ENERJİ ETKİN BİR KREŞ PLANLAMASINDA MEKANİK TESİSAT TASARIMI VE ENERJİ PLANLAMASI

Alihan Özkurt
171421101

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre ve Enerji Teknolojileri Yönetimi Anabilim Dalı
Enerji Etkin Yapılar Yüksek Lisans Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Neslihan Yuca Doğdu

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Eylül, 2019

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Alihan ÖZKURT' un

ENERJİ ETKİN BİR KREŞ PLANLAMASINDA MEKANİK TESİSAT TASARIMI VE ENERJİ PLANLAMASI

başlıklı tezi 25/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği' nin ilgili maddeleri uyarınca, Çevre-Enerji Teknolojileri ve Yönetimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy birliğiyle başarılı olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı. Adı ve Soyadı	İmza
Tez Danışmanı	:Dr. Öğretim Üyesi Neslihan YUCA DOĞDU	.....
Üye	:Doç. Dr. Ayhan ONAT	.....
Üye	:Doç. Dr. Nevin TAŞALTIN	.....

Prof. Dr. İlter BÜYÜKDIĞAN

Enstitü Müdürü

	ŞEKİL ONAY SAYFASI	Doküman No	FR-105
		İlk Yayın Tarihi	20.12.2017
		Revizyon Tarihi	10.12.2018
		Revizyon No	01
		Sayfa	1/2

ŞEKİL ONAY SAYFASI

02/10/2019

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Aşağıda bilgileri bulunan lisansüstü öğrencinin tezi şekil yönünden tarafımca incelenmiş ve Enstitüye teslim edilmesi uygun bulunmuştur.

Anabilim Dalı Başkanı
Doç. Dr. Nevin TAŞALTIN
İmza

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
ADI SOYADI	ALİHAN ÖZKURT
ÖĞRENCİ NUMARASI	171421101
ANABİLİM DALI	ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YÖNETİMİ
PROGRAMI	(X) YÜKSEK LİSANS ( ) DOKTORA ( ) SANATTA YETERLİK
DANIŞMANI	Dr. Öğretim Üyesi Neslihan YUCA DOĞDU
TEZ BAŞLIĞI	ENERJİ ETKİN BİR KREŞ PLANLAMASINDA MEKANİK TESİSAT TASARIMI VE ENERJİ PLANLAMASI
SAVUNMA TARİHİ	24/09/2019
e-posta	ozkurt.alihan@hotmail.com

İç Kapak	☑ Var ☐ Yok
Jüri Onay Sayfası	☑ Var ☐ Yok
Etik İlke ve Kurallara Uyum Beyanı	☑ Var ☐ Yok
İntihal Raporu	☑ Var ☐ Yok
Teşekkür Sayfası	☑ Var ☐ Yok
Öz (Başlık-Öz-Anahtar Sözcükler)	☑ Var ☐ Yok
Abstract (Title-Abstract-Key Words)	☑ Var ☐ Yok
İçindekiler	☑ Var ☐ Yok
Çizelgeler Listesi	☐ Var ☑ Yok
Şekiller Listesi (varsa)	☐ Şekil yok ☑ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Kısaltmalar Listesi	☑ Var ☐ Yok
Tablolar Listesi (varsa)	☐ Tablo yok ☑ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Ekler Listesi (varsa)	☑ Ek yok ☐ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Özgeçmiş	☑ Var ☐ Yok
Sayfa Genişliği	☑ Uygundur ☐ Uygun Değildir

Hazırlayan İlgili Birim	Kalite Koordinatörü Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Kurumsal Yetkili Prof. Dr. Belma AKŞİT

(Doküman No: FR-105; Yayın Tarihi 20.12.2017; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)

	ŞEKİL ONAY SAYFASI	Doküman No	FR-105
		İlk Yayın Tarihi	20.12.2017
		Revizyon Tarihi	10.12.2018
		Revizyon No	01
		Sayfa	2/2

Yazı Tipi	☑ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Referans Kullanımı	☑ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Kaynakça Yazımı	☑ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Ekler (varsa)	☐ Ek yok ☑ Uygundur ☐ Uygun Değildir

Hazar Akgül
İmza

Hazırlayan İlgili Birim	Kalite Koordinatörü Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Kurumsal Yetkili Prof. Dr. Belma AKŞİT

(Doküman No: FR-105; Yayın Tarihi 20.12.2017; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)

maltepe üniversitesi	ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI	Doküman No	FR-178
		İlk Yayın Tarihi	01.03.2018
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	00
		Sayfa	iii/64

Revizyon Takip Tablosu

REVİZYON NO	TARİH	AÇIKLAMA
00	2019	İlk yayın.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

24/05/2019

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarından bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; çalışmanın Maltepe Üniversitesinde kullanılan "bilimsel intihal tespit programı" ile tarandığını ve öngörülen standartları karşıladığını beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

(Islak İmza)
Alihan Özkurt

(Dokuman No: FR-178; Yayın Tarihi: 01.03.2018; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)

Hazırlayan	Kalite Koordinatörü	Kurumsal Yetkili
İlgili Birim	Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Prof. Dr. Belma AKŞİT

tez2

ORİJİNALLİK RAPORU

%12	%11	%1	%9
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

TÜM KAYNAKLARI EŞLEŞTİR (SADECE SEÇİLİ OLAN KAYNAĞI YAZDIR)

%5

★ Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK)

Öğrenci Ödevi

Alıntıları çıkart üzerinde Eşleşmeleri çıkar Kapat

Bibliyografyayı Çıkart Kapat

Alihan Özkurt isimli öğrencinin tez benzerlik raporu uygundur.

Dr. Öğretim Üyesi Neslihan Yuca Dogdu

N. Yuca

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın yürütülmesinde tecrübelerini ve bilgilerini esirgemeyen, bana her aşamasında yardımcı olan çok değerli hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Neslihan Yuca Doğdu' ya teşekkür ediyorum.

Hayatımın her anında desteklerini esirgemeyen çok değerli annem Dr. Mevlüde Özkurt' a, babam Dr. Hilmi Özkurt' a ve çalışmam esnasında bana yardımcı olarak birlikte geçireceğimiz zamanlarda fedakarlık gösteren kıymetli eşim Hilal Özkurt' a şükranlarımı sunarım.

Alihan Özkurt

Eylül, 2019

ÖZ

ENERJİ ETKİN BİR KREŞ PLANLAMASINDA MEKANİK TESİSAT TASARIMI VE ENERJİ PLANLAMASI

Alihan Özkurt
Yüksek Lisans Tezi
Çevre ve Enerji Teknolojileri Yönetimi Anabilim Dalı
Enerji Etkin Yapılar Yüksek Lisans Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Neslihan Yuca Doğdu
Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019

Bu çalışmada; kreş tasarımı yapılarak, mekanik tesisat ekipmanları ile enerji etkin bir bina haline getirilmesi amaçlanmıştır. Kartal Belediyesi bünyesinde bulunan bu yapının kreş olarak kullanılması amaçlanmıştır.

Isıtma ve soğutma tesisatında yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak tasarım yapılmıştır. Isıtma tesisatına takviye olarak başka bir yenilenebilir enerji kaynağı sistemi kullanılmıştır. Havalandırma tesisatında ise harcanan enerji en verimli şekilde kullanılabilecek tesisat elemanları seçilmiştir. Tüm mekanik tesisat elemanları birbirine entegre edilerek, mekanik tesisat sistemi kurulmuştur.

Yapılan çalışma neticesinde; kullanılan mekanik tesisat elemanlarının önemli ölçüde enerji tasarrufu oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tüm bu çalışmalar sonucunda enerji etkin bir kreş tasarımı yapılarak enerji verimliliği sağlanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: 1. Enerji Verimliliği; 2. Sürdürülebilir Enerji; 3. Mekanik Tesisat; 4. Kreş Tasarımı.

ABSTRACT

MECHANICAL INSTALLATION DESIGN AND ENERGY PLANNING IN AN ENERGY EFFICIENT NURSERY PLANNING

Alihan Özkurt
Master Thesis
Department of Environmental and Energy Technologies Management
Energy Efficient Structures Programme
Advisor: Asst. Prof. Neslihan Yuca Doğdu
Maltepe University Graduate School of Natural and Applied Sciences, 2019

In this study, the aim of the nursery is to make an energy efficient building with mechanical installation equipment. This building, which is located in Kartal Municipality, is intended to be used as a nursery.

The heating and cooling installations are designed using renewable energy sources. Another renewable energy source system was used as a supplement to the heating installation. In the ventilation installation, the installation elements that can be used in the most efficient way have been selected. All mechanical installation elements are integrated to each other and mechanical installation system is established.

As a result of the study, it has been concluded that the mechanical installation elements used generate significant energy savings. As a result of all these studies, an energy efficient nursery design has been designed to provide energy efficiency.

