika şartlarında 24 Bar basınca kadartest edilmektedir. Siparişte belirtilmesi kaydi ile fancoiller sag veya sol baglantili olarak üretilmektedir. Korozyona karşı dayanikli olan drenaj tavalarinin dip yuzeyleri terlemeye karşı kapali hucreii izolasyon malzemesi ile izole edilmektedir. Drenaj tavalari su gider yonunde egimli olarak monte edilirler.

Drenaj tavalari kaplanmış metal malzemedden üretilmiştir.

Turn fancoillerde emit plenumu ve hava filtresi standart olarak verilmektedir. UNFC serilerinde uzun omurlu düşük basınç kayipli özel tasarimli filtreler kullanılmıştır.

Fancoiller sıfır degerinden farklı cihazdişi statik basınclarda da kullanılabilirler. Farkli basınclardaki degerler için UNTES den bilgi aliniz.



Özellikler	:	
Marka	:	ÜNTES
Tip	:	Orta Basınçlı Gizli Tavan (4 borulu, filtrelı)
Soğutma Su Rejimi	:	7.Ara °C
Isıtma Su Rejimi	:	80/60 °C
FAN-COİL CİHAZI		
Model	:	UNFC GTT-4Y 015
Toplam Soğ. Kapasitesi	:	0,687 kW
Duyulur Soğ. Kapasitesi	:	0,687 kW
Isıtma Kapasitesi	:	2,09 kW

Şekil K1: Fancoil ünitesi teknik katalogu

EK L

Plate Heat Exchanger

Technical specification

Customer :
Model : TL6-BFM
Project: : NV
Item : 1

Date : 29.12.2016

		Hot side	Cold side
Fluid		Water	Water
Density	kg/m ³	1000	1000
Specific heat capacity	kJ/(kg*K)	4.20	4.21
Thermal conductivity	W/(m*K)	0.586	0.585
Viscosity inlet	cP	1.24	1.27
Viscosity outlet	cP	1.43	1.47
Volume flow rate	m ³ /h	24.8	24.8
Inlet temperature	°C	12.0	6.0
Outlet temperature	°C	7.0	11.0
Pressure drop	kPa	49.4	49.5
Heat Exchanged	kW	145.0	
L.M.T.D.	K	1.0	
O.H.T.C clean conditions	W/(m ² *K)	7047	
O.H.T.C service	W/(m ² *K)	7047	
Heat transfer area	m ²	20.7	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	0.0	
Duty margin	%	0.0	
Relative directions of fluids		Countercurrent	
Number of plates		83	
Effective plates		81	
Number of passes		1	1
Extension capacity		5	
Plate material / thickness		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Sealing material		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Connection material		Unlined	Unlined
Connection diameter	mm	60	60
Nozzle orientation		S1 -> S2	S4 <- S3
Pressure vessel code		PED	
Flange rating		DIN PN16	
Design pressure	bar	10.0	10.0
Test pressure	bar	13.0	13.0
Design temperature	°C	30.0	30.0
Overall length x width x height	mm	615 x 320 x 1264	
Liquid volume	dm ³	17.63	17.63
Net weight, empty / operating	kg	284 / 318	
Packed weight(BOX(OCEAN))	kg	304	
Internal volume	m ³	0.5	
length x width x height	mm	1390 x 420 x 840	

Şekil L1: Plakalı tip ısı eşanjörü teknik kataloğu

TL6

Plate Heat Exchanger

Applications

General heating and cooling duties.

Standard design

The plate heat exchanger consists of a pack of corrugated metal plates with portholes for the passage of the two fluids between which heat transfer will take place.

The plate pack is assembled between a fix frame plate and a movable pressure plate and compressed by tightening bolts. The plates are fitted with a gasket which seals the interplate channel and directs the fluids into alternate channels. The number of plates is determined by the flow rate, physical properties of the fluids, pressure drop and temperature program. The plate corrugations promote fluid turbulence and support the plates against differential pressure.

The plate and the pressure plate are suspended from an upper carrying bar and located by a lower guiding bar, both of which are fixed to a support column.

Connections are located in the frame plate or, if either or both fluids make more than a single pass within the unit, in the frame and pressure plates.

Typical capacities

Liquid flow rate

Up to 20 kg/s (317 gpm), depending on media, permitted pressure drop and temperature program.