Keywords: 1. Energy efficiency; 2. Sustainable energy; 3. Mechanical installation; 4. Nursery Design.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI ..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI.. **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
ÖZ iv
ABSTRACT v
BÖLÜM 1. GİRİŞ 1
1.1. Literatür Taraması 2
1.2. Sürdürülebilirlik 5
1.3. Akıllı Binalar ve Özellikleri 6
1.4. Enerji Etkin Bina ve Kullanıcıları 7
1.5. Mekanik Tesisat ve Ekipmanları 8
BÖLÜM 2. YÖNTEM 9
2.1. Proje Alanı Bilgileri 9
2.2. Isıtma Ve Soğutma Tesisatı Seçimi 20
2.2.1. Isıtma Tesisatı 20
2.2.2. Soğutma Tesisatı 24
2.3. Havalandırma Tesisatı Seçimi 26
2.3.1. Menfez Seçimi 35
BÖLÜM 3. BULGULAR VE YORUMLAR 38
3.1. Isıtma ve Soğutma Tesisatı Seçimi Sonuçları ve Değerlendirilmesi 40
3.2. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Seçimi Sonuçları ve Değerlendirilmesi 41
BÖLÜM 4. SONUÇ 42
EK'LER 44
KAYNAKÇA 52

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1- Alt Kat Mahal Isıtma Kapasiteleri 22
Tablo 2- Üst Kat Mahal Isıtma Kapasiteleri 22
Tablo 3- Güneş Enerjisi Kollektör Hesabı 24
Tablo 4- Alt Kat Mahal Soğutma Kapasiteleri 25
Tablo 5- Üst Kat Mahal Soğutma Kapasiteleri 25
Tablo 6– Sürtünme Kaybı Hesap Tablosu 28
Tablo 7– Kanal Bağlantı Elemanlarının Kayıp Katsayıları 29
Tablo 8– Örnek Hava Kanal Hesap Tablosu 30
Tablo 9- Kişi Başı Düşecek Olan Taze Hava Miktarı Tablosu 31
Tablo 10- Mahal Havası Değişim Katsayı Tablosu 32
Tablo 11- Carrier Tarafından Tavsiye Edilen Hava Hızları [9] 33
Tablo 12– Menfez Seçim Tablosu 37
Tablo 13- Isı Pompasının Kış Mevsimi İçin Elektrik Fatura Değeri 43
Tablo 14 Tek Isı Pompasının Kış Mevsimi İçin Elektrik Fatura Değeri 43

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1-Kuzey Cephesi.....10
Şekil 2- Kuzey Cephesi (teknik çizim).....10
Şekil 3- Güney Cephesi-1.....11
Şekil 4- Güney Cephesi-2.....12
Şekil 5- Güney Cephesi (teknik çizim).....13
Şekil 6- Batı Cephesi 13
Şekil 7- Batı Cephesi (teknik çizim).....14
Şekil 8- Doğu Cephesi -1.....15
Şekil 9- Doğu Cephesi -2.....16
Şekil 10- Doğu Cephesi -2.....17
Şekil 11- Zemin Kat Planı Teknik Çizimi 18
Şekil 12- 1. Kat Planı Teknik Çizimi.....19
Şekil 13- Mekanik Tesisat Tasarım Şeması.....39

KISALTMALAR

TMMOB	:Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
VRV	:Variable Refrigerant Volume
TS825	:Türkiye Standartı
COP	: Coefficient of Performance
EER	: Energy Efficiency Rating
IGK	: Isı Geri Kazanım
Pa	: Pascal

ÖZGEÇMİŞ

Alihan Özkurt
Çevre ve Enerji Teknolojileri Yönetimi Anabilim Dalı

Eğitim

Derece	*Yıl*	*Üniversite, Enstitü, Anabilim Dalı*
Y.Ls.	2017	Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre ve Enerji Teknolojileri Yönetimi Anabilim Dalı Enerji Etkin Yapılar
Ls.	2015	İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Lise	2009	Trabzon Yunus Emre Lisesi

İş/İstihdam

Yıl	*Görev*
2017 -	Makine Mühendisi. İstanbul Kartal Belediyesi
2016- 17 -	Makine Mühendisi. Yeni Yapı İnşaat Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
2015- 16 –	Makine Mühendisi. Uğur Mühendislik

Mesleki Birlik/Dernek Üyelikleri

Yıl	*Kurum*
2015 - Üye:	Makine Mühendisleri Odası

Alınan Burs ve Ödüller

Yıl	*Burs/Ödül*
2010	İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Bursu

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri ve yılı : İstanbul, 1991 Cinsiyet: E
Yabancı diller : İngilice (iyi);
GSM / e-posta : 0532 697 53 61 / ozkurt.alihan@hotmail.com

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Enerji temel ihtiyaçların karşılanması ve yaşamın sürdürülebilmesi için vazgeçilmez bir unsurdur. Ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel girdilerinden biri olan enerjinin, dünyanın ve insanlığın geleceğindeki belirleyici konumu her geçen gün daha da önemli hale gelmektedir. Günümüz toplumlarında modern enerji hizmetlerinin yaygınlaşması kalkınma ve sosyal gelişme açısından yaşamsal önemdedir. (TMMOB Enerji Raporu, 2006)

Sürekli artan dünya nüfusu, hızla gelişen sanayileşme ve kentleşme, bugün enerji tüketimini artıran en önemli faktörlerden biri haline gelmiştir. Günümüzde binalarda enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılan başlıca 2 enerji kaynağı kömür ve doğalgazıdır. Bu enerji kaynakları Fosil yakıtlar olarak da adlandırılmakla beraber en önemli özelliklerinden bir tanesi yenilenemeyen bir enerji türüdür. Tüketimin hızla artmasıyla beraber bu enerji kaynaklarında da sona yaklaşılmaktadır. Fakat fosil yakıtların bir diğer önemli özelliği ise çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu sebeple enerjinin tükenmesiyle beraber çevre kirliliği problemi de beraberinde gelmiştir.

Gelişmekte olan ülkemizde her geçen gün enerjiye olan ihtiyaç artmaktadır. Kullanılan fosil yakıtlardan vazgeçerek yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı tercih edildiğinde 2 önemli sorunu ortadan kalkmış olacaktır. Çevre kirliliğinin önüne geçerek daha sağlıklı bir yaşam alanı elde edilmiş olacaktır diğer önemli husus ise enerji verimliliği sağlanmış olacaktır.

Türkiye' de günümüzde belediyelere ait birçok bina bulunmaktadır. Belediyelerde halka hizmet amacıyla kullanılan bu binalar, kendi personeli veya özel şirket çalışanları ile kullanmaktadır. Bu çalışmada belediyelerde bulunan hizmet binalarının, enerji tasarrufu ile ilgili özellikleri incelenecektir.

Birçok belediyede kreş, spor salonları, huzurevleri, zabıta müdürlükleri, yaşam merkezi binaları ve hizmet binaları bulunmaktadır. Tasarımı belediye tarafından yapılan ve ihale usulüyle yaptırılıp işletilen bu binalarda, ilk aşamada enerjiyi koruyan bir proje tasarlanıp yapılsa da kurulan bu sistemlerin zamanında bakımı ve denetimi yapılmadığı

için, geri dönüşü hiç beklendiği gibi olmamaktadır. Kullanıcıların ve denetleyecek olan ekibin konu hakkında bilinçlendirilmesi bir diğer önemli etkenlerden biridir. Binalarda bakım için görevlendirilecek olan teknik ekibin gerekli eğitimi almış ve konuya hakim olduğunun denetimi en başta yapılmalıdır. Örnek verecek olursak çoğu kreş merkezlerimizde ısıtma ve soğutma sistemi için kullanılan VRV sisteminin bakım zamanı geldiğinde yetkili bir firma tarafından yaptırılmalıdır, filtre temizlikleri aksatılmamalıdır ve bakımlarının takibi yapılmalıdır. Aksi takdirde her türlü hastalığa sebep olabileceği gibi, kışın ısıtmada yetersiz kalındığında bireysel çözümlere ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Bunun geri dönüşü de yüksek elektrik faturaları veya farklı sistemler için yüksek doğalgaz faturaları karşımıza çıkmıştır. Gerekli kontroller ve bakımlar yapıldığında kullanıcılar bilinçlendirildiğinde fatura değerlerinde gözle görülür bir düşüş tespit edilmiştir.

Bu çalışma; Kartal Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü tarafından yapımı planlanan kreş projesini, enerji etkin bir bina haline getirmek amacıyla yapılmıştır.

Kreş yapımı planlanmadan önce özel bir inşaat firması tarafından satış ofisi olarak kullanılan bu yapı, inşaatı tamamlandıktan sonra Kartal Belediyesi bünyesine bedelsiz olarak bağışlanmıştır. Anılan bu yerin kreş olarak faaliyete geçirilmesi için Kartal Belediyesi teknik ekiplerince gerekli çalışmalar başlatılmıştır.

Mekanik tesisat projesi çizilerek gerekli ekipmanlar belirlenmiştir. Isıtma tesisatı, soğutma tesisatı, havalandırma tesisatı için gerekli olan tüm hesaplamalar yapılmıştır. Seçilmiş olan tüm ekipmanların gerekli olan elektrik harcamaları tespit edilmiştir. Sistem tam anlamıyla birbirine entegre edildikten sonra mekanik otomasyon senaryosu oluşturulmuştur. Bina enerji performansı için gerekli olan veriler elde edilmiştir.

1.1. Literatür Taraması

Erdem (2007) [2], bir yapının ısıtma ve soğutma tesisatı için enerji ihtiyacı, güneş enerjisiyle beraber toprak kaynaklı ısı pompası ile tasarlanmıştır. Şartlandırılacak olan yer fan-coil sistemi seçildiği için sudan suya ısı pompası seçilmiştir. Toprak kaynaklı ısı pompası tesisat elemanında yatay boru yerine düşey boru sistemi

seçilmiştir. Güneş enerjisinde ısıtma tesisatı için faydalanılmıştır. Tüm sistemler için maliyet hesabı yapılmıştır.

Erdabak (2010) [4], değişik binaların dış cephelerinin farklı sıcaklık değerlerinde termal kameralar aracılığı ile çekilen resimlerinde ısı kaybının gerçekleştiği bölümleri tespit etmiştir. TS825 ısı yalıtım standardı tanıtılmıştır ve buna göre nasıl çözümlemeler yapılabileceği belirtilmiştir.

Çelik (2017) [5], güneş enerjili su ısıtma sisteminin teorik incelemesi yapılmıştır. Anlık güneş ışınım değerleri, kollektöre giren su sıcaklık değerlerine olan etkisi ile güneş kollektörlerinden çıkışında ki etkileri araştırılmıştır. Kollektörün verimi ve gün boyunca depolama tankındaki su sıcaklığı değerleri hesaplanmıştır.

Özkök (2010) [8], Enerji tüketimi yüksek olan bir tesiste konfor şartları düşürülmeden enerji harcamasını düşürerek yeniden proje tasarımı yapılmıştır. Geri ödeme süreleri hesaplanarak yeniden bir tasarım yapılmıştır. Seçilen pilot tesis Ankara Sheraton Otel ve Konferans Salonu üzerinde çalışılmıştır. Trijenerasyon ile elektrik üretimi, atık ısılar ile şartlandırma, güneş enerjisi sistemi ile sıcak su sistemleri kullanılmış. Tez içeriğinde gerekli hesaplamalar vardır.

Isı borusu, yapısında buharlaşmayla ortaya çıkan gizli ısıyı çok düşük sıcaklık farkıyla uzun mesafelere aktarabilen pasif bir ısı transfer aracıdır. Çalışması sırasında içindeki akışkan, borunun evaporasyon bölümünde buharlaşıp ısı çekerken, kondenzasyon bölümünde yoğuşup ısı atar. Yoğuşan akışkan yerçekimi etkisiyle borunun evaporasyon bölümüne geri döner. Isı borusu, çeşitli alanlarda arzu edilen gereksinimleri karşılama amacıyla değişik tipte üretilebilmektedir. Sadece ısı geri kazanımının esas olduğu durumlarda tek ve çift bataryalı dikey ve açılı yatay tipte Isı Borulu Isı Geri Kazanım Bataryaları kullanılmaktadır. İhtiyaca bağlı olarak sistemin buharlaşma ve yoğuşma kısımlarının birbirinden uzakta olması gerekiyorsa, sistem çift bataryalı olmalıdır. Bu tür durumlarda, bataryalar arasında akışkanın hareketini sağlayabilmek için bir pompadan yararlanılır. [7]

Merkezi çamaşırhanelerde yıkama için kullanılan sıcak su, yıkama işleminden sonra birinci su sıcaklığına yakın bir değerde kanalizasyona verilir. Çamaşır makinelerinden gelen atık suyun bir tankta depolanması ve suyun ısısının bir plakalı ısı

eşanjöründen geri kazanılması durumunda atık ısının % 75'inin atık ısıdan geri kazanılabileceği hesaplanmıştır. Sistemdeki suyu ısıtmak için elektrik kullanıldığında, 27220 TL geri kazanılır ve eğer doğal gaz kullanılırsa, 6204 TL atık ısıdan geri kazanılmaktadır. Böyle bir sistemde, bir plakalı ısı değiştirici, bir sirkülasyon pompası ve ısı geri kazanımı kullanılacaktır. Ayrıca, çamaşır makinelerinden tahliye edilen sıcak atık suyu depolamak için bir tank kullanılması ve gerektiğinde ön ısıtma için kullanılması ve ön ısıtma işleminden sonra sistemden alınan suyu kullanmak için ayrı bir tank kullanılması gerekmektedir. Ek olarak, çamaşır makinelerinin kullanılmış soğuk ve sıcak su çıkışları aynı olduğu için, sıcak atık suyu ön ısıtmada kullanmak üzere yönlendirmek için uygun bir kontrol mekanizması kullanmak gerekir. İsteğe bağlı olarak, endüstriyel çamaşır makinesi üreticileri, kullanıcıları atık ısının geri kazanılması konusunda uyarmak için üretim aşamasında bu mekanizmaları makineye yerleştirebilmektedir. [10]

Isı pompası ısıtma devresini ısı ile beslemektedir. Isı pompası genelde ısıtmaya daha az ihtiyaç duyulan ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ışınım şiddetine bağlı olarak, güneş enerjisi sistemi tarafından desteklenmektedir. Isı pompasına monte edilmiş olan kontrol paneli ve üç yollu karışım vanası sayesinde ısıtma suyu gidiş sıcaklığı ve böylece de ısıtma devresi kontrol edilir. Isıtma devresinden ısı talebi geldiğinde önce ısıtma suyu deposundan sıcak su alınır. Isıtma suyu deposundaki üst sıcaklık sensöründe ölçülen gerçek sıcaklık, kontrol panelinde ayarlanmış olan istenen sıcaklıktan daha düşük ise, ısı pompası devreye girer. Isıtma suyu deposu üç yollu vana tarafından ısıtılır. Sekonder pompa ısıtma suyunu, ısıtma suyu deposuna veya ısıtma devresine gönderir. Isıtma suyu deposunun alt sıcaklık sensöründeki sıcaklık değer kontrol panelinde ayarlanmış olan istenen sıcaklığa ulaştığında, ısı pompası kapanır. Isıtma suyu deposunun üst sıcaklık sensöründeki sıcaklık, istenen sıcaklığın altına düştüğünde ısı pompası tekrar çalışmaya başlar. Üst sıcaklık sensöründe ölçülen sıcaklık, kontrol panelinde ayarlanmış olan istenen sıcaklık değerinden daha yüksek ise, ısı pompası devreye girmez. Bu durumda ısıtma devresi, ısıtma suyu deposunun ısıtma devresi pompası üzerinden sıcak su ile beslenir. Isıtma devresini debisi, yerden ısıtma sistemindeki kollektöründeki vanaları açıp kapatarak kontrol edilir. Isıtma devresi pompası ısı pompası devresinin debisinden farklı olarak projelendirilebilir. Bu su debileri arasındaki farkı dengeleyebilmek için ısıtma devresine paralel olarak bir ısıtma

suyu deposu öngörülmüştür. Isıtma devresi tarafından kullanılmayan sıcak su, ısıtma suyu deposunda depolanır. [12]

Hava kaynaklı ısı pompasının seçilmesinin sebebi; projede alanına yakın diğer kaynakların bulunmaması ve yatırım maliyeti bakımından diğer ısı pompalarından daha uygundur.

1.2. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik ilkesi, günümüz yapı sektöründe en önemli etken haline gelmiştir. Yapı sektöründe kullanılan malzemelerin doğal malzemeler olması sebebiyle sürdürülebilir malzemelere olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramının günümüzde ilerleyebilmesi için en baştaki unsurlardan birisi sürdürülebilir mimaridir. Bir yapının tasarımı belirlenme aşamasında mimarlık ve mühendislik kavramlarının, sürdürülebilirlik ilkesi ile yola çıkması ve bu doğrultuda hareket etmesi gerekmektedir. Yeşil bina bir başka deyişle sürdürülebilir bina üç ana unsurdan oluşmaktadır. Bunlar ekolojik sürdürülebilirlik, kültürel sürdürülebilirlik ve ekonomik sürdürülebilirlik.

Ekolojik sürdürülebilirlikte yapının kaynakların ve ekosistemin korunması gerekmektedir. Kültürel sürdürülebilirlikte, konfor sağlık ve kültürel değerlerin korunması gerekmektedir. Ekonomik sürdürülebilirlikte ise kaynakların verimli kullanılması, düşük bakım ve kullanım maliyetli ürünlerin seçilmesi gerekmektedir.

Günümüzün en büyük tehlikelerinden birisi olan küresel ısınma ile sektörün her alanından karşılaşılmaktadır. Küresel ısınmanın da en önemli etkisi ise suya olmaktadır. Gün geçtikçe mevsimlerin kaybolması ve mevsimler arası geçişlerin direkt olması sebebiyle yeryüzünde bulunan su kaynaklarında zaman ilerledikçe azalma olmaktadır. Buna karşı önlem almak ise her bireyin asli görevlerinden bir tanesidir. Suyun kullanılmasında toplumun bilinçlendirilmesi ve suya verilen önemin artması gerekmektedir.

Yapı sektöründe ise su her aşamada kullanılmaktadır. Tesisat ekipmanlarında oldukça yüksek oranda kullanıma sahip olan su, farklı senaryolar üretilerek tekrardan topluma kazandırılması gerekmektedir. Örnek verecek olursak su kaynaklı bir ısı

pompası kullanımı enerji değerleri bakımından oldukça verimli bir sistemdir. Fakat yer altından elde edilen bu su kaynağı doğru noktalardan ve doğru debilerde deşarj edilmez ise bu kaynak kuruyacaktır ve elde edilen enerji kazamı da anlamını yitirecektir. Başka bir örnekte lavabolarda ve klozetlerde kullanılan su, tekrardan kullanıma kazandırılmalıdır. Sadece ihtiyaç giderme olarak kullanıldığında bunun bir gün bitebileceğini herkesin bilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada kullanılan atık sular ayrıştırılarak tekrardan kullanıma kazandırılacaktır. Lavabolardan geri dönüşümü sağlanmış olan gri atık su sistemi kurulacaktır. Arıtılmış olan bu gri su rezervuar besleme, araç yıkama, bahçe sulama ve çamaşır yıkama gibi farklı alanlarda tekrardan kullanılacaktır. Yağmur suyu bir depoda biriktirilerek filtreleme işleminden geçirildikten sonra bahçe sulama sisteminde kullanılacaktır. Böylece gereksiz su kaybının önüne geçerek, suyun sürdürülebilirliği sağlanmış olacaktır.

1.3. Akıllı Binalar ve Özellikleri

Günümüzde binalar için enerji verimliliği ısıtma ve soğutma talebinin sistematik bir şekilde azaltılmasıyla sağlanmaktadır. Binanın, en uygun mimari tasarımı ile enerji tüketim yükünün azaltılması, enerji tüketen tüm sistemlerinin ayrı ayrı ve mimari ile bütünleşik olarak tasarımının yapılmasını benimseyen bütünleşik tasarım anlayışı, güncel olan yüksek performanslı binaların tasarımında kullanılan yöntem olarak benimsenmektedir.

Bu binalarda ki su tasarrufu ve yönetimi, ısıtma ve soğutma sistemleri, havalandırma sistemlerinin ısı geri kazanım cihazları ile çözülmesi, binaların dış cephesinde ısı yalıtım malzemesi bulunması, verimli aydınlatma için led ürünlerin kullanılması ilk etapta enerji verimliliği için oldukça önemli olan kriterlerdir. Bu binalarda kullanılan farklı enerji sistemlerinin bir arada sorunsuz çalışması ve düzgün işletilebilmesi için gerekli otomasyon ekipmanlar ve yazılım ile desteklenmelidir. Sistemlerin çalışması ve performansı otomasyon üzerinden izlenerek takip, kontrol ve bakım işlemleri eksiksiz olarak gerçekleştirilebilecektir.