Plate types

TL6-B

Frame types

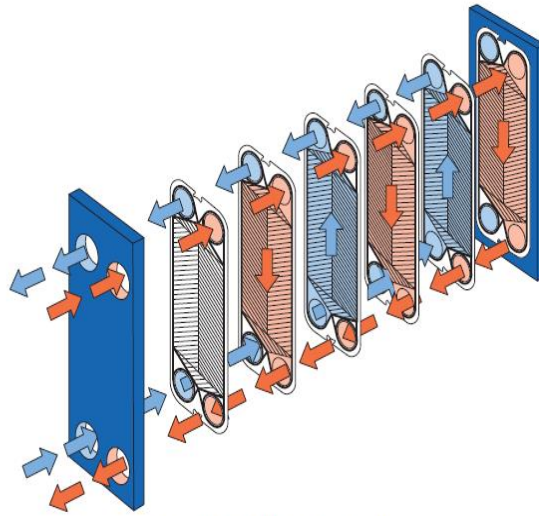
FM, FG and FD

Working principle

Channels are formed between the plates and the corner ports are arranged so that the two media flow through alternate channels. The heat is transferred through the plate between the channels, and complete counter-current flow is created for highest possible efficiency. The corrugation of the plates provides the passage between the plates, supports each plate against the adjacent one and enhances the turbulence, resulting in efficient heat transfer.



TL6-FG



Flow principle of a plate heat exchanger

Şekil L2: Plakalı tip ısı eşanjörü teknik kataloğu

STANDARD MATERIALS

Frame plate

Mild steel, Epoxy painted

Nozzles

Carbon steel

Metal lined: Stainless steel, Titanium

Rubber lined: Nitrile, EPDM

Pipe: Stainless steel

Plates

Stainless steel Alloy 316 / Alloy 304, Titanium, Alloy 254 SMO, Alloy C276

Gaskets

Nitrile, EPDM, Viton®

Other grades and material available on request

TECHNICAL DATA

Pressure vessel codes, PED, ASME, pvcALS™

Mechanical design pressure (g) / temperature

FM	pvcALS™	1.0 MPa / 180°C
FM	PED	1.0 MPa / 180°C
FG	pvcALS™	1.6 MPa / 180°C
FG	PED	1.6 MPa / 180°C
FG	ASME	150 psig / 482°F
FD	pvcALS™	2.5 MPa / 180°C
FD	PED	2.5 MPa / 180°C
FD	ASME	300 psig / 482°F

Connections

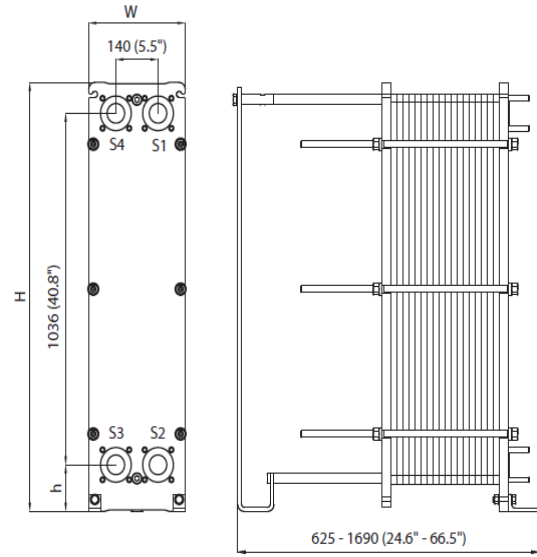
Pipe connections (not for frame type FD)

Straight threaded	Size 50 mm	ISO G2", NPT 2"
Threaded inlet port	Size 50 mm	ISO G2"

Flange connections

	Size:	
FM	pvcALS™ 50/65 mm	DIN/GB/GOST PN16, ASME Cl.150, JIS 10K
FM	PED 50/65 mm	DIN PN16, ASME Cl. 150
FG	pvcALS™ 50/65 mm	DIN/GB/GOST PN16, ASME Cl. 150, JIS 10K, JIS 16K
FG	PED 50/65 mm	DIN PN16, ASME Cl. 150
FG	ASME 2-2½" in	ASME Cl.150
FD	pvcALS™ 50/65 mm	DIN/GB/GOST PN40, ASME Cl.300, JIS 20K
FD	PED 50/65 mm	DIN PN40, ASME Cl. 300
FD	ASME 2-2½" in	ASME Cl. 300

Dimensions



Measurements mm (inch)

Type	H	W	h
TL6-FM / PED / pvcALS™	1264 (49.8")	320 (12.6")	137 (5.4")
TL6-FG / PED / pvcALS™	1264 (49.8")	320 (12.6")	137 (5.4")
TL6-FG / ASME	1299 (51.1")	320 (12.6")	142 (5.6")
TL6-FD / PED / pvcALS™	1264 (49.8")	330 (13.0")	137 (5.4")
TL6-FD / ASME	1308 (51.5")	330 (13.0")	142 (5.6")

The number of tightening bolts may vary depending on pressure rating.