Tasarımı ilk aşamada bu şekilde yapılacak olan yapıların ve buna uygun mühendisler, mimarlar tarafından tasarımı gerçekleşen akıllı binalar hem maliyet

açısından yatırımcıya minimum yükü getirecektir, hem de kalite açısından diğer binalardan çok önde olacaktır. Bunun sonucunda örnek olarak gösterilebilir ve kullanıcı memnuniyeti göz önünde bulundurulacaktır.

1.4. Enerji Etkin Bina ve Kullanıcıları

Gün geçtikçe geliştirilen hava kaynaklı ısı pompalı su ısıtma sistemlerine örnek olarak su ısıtıcıları verilebilir. Yapılan literatür araştırmalarında hava kaynaklı ısı pompalı su ısıtıcıların sistem performansı, termodinamik analizi ve tasarımları incelenmiştir. Prof. Dr. Ali Güngör ve arkadaşları yaptıkları çalışmada [2] sıcak su üretimi için gereken enerji tüketiminin azaltılmasını sağlayabilecek alternatif bir yöntem olan ısı pompası kullanarak sıcak su üretme tekniğini incelemişler ve sistemin teorik analizi yapıldıktan sonra 80 litrelik su hacmi için tasarım yaparak prototip oluşturmuşlardır. Bu işlemler sonucunda ısı pompası ile su ısıtma işleminin verimliliği ve kullanım süresi boyunca ortaya çıkacak değerlerin uygunluğu bulunmuştur ve sistemin yeterliliği değerlendirilmiştir. [3]

Enerji etkin kreş hem doğaya hem de insana etki eden yapılar olarak da adlandırılabilir. Doğaya başka bir deyişle ekosisteme doğrudan etkisi olan yapıların, doğal kaynaklar ile teması ilk olarak proje tasarımı aşamasında ele alınması gereken en önemli faktörlerden bir tanesidir. Bu yapıların kullanıcıları olan insanlara etkisi ise rahat, sağlıklı ve geleceği açık bir yaşam olarak ele alınabilir.

Bu projede tasarımı yapılacak olan kreş aslında insanların daha en başında doğaya duyarlı bir birey olarak yetiştirilmesinde önemli yer alacaktır. Bu yapının kullanıcıları olan çocuklar yaşadıkları bu ortamda sürdürülebilirlik ilkesinin eğitimini temelden görerek ve yaşayarak alacaklardır. Çocukların bu şekilde eğitimi tamamlandıktan sonra yetişkin bir birey haline geldiklerinde, büyüdükleri bu ortamı kendilerine ilke haline getirip yaşamlarını bu şekilde devam ettirebilme özelliğine sahip olacaklardır.

Su kullanımının önemini, güneşin önemini ve havanın önemini anladıklarında toplum olarak bilinçli bir hale geleceklerdir. En basit ifade ile lavaboda kullandıkları suyu, ışımak için kullandıkları güneşi ve temiz bir ortamda bulunmak için harcadıkları havanın hayatlarında ki yeri daha iyi anlamış olacaklardır.

Bunun sonucunda ise aile bireyleri, daha duyarlı bir kullanıcı ve daha bilinçli bir toplum haline gelecektir. Bu noktada dikkat edilmesi gereken göz ardı edilmesi muhtemel bir konu ise bu çocukların ebeveynleridir. Eğitime tüm aile katıldığı takdirde süreç çok daha hızlı ilerleyerek, toplumda çok güzel yerlere gelinebilecektir.

1.5. Mekanik Tesisat ve Ekipmanları

Binalar aşağıdaki mekanik tesisat ekipmanlarınca enerji etkin bir yapı haline getirilmektedir;

- Soğutma suyu üretimi ve dağıtımı
- Isıtma suyu üretimi ve dağıtımı
- Isıtma sistemleri
- İklimlendirme sistemleri
- Hava dağıtımı
- Isı geri kazanımı
- Havalandırma ve egzoz sistemleri
- Mutfak davlumbaz ve tuvalet egzoz sistemleri

Tüm bu işlemler sonunda yapının enerji ihtiyacı, enerji tüketiminin minimum seviyelere indirgenmesi ve kullanılacak olan tüm mekanik tesisat ekipmanlarının verimi ortaya çıkarılacaktır.

BÖLÜM 2. YÖNTEM

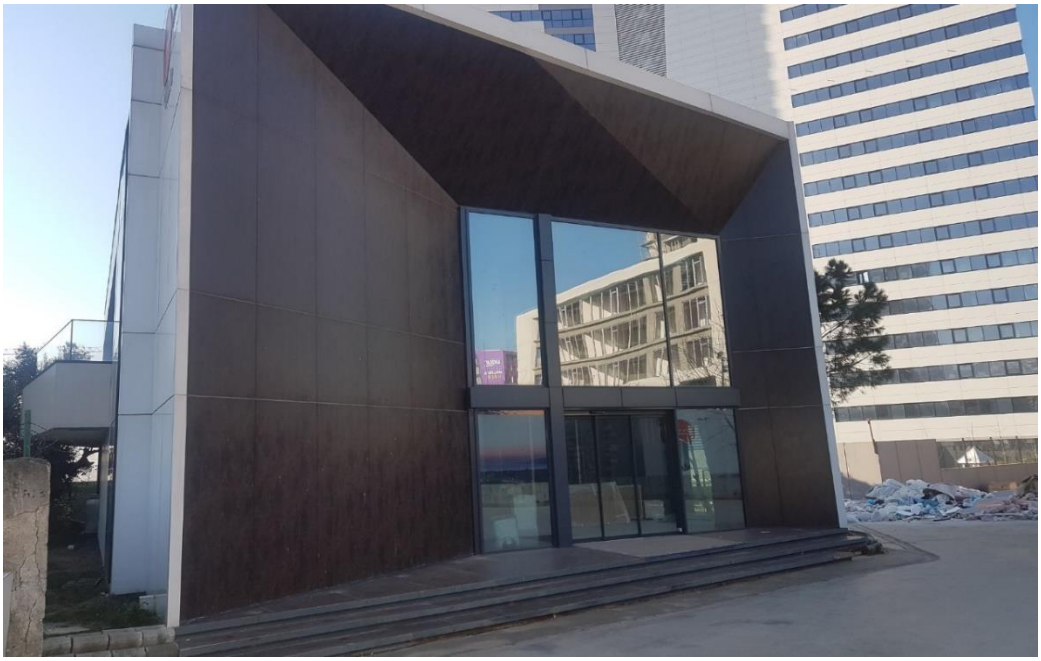
Yapıya enerji etkin bir bina diyebilmemiz için, bu yapının tasarım aşamasından itibaren son ana kadar enerji harcaması gözetilerek bir sonuca varılması gerekmektedir. Disiplinli bir şekilde tüm kural ve standartlara uyarak sistemler birbirlerine entegre edilecektir. Enerji korunumu için seçilecek olan tüm mekanik ve elektrik tesisat elemanları bina proje tasarımı aşamasında seçilecektir ve enerji sarfiyatları önceden belirlenecektir.

2.1.Proje Alanı Bilgileri

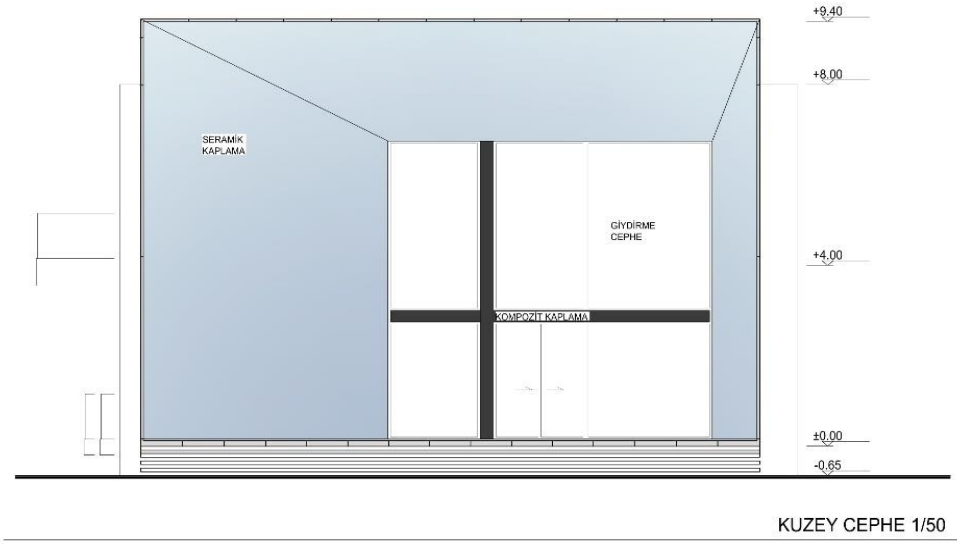
Yapımı planlan kreş İstanbul ili Kartal ilçesi sınırlarındadır. Yapının 250 m² taban alanı oturumu bulunmaktadır. 2 kattan oluşan bu yapının alt katı 178 m², üst katı 142 m² den oluşmaktadır. Öğrenci sınıf ve diğer ortak kullanım alanları olarak mimari bir yapı tasarımı belediye teknik ekiplerince planlanmaktadır.

Bu kreşte 80'ni çocuk olmak kaydıyla toplam 100 kişinin bulunacağı bir yapı tasarımı yapılacaktır. Mimari tasarım içerinde 4 adet sınıf, mutfak ve yemekhane, oyun odası, uyku odası, öğretmenler odası, yönetici odası ve tuvaletler bulunacaktır.

Şekil 1'de görüldüğü gibi yapının giriş kısmı bulunmaktadır. Kuzey cephesinden girişi bulunan yapının, teknik çizimi de Şekil 2' de gösterilmiştir. Toplam 9.40 metre yüksekliği bulunmaktadır, seramik ve kompozit kaplama cepheden oluşmaktadır.



Şekil 1-Kuzey Cephesi



Şekil 2- Kuzey Cephesi (teknik çizim)

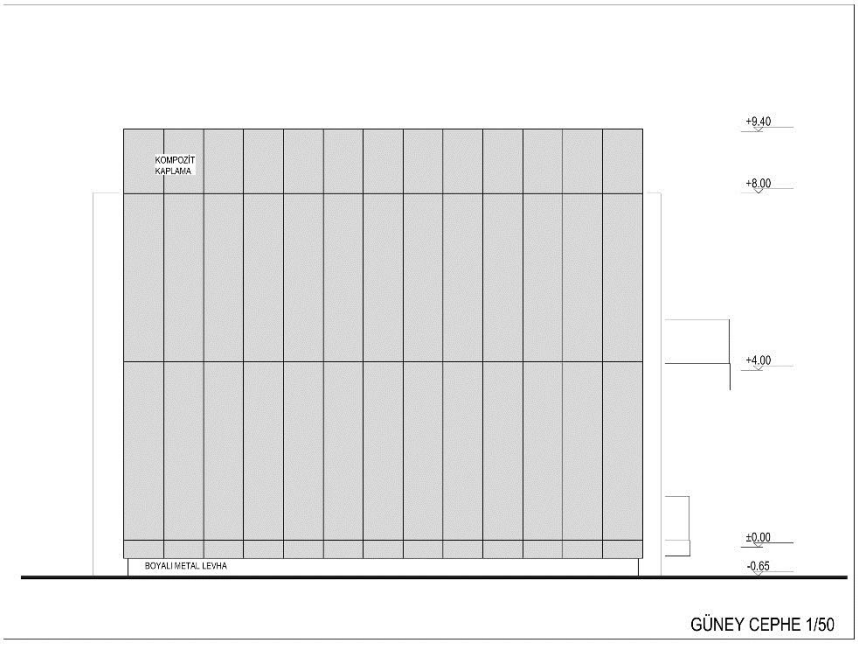


Şekil 3- Güney Cephesi-1

Şekil 3 ve Şekil 4’ te yapının güney cephesi yani arka kısmı bulunmaktadır. Tesisat odasının yerleştirileceği olan bu kısımdan tüm tesisat ekipmanları binaya giriş sağlayacaktır. Çevre düzenlemesi yapıldıktan sonra daha kullanışlı hale gelecektir. Şekil 5’ te güney cephesinin teknik çizimi bulunmaktadır. Toplam yüksekliği 9.40 metre olan güney cephesinde, havalandırma tesisat elemanları, klima tesisatı elemanları yer alacaktır.



Şekil 4- Güney Cephesi-2



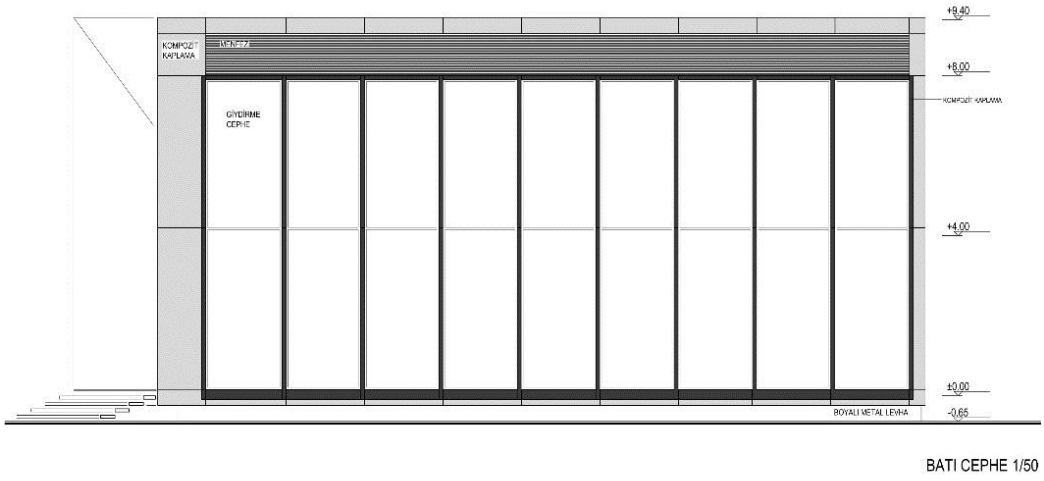
Şekil 5- Güney Cephesi (teknik çizim)



Şekil 6- Batı Cephesi

Şekil 6’ da yapının batı cephesi bulunmaktadır. Komple cam olarak tasarımı yapılmıştır. Şekil 7’ de catı cephesinin teknik çizimi bulunmaktadır. Isı cam olarak

giydirme cam cephe şeklinde tasarlanmıştır. Böylece ısı kaybının da önüne geçilmeye çalışılmıştır.



Şekil 7- Batı Cephesi (teknik çizim)