Maximum heat transfer surface

102.0 m² (1097 sq.ft)

Particulars required for quotation

- Flow rates or heat load
- Temperature program
- Physical properties of liquids in question (if not water)
- Desired working pressure
- Maximum permitted pressure drop

Şekil L3: Plakalı tip ısı eşanjörü teknik katalogu

EK M

VisionAIR³ Wind Turbine Specifications

Physical Information

Axis	Vertical
Height	3.2 m [10'-6"]
Width	1.8 m [5'-11"]
Swept Area	5.76 m ² [62 ft ²]
Weight	300 kg [662 lbs]
Blade Materials	Fiberglass

Turbine Operation

Annual Energy at 5.5m/s	770 kWh
Cut-in Wind Speed	3.5 m/s [7.8 mph]
AWEA Rated Wind Speed	11 m/s [24 mph]
Max Power Wind Speed	14 m/s [31 mph]
Cut-out Wind Speed	20 m/s [44 mph]
Survival Wind Speed	50 m/s [110 mph]
Rated RPM	200 RPM
Noise at 5m/s	41 dBA

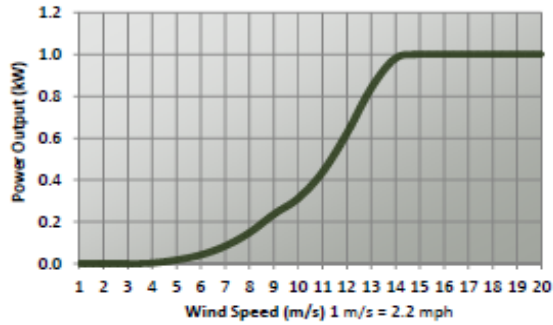
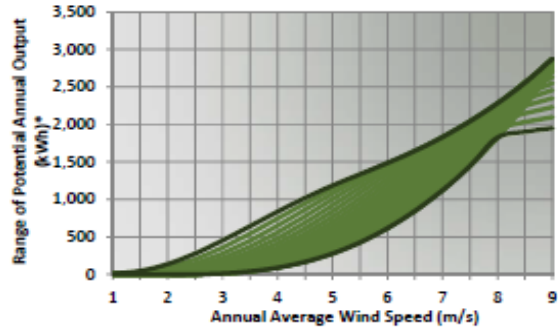
Electric Generation

Drive System	Direct Drive
UL Rated Power	1.0 kW
Generator Rated Voltage	
Off-Grid	270 V _{dc} equivalent
Grid-Tie	530 V _{dc} equivalent
Temperature Range	-25 C to 40 C (-14 F to 105 F)
Inverters and Controllers	Available for all locations and regulations

Certifications

UL 1004 / CSA C22.2	Generator Electrical Safety
ISO 9001	Manufacturing Quality Management
CE	European Conformity

Model Number UGE-3M



Şekil M1: Rüzgar türbini teknik kataloğu

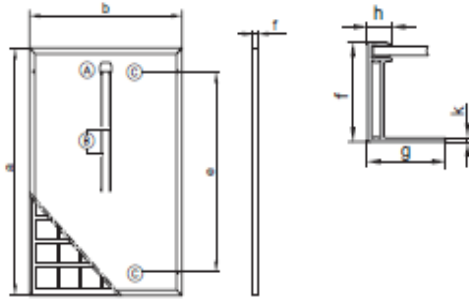
Teknik bilgiler

Teknik bilgiler				
Vitovolt 300	Tip	P260AA	P265AA	P270AA
STC**deki kapasite değerleri				
Anma gücü P_{max}	W_p	260	265	270
Güç toleransı	W	0/+5	0/+5	0/+5
Gerilim MPP [†] U_{mpp}	V	30,79	31,04	31,29
Akım MPP [†] I_{mpp}	A	8,52	8,61	8,70
Açık devre gerilimi U_{oc}	V	37,45	37,72	37,99
Kısa devre akımı I_{sc}	A	8,98	9,06	9,15
Modül verimi	%	16,03	16,33	16,64
NOCT**'deki kapasite değerleri				
Güç P_{max}	W_p	193,9	197,6	201,4
Gerilim U_{mpp}	V	30,39	30,36	30,90
Açık devre gerilimi U_{oc}	V	34,47	34,72	34,96
Kısa devre akımı I_{sc}	A	7,25	7,32	7,39
200 W/m²'de verim düşüşü				
	%	5	5	5
Sıcaklık katsayıları				
Güç	%/K	-0,42	-0,42	-0,42
Açık devre gerilimi	%/K	-0,32	-0,32	-0,32
Kısa devre akımı	%/K	0,044	0,044	0,044
Maksimum sistem gerilimi				
	V	1000	1000	1000
Gerilim dayanıklılığı				
	A	20	20	20