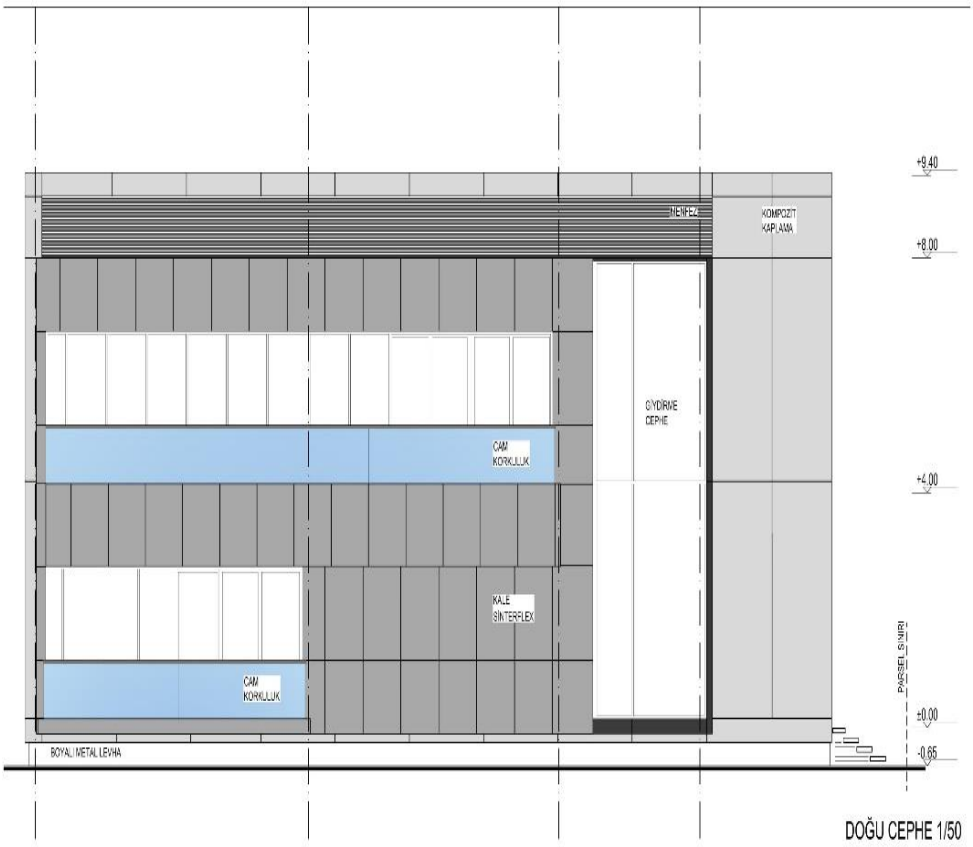


Şekil 8- Doğu Cephesi -1

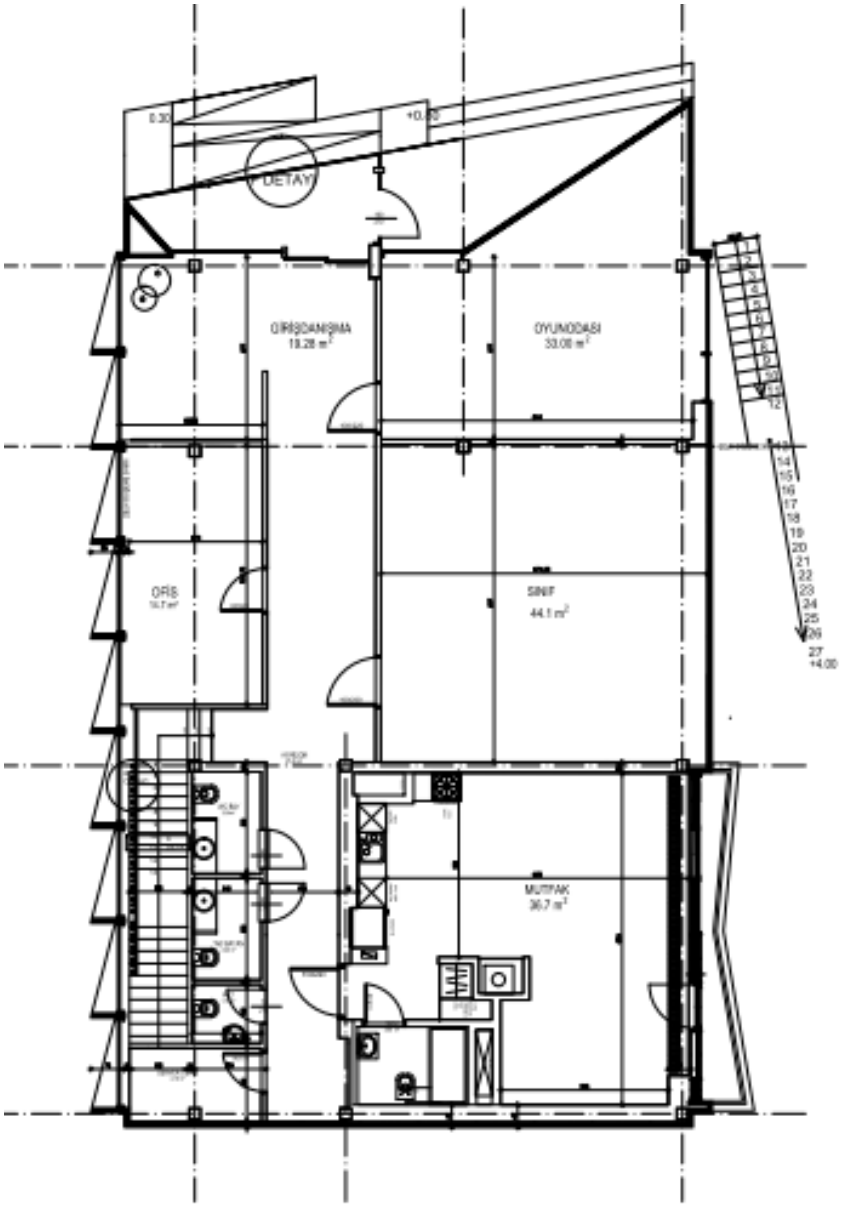


Şekil 9- Doğu Cephesi -2

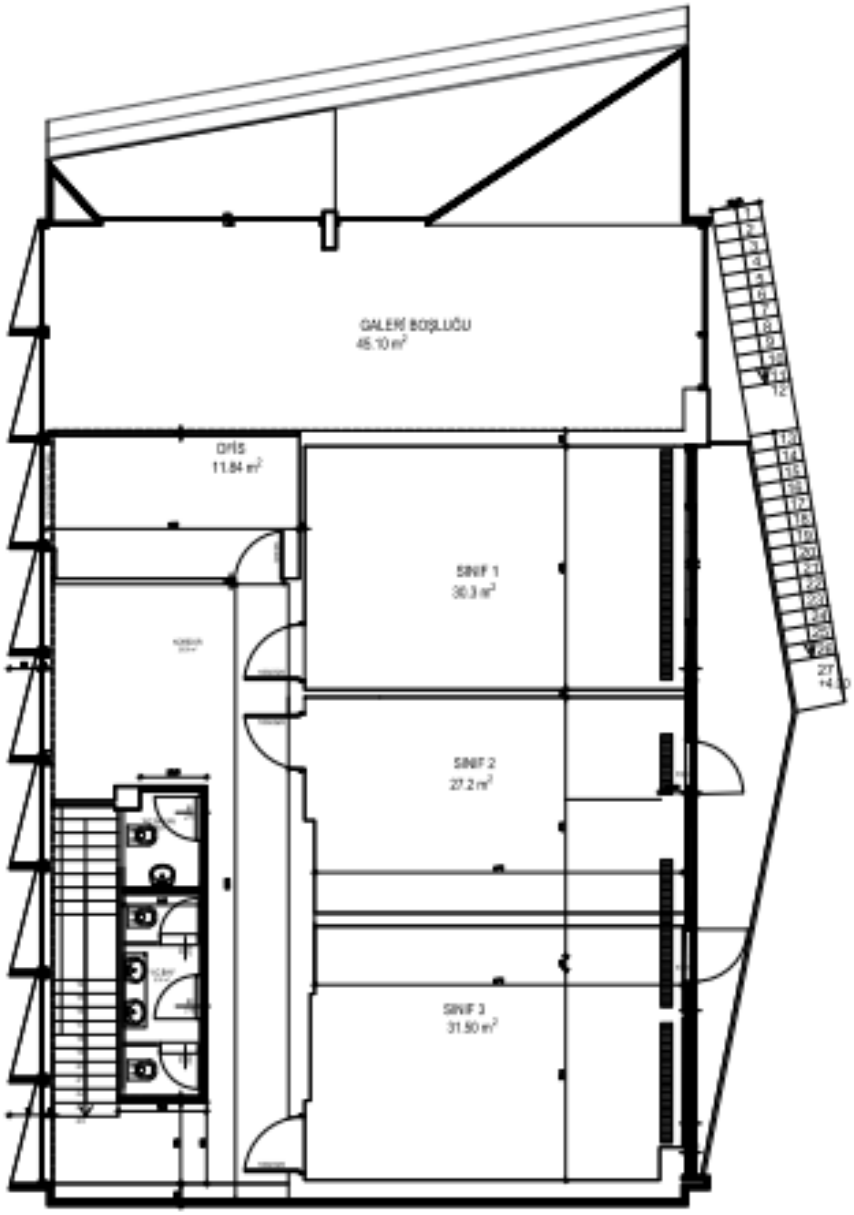
Şekil 8 ve Şekil 9’ da doğu cephesi bulunmaktadır. Üst katta ve alt katta toplamda 2 adet balkon bulunmaktadır. Şekil 10’ da ise doğu cephesinin teknik çizimi bulunmaktadır. Cam korkuluklarla kapatılmış olan bu balkonlardan, doğal havalandırma yoluyla iç ortamın havalandırması yapılabilmektedir.



Şekil 10- Doğu Cephesi -2



Şekil 11- Zemin Kat Planı Teknik Çizimi



Şekil 12- 1. Kat Planı Teknik Çizimi

Şekil 11’ de Zemin kat planı teknik çizimi bulunmaktadır. Danışma, oyun odası, sınıf, yönetici ofisi, mutfak, tuvaletler ve elektrik tesisat odasından oluşmaktadır.

Şekil 12’ de 1. Kat planı teknik çizimi bulunmaktadır. 3 adet sınıf, tuvaletler ve yönetici odasından oluşmaktadır. Teknik çizimde görüldüğü gibi yangın kaçış merdiveni bu kısımda bulunacaktır.

2.2. Isıtma Ve Soğutma Tesisatı Seçimi

Merkezi soğutma sistemi için; hava kaynaklı ısı pompası kullanılacaktır. Merkezi ısıtma sistemi için; hava kaynaklı ısı pompası ve güneş enerjisi sistemi kullanılacaktır. Zonlama sistemi ile her mahal kendi özelliğine göre şartlandırılacaktır. Mahallerde ayrı ayrı termostatlar olacaktır. On-off oransal motorlu vanalar sayesinde kontrol edilecektir

Kışın düşük hava sıcaklıklarında ısı pompası sisteminin COP verimsiz hale geldiği için merkezi ısıtma sistemine takviye olarak sulu bataryalı ısı geri kazanım santralleri devreye girecektir.

Isı pompaları hava kaynağından şartlandırılan ortama enerji taşımaları sırasında elektrik enerjisi harcar, harcanan elektrik 1 kW ise, alınan toplam ısı enerjisi 4.5 kW olur ve bu cihazın COP değeri 4.5 olmaktadır. Kışın bu değerde düşüş olacağında verim azalacaktır.

Yaz aylarında soğutma sisteminde kullanılan Fan Coil cihazları, kış aylarında ise ısıtma sistemi için kullanılacaktır.

Güneş enerjisi sistemi kullanılarak ısıtılan su, hem kullanım sıcak suyu olarak değerlendirilecektir hem de ısıtma sistemine takviye olarak işlev görecektir.

2.2.1. Isıtma Tesisatı

Hava kaynaklı ısı pompası için gerekli hesaplamalar ek 1’ de yer almaktadır. Sistem alt kat ve üst kat olarak ikiye ayrılmıştır. Merkezi ısıtma sistemi için seçilen hava kaynaklı ısı pompası sistemi, kapasite hesaplamaları yapılarak 2 farklı sistem kurulmuştur. Havalandırma tesisatında kullanılacak olan ısı geri kazanım cihazlarından elde edilen atık ısı yardımı desteği ile enerji üretir. İç ortamdan gelen kirli hava ısı geri kazanım cihazından çıktıktan sonra hava kaynaklı ısı pompasının emiş kısmına

yönlendirilecektir. Mahalden gelen hava tekrardan kullanılarak enerji verimliliği sağlanmış olacaktır.

Her mahale ayrı ayrı gizli tavan tipi yüksek statik basınçlı fan coil cihazı yerleştirilecektir. Hava kaynaklı ısı pompasından elde edilen enerji suya aktarılacaktır. Tesisat ekipmanlarınca fan coil cihazlarına gönderilecektir. 40-45 ºC aralığında sistem çalıştırılacaktır. Her fan coil cihazının bulunduğu alanda termostat bulunacaktır. On/off oransal motorlu vanalar sayesinde sistem istenilmeyen ölçülerde çalışmayacaktır. Mahal kış şartlarında 25 °C' ye termostat aracılığı ile sabitlendiğinde ortam havası istenilen sıcaklığa gelene kadar hava kaynaklı ısı pompasından sıcak su mahale gönderilecektir. Ortam havası istenilen sıcaklığa ulaştığında ise motorlu vanalar sayesinde fan coil cihazı girişinde kapatılacaktır. Bu sayede enerji kaybının önüne geçilecektir.

Hava kaynaklı ısı pompası sistemine ilave olarak güneş enerjisinden elde edilen enerji entegre edilecektir. İhtiyaç olması durumunda sistem devreye girecektir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda alt katta minimum 45 kW ısıtma enerjisine, üst katta ise minimum 77 kW ısıtma enerji ihtiyacı doğmuştur. İstenilen değerlerin altında kalmamak kaydıyla özel firmaların teknik katalogları incelenmiştir. Daikin firmasının ürünleriyle çalışılmaya karar verilmiştir. Daikin merkezi sistemler kataloğundan yapılan seçimlerde, alt kat için ısıtma kapasitesi 50 kW seçilmiştir, üst kat için 82,2 kW ısıtma enerjisi seçilmiştir.

Alt kat için seçilen cihazın COP değeri 2,78, EER değeri ise 2,76' dır. Ortalama 35 ºC su çıkışında SCOP değeri 3,53 seviyelerine kadar çıkabilmektedir. Sezonsal alan ısıtma verimliliği ise % 138'dir. Kompresör tipi, Hermetik sızdırmaz scroll kompresördür ve 4 adet bulunmaktadır. Soğutucu akışkan tipi R-410A gazı kullanılmaktadır. [1]

Üst kat için seçilen cihazın COP değeri 3,14, EER değeri ise 2,88' dir. Ortalama 35 ºC su çıkışında SCOP değeri 3,35' dir. Sezonsal alan ısıtma verimliliği ise % 131'dir. Kompresör tipi scroll kompresördür ve 2 adet bulunmaktadır. Soğutucu akışkan tipi R-410A gazı kullanılmaktadır.

Fan coiller ise yüksek statik basınçlı kanallı tip seçilecektir. 2 borulu olarak olarak sistem elemanları seçilecektir. Isıtma gidiş ve dönüş, soğutma gidiş ve dönüş

olarak toplamda 4 olacaktır. Cihaza giriş önlerinde motorlu vanalar bulunacaktır. Isıtma kapasitelerine göre mahaller aşağıdaki Tablo 1 ve Tablo 2' de belirtilmiştir.

Mahal Adı	Alan(m²)	kW
Ofis	14,7	6,62
Sınıf	44,1	15,86
Koridor	27,48	6,62
Mutfak	36,7	18,42

Tablo 1- Alt Kat Mahal Isıtma Kapasiteleri

Mahal Adı	Alan(m²)	kW
Galeri Boşluğu	45,1	42,3
Ofis	11,84	6,62
Koridor	30	9,21
Sınıf 1	30,3	9,21
Sınıf 2	27,2	9,21
Sınıf 3	31,5	9,21

Tablo 2- Üst Kat Mahal Isıtma Kapasiteleri

Tablo 1 ve Tablo 2' de belirtildiği üzere tüm mahallerin ayrı ayrı ısı ihtiyaçları belirlenmiştir. Bu hesaplamalar yapılırken göz önüne alınması gereken çok önemli bir etki vardır. Bu yapının kullanıcıları yetişkin bir birey değil, çocuktur. Çocuklar yetişkin bir bireye göre daha çok üşümektedirler. Bu sebeple yapılan hesaplamalarda bu hususa dikkat edilmiştir.

Galeri boşluğunda alt katta danışma ve oyun odası bulunmaktadır. Bu alanların tavanları açık olacak şekilde dizayn edilmiştir. Bu iki mahalin ısıtılması ve soğulması üst kattan yapılacaktır. Bu sebeple gerekli olan enerji yükleri üst kat hava kaynaklı ısı pompası cihaz kapasitesine eklenmiştir.

2.2.1.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinden elde edilecek enerji ile öncelikle kullanım suyu ısıtması yapılacaktır. Isıtma sisteminin verimsiz olabileceği günlerde sisteme takviye yaparak ısıtma tesisatına yardımcı olacaktır.

Kollektör çıkışında bulunan hattan 3 yollu motorlu vanalar vasıtası ile ihtiyaç halinde hava kaynaklı ısı pompasının giriş kısmına entegre edilecektir. Tüketilen sıcak su derecesi 40 ºC olacaktır. 40-45 ºC aralığında çalışan hava kaynaklı ısı pompası sistemine takviye edilerek ısıtma sistemine ihtiyaç halinde yardımcı olacaktır.

Yapıda 2 adet yetişkin lavabosu, 1 adet engelli lavabosu, 3 adet çocuk lavabosu ve 1 adet mutfak eviye lavabosu bulunmaktadır. Güneş enerjisi kullanımında ki öncelik kullanım sıcak suyu olduğu için gerekli hesaplamalar buna göre yapılmıştır. Aşağıdaki tablo 3' te hesaplamaların nasıl yapıldığı, eldeki veriler ve gerekli olan Güneş Enerjisi Kollektör hesabı gösterilmiştir.

Qi: Günlük toplam enerji ihtiyacı (kcal/gün)	m x Vb x (Tsu - Tşehir) x e	
m: Kullanıcı sayısı (kişi)	50 kişi	
Vb: Kullanıcı başına günlük sıcak su ihtiyacı (litre/kişi.gün)	30 litre/kişi.gün	MMO verilerinden alınmıştır
Tşehir: Şebeke suyunun ortalama sıcaklık değeri (C)	11,8 °C	İstanbul için nisan ayı sıcaklık değeri
Tsu: Tüketilen kullanım sıcak suyunun referans değeri (C)	40 °C	İstenilen sıcak su değeri
Qk: Kollektör tarafından tüketilen faydalı enerji (kcal/gün.kollektör)	R x F x S x nk	
R: Yatay yüzeye gelen güneş ışınımı (kcal/m².gün)	3895(kcal/m².gün)	Güney yönüne göre İstanbul
F: Kollektör montaj eğim açısına göre düzeltme faktörü (boyutsuz sayı)	1,05	
S: Kollektör ışın emici (absorber) net yüzeyi (m²/kollektör)	2,2(m²/kollektör)	İstenilen kollektör yüzey alanı
nk: Kollektör ortalama verim değeri (boyutsuz sayı)	0,9	Verim değeri
e: Enerji kayıplarına karşı emniyet faktörü (boyutsuz	1,05	

sayı)		
K: İhtiyaç duyulan kollektör miktarı (adet)	Qi/Qk	

Tablo 3- Güneş Enerjisi Kollektör Hesabı

Qi / Qk = (m x Vb x (Tsu – Tşehir) x e) / (R x F x S x nk)
= (50 x 30 x (40 – 11,8) x 1,05) / (3895 x 1,05 x 2,2 x 0,9)
= 44415 / 8097,705 = 5,5
6 adet kollektör seçilmiştir.

Pompa:

ısıtma gücü 3895 kcal/h

Tesisat gidiş mesafesi 10 metre dikey 2 metre yatay

Seçilen sirkülasyon pompası: EVOPLUS 110/180 XM, Baymak

170 W elektrik tüketimi vardır.

Hesaplamalar yaz ayının en düşük değeri olan nisan ayı için hesaplanmış olup, güneş panelleri güney yönüne bakacak şekilde hesaplanmıştır.

2.2.2. Soğutma Tesisatı

Isıtma tesisatında olduğu gibi yapı Hava Kaynaklı Isı Pompası ile soğutulacaktır. Sistem alt kat ve üst kat olarak ikiye ayrılmıştır. Merkezi soğutma sistemi için seçilen hava kaynaklı ısı pompası sistemi, kapasite hesaplamaları yapılarak 2 farklı sistem kurulmuştur.

Isıtma tesisatında kullanılan 2 borulu gizli tavan tipi yüksek statik basınçlı fan coil cihazları soğutma tesisatlarında da kullanılacaktır. Çalışma prensibi olarak aynı mantıkta çalışacak olan soğutma sistemi, cihaz çıkışına yerleştirilecek olan menfezler vasıtasıyla mahale şartlandırılmış hava üfleyecektir.

Hava kaynaklı ısı pompası dışarıdaki havayı ya da egzoz (atık) havayı soğutmak için enerji kaynağı olarak kullanır. Havalandırma tesisatında kullanılacak olan ısı geri kazanım cihazlarından elde edilen atık ısı yardımı desteği ile enerji üretir. İç ortamdan gelen kirli hava ısı geri kazanım cihazından çıktıktan sonra hava kaynaklı ısı

pompasının emiş kısmına yönlendirilecektir. Mahalden gelen hava tekrardan kullanılarak enerji verimliliği sağlanmış olacaktır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda alt kata minimum 45 kW soğutma enerjisi, üst katta ise minimum 71 kW soğutma enerjisine ihtiyaç vardır. Daha önceden ısıtma tesisatında seçimi yapılmış olan hava kaynaklı ısı pompalarının soğutma kapasiteleri ise alt kat için 51 kW, üst kat için 77,8 kW' tır.

Alt kat için daikin marka kataloğundan seçilen EWYQ-BAWN/BAWP 050 numaralı hava soğutmalı ısı pompasının EER değeri 2,5, ESEER (anlık) 4,1' dir. [1]

Üst kat için daikin marka kataloğundan seçilen EWYQ-G-XS 075 numaralı hava soğutmalı ısı pompasının EER değeri 2,88, ESEER 3,90'dır. [1]

Mahaller için gerekli olan soğutma yükü hesaplamaları EK-1' de gösterilmiştir. Aşağıdaki Tablo-4 ve Tablo-5' te bu mahaller için gerekli olan soğutma yükü değerleri gösterilmiştir.

Mahal Adı	Alan(m²)	kW
Ofis	14,7	4,40
Sınıf	44,1	11,72
Koridor	27,48	5,86
Mutfak	36,7	22,86

Tablo 4- Alt Kat Mahal Soğutma Kapasiteleri

Mahal Adı	Alan(m²)	kW
Galeri Boşluğu	45,1	29,31
Ofis	11,84	6,45
Koridor	30	8,79
Sınıf 1	30,3	8,79
Sınıf 2	27,2	8,79
Sınıf 3	31,5	8,79

Tablo 5- Üst Kat Mahal Soğutma Kapasiteleri

Galeri boşluğunda alt katta danışma ve oyun odası bulunmaktadır. Bu alanların tavanları açık olacak şekilde dizayn edilmiştir. Bu iki mahalin ısıtılması ve soğulması

üst kattan yapılacaktır. Bu sebeple gerekli olan enerji yükleri üst kat hava kaynaklı ısı pompası cihaz kapasitesine eklenmiştir.

2.3. Havalandırma Tesisatı Seçimi

Merkezi iklimlendirme sistemi olan binalarda, ayarlanan değerleri kontrol edecek otomatik kontrol sistemi bulunması şarttır. Ticari binalarda bu cihazların, ayar değerlerine çekilmesinin yanında zamana göre de kontrol edebilmesi gerekir. [6]

İklimlendirme ve havalandırma sistemi için; ısı geri kazanım santrali kullanılacaktır. Tüm yapı içerisinden egzoz edilecek kirli havanın enerjisinden faydalanılarak mahale taze hava gönderilecektir.

Zonlama sistemi ile her mahal kendi özelliğine göre şartlandırılacaktır. Mahallerde ayrı ayrı termostatlar olacaktır.

Isı geri kazanım santralleri, sulu bataryalı tip seçilecektir. Binanın içinde ki mahallerden ve ıslak hacimlerden emilen sıcak egzoz havası dışarıya atılmadan önce ısı geri kazanım cihazlarımıza uğrayarak orada enerjisini binaya gönderilecek olan taze havaya aktaracaktır. Böylece binamız içerinde ısınan ancak oksijen bakımından fakir olan egzoz havasından dış havaya enerji atılmamasını sağlayarak, içeriye gönderilen taze havayı da enerji harcamadan ısınmış olacaktır. Santral girişinde ve çıkışında havanın kalitesi ölçülecektir. İçeriden egzost edilen kirli havada karbondioksit oranında artış görüldüğünde mekanik otomasyon devreye girerek taze havayı dışarıdan alarak hava kalitesini oksijen yönünden arttıracaktır.