* STC = Standard Test Conditions (Standart Test Koşulları: Işınım 1000 W/m², hücre sıcaklığı 25 °C ve hava kütlesi AM 1,5).

† MPP = Maximum Power Point (STC'deki maksimum güç).

** NOCT = Nominal Operating Cell Temperature (Nominal İşletmede Hücre Sıcaklığı: Işınım 800 W/m², hava kütlesi AM 1,5, rüzgar hızı 1 m/s, ortalama sıcaklığı 20 °C).



- Ⓐ Bağlantı kutusu
Ⓑ Bağlantı kabloları
Ⓒ 4 Potansiyel dengelama bağlantısı (ø 5,2 mm)

Boyut tablosu

a	mm	1654
b	mm	989
c	mm	1134
d	mm	40
e	mm	13,9
f	mm	13,9
g	mm	1,8

Hücre tipi:	Çok kristalli silisyum hücre 156 mm x 156 mm (6 inç)
Hücre sayısı:	60 (6 x 10)
Ölçme toleransı:	± 3 %
Hücre yatağı (Malzeme):	Etilen vinil asetat (EVA)
Bağlantı kutusu (koruma sınıfı):	IP67, 3 diyet
Çerçeve:	Eliksali alüminyum alaşım, gümüş
Ön cam:	3,2 mm kalınlığında, yansımaya önleyici kaplamalı tekil emniyet camı
Ağırlık:	18,2 kg
Maks. basınç/emmiş yükü:	6000 Pa/2400 Pa
Bağlantı:	1,0 m uzunluğunda ve kablo kesiti 4 mm ² olan Multi Contact (MC4)'a sahip kablolar
Statik gereksinimleri:	Çatı konstrüksiyonu rüzgâra yeterli derecede dayanıklı olmalıdır.
Koruma sınıfı:	II
Uygulama sınıfı:	A
Sevkiyat ünitesi:	22 adet/palet

Ürün garantisi
10 yıl: Genişletilmiş Viessmann Ürün garantisi

Performans garantisi
25 yıl Viessmann doğrusal güç garantisi (min. % 80)

Uyarı
Ürün ve güç garantisi Viessmann Werke GmbH & Co. KG garanti koşullarına göre dir.

Kalite kontrolü
Sertifikalar: IEC 61215, IEC 61730
ISO 9001 ve 14001 sertifikalı fabrikalarda üretilmiştir.
Geçerli AB direktiflerine uygun CE işareti.

Teknik değişiklik hakkı saklıdır!

Şekil N1: Pv güneş kolektörü teknik kataloğu



ÖZGEÇMİŞ

NESRİN VARIŞLI

07.09.1979



MESLEKİ DENEYİM

KA MÜHENDİSLİK A.Ş.(2015-...)

ARDE KLİMA TESİSAT İNŞAAT MAKİNE VE TİCARET A.Ş. (2006-2015)

ARAS KARGO YURTİÇİ&YURTDIŞI TAŞIMACILIK (2005-2006)

AHMET FERMANLI İNŞAAT SAN. VE TİC. A.Ş. (2002-2004)

MOBİNET İLETİŞİM MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ. (2000-2002)

ÇALIŞILAN DEPARTMANLAR

PROJE DEPARTMANINDA İGDAŞ ATAŞMAN PROJELERİNİN ÇİZİLMESİ, HAKEDİŞ RAPORU HAZIRLANMASI, MALZEME STOK RAPORLARININ TUTULMASI;

MEKANİK TESİSAT FİYAT TEKLİFLERİNİN HAZIRLANMASI

ÖĞRENİM DURUMU

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ T.B.M.Y.O.

Makine-Resim-Konstrüksiyon (1998-2000)

ESKİŞEHİR ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

A.Ö.F. İKTİSAT (3.Sınıf devam)

İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ

Makine Mühendisliği (1999-2013)

BİLGİSAYAR BİLGİSİ

MICROSOFT OFFICE (WORD, EXCEL)

AUTOCAD 2015

MATLAB