Mahallerin havalandırılması merkezi olarak yerleştirilmiş taze hava klima santrali ile sağlanacaktır. Her mahale hava kanalları vasıtası ile hava transferi yapılacaktır. Kullanılacak olan hava kanalları dıştan 13 mm kauçuk malzeme ile izole edilecektir. Bunun sayesinde kanal içerisinde ilerleyen havanın ısı ve enerji kaybının önüne geçilmiş olacaktır. Kanal imalatı yapıldıktan yüksek basınç altında sızdırmazlık testine tabii tutulacaktır. Bu test sonucunda kullanılacak olan tüm hava kanallarının bu test sonucundan olumlu yönden ayrıldığı tespit edilecektir.

İmalatı tamamlanmış olan hava kanalları şantiye sahasına getirildikten sonra yerinde montajı yapılmadan hemen önce 13 mm kauçuk izolasyonun montajı işine

başlanacaktır. Bu noktada dikkat edilmesi gereken husus ise dirseklerde ve dönüş yerlerinde ki izolasyonun önemidir. Kayıplar en çok bu bölgeden yaşanıldığı gibi kanal birleşme noktalarının da izolasyonu dikkatlice yapılmalıdır.

Dış ortamda bulunan klima santralinde çıkan ve giren hava kanalları için ise yapı içerisinde girene kadar 13 mm kauçuk izolasyon üzerine ekstradan gofraj ile izole edilerek izolasyon güvenliğinin arttırılması gerekmektedir.

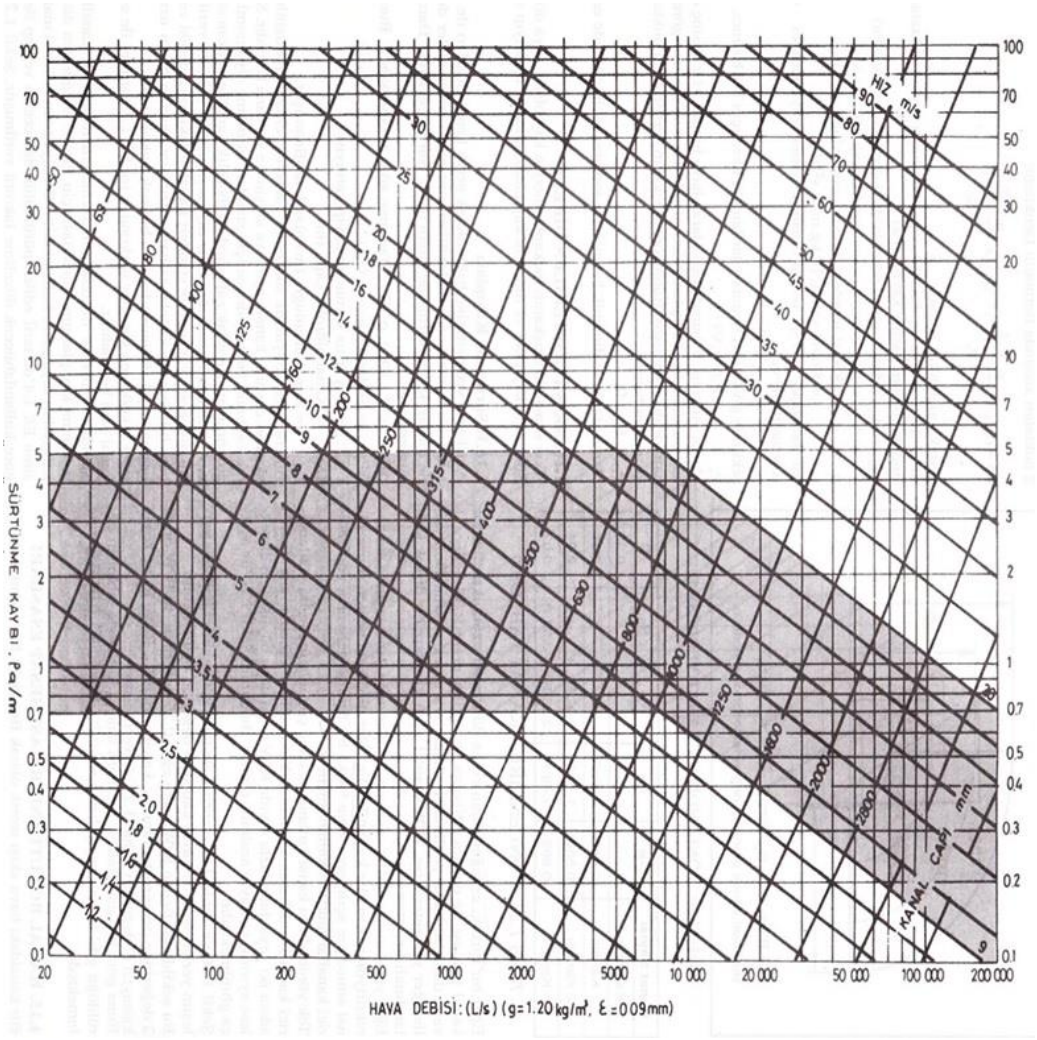
Hava ile temas eden izolasyon yüzeyi kauçuk malzeme olduğu taktirde zamanla bu bölgelerde aşınma olarak izolasyon özelliğini kaybeden malzeme, kanaldan da koparak ciddi anlamda enerji kaybı yaratmaktadır. Enerji korunumu için kanal izolasyonu dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan bir tanesidir. Çünkü bu noktada bir bedel ödeyerek ürettiğimiz enerjinin korunumu için çalışmalar yapılmaktadır. Santralden çıkacak olan taze ve sıcak veya soğuk havanın şartlandırılması için bir enerji harcanmaktadır, kullanıcılara olan hava transferinde bu kayıpların yaşanması ekstra maliyetler doğuracaktır.

Hava kanallarında kaçak yoluyla enerji kaybı çok yüksektir. Hava sızıntıları fan kapasitelerini yükseltmektedir. Kaçak oranı ne kadar fazla olursa bu kadar gereksiz güç harcanacaktır. Şartlandırılmış hava transferinin sağlayan hava kanallarında ise bu durum gereksiz enerji kaybına yol açacaktır. Bu sebeple klima sistemlerinde hem fanda hem de iklimlendirmede enerjinin boşa harcanması durumu olacaktır. [7]

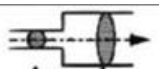
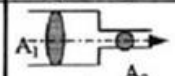
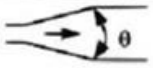
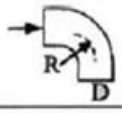
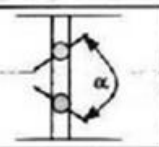
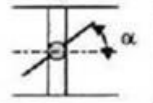
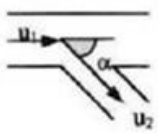
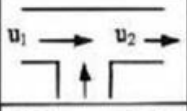
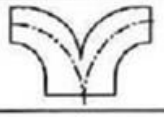
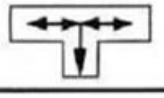
Kışın ısı geri kazanım santralleri ısıtma sistemine takviyede bulunacaktır. Sulu bataryalı tip olarak seçilen IGK sistemi, kışın düşük sıcaklıklarda devreye girecektir. Hava kaynaklı ısı pompasından gelen sıcak su, mahale fazladan ısı vermek için ısı geri kazanım cihazının iç ortama (mahale) üfleme tarafında cihaz içerisinde kullanılacaktır. Otomatik kontrolör sayesinde sulu ısıtıcıyı motorlu vana ile otomatik veya manüel çalıştırılacaktır.

Gerekli olan hesaplamalar EK-1’ de detaylı olarak gösterilmiştir. Hava kanal ölçü hesabı yapılırken sürtünme kayıpları, dinamik kayıplar ve özel kayıplar göz önüne alınacaktır. Sürtünme kayıpları, öncelikle kanalın gidecek olduğu mesafe hesaplanır, kaç hava debisinde gideceği tespit edilir ve debiden havanın hızı bulunur. Tablo 6 sürtünme diyagramı tablosundan hava debisi ile (l/s) hız değeri (m/s) çakıştırılarak

sürtünme kaybı değeri Pa/m cinsinden bulunur. Boy değeri ile özgül sürtünme kaybı değeri çarpılarak toplam sürtünme kayıp değeri bulunur. Dinamik kayıplarda ise kanal bağlantı elemanlarının kayıpları bulunmaktadır. Kanal dönüşlerinde veya çap değişimlerinde yani düz giden kanalın herhangi bir sebeple yön veya şekil değişiminde ortaya çıkan basınç kayıp değerleri hesaplanmaktadır. Tablo 7 kullanılarak tespit edilen kanal bağlantı eleman kayıpları, hız ile çarpılarak Pa cinsinden toplam basınç kaybı tespit edilir.



Tablo 6– Sürtünme Kaybı Hesap Tablosu

Ani genişleme		A_1/A_2=0,1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
		K= 0.81	0.64	0.49	0.36	0.25	0.16	0.09	0.04	0.01
Ani daralma		A_1/A_2=10	5	3.33	2.5	2	1.66	1.42	1.25	1.11
		K= 0.366	0.34	0.31	0.27	0.221	0.16	0.103	0.05	0.01
Yavaş genişleme		θ= 5°	7°	10°	20°	30°	40°			
		K=0.17	0.22	0.28	0.45	0.59	0.73			
Konik daralma		θ= 30°	45°	60°	90°					
		K= 0.02	0.04	0.07	0.12					
Yuvarlak dirsek		R/D=0.5	0.73	1.0	1.5	2.0				
		K= 0.90	0.45	0.33	0.24	0.19				
Dikdörtgen dirsek			B/H= 0.25	0.5	1	2	4			
		R/H=10	K= 1.1	0.95	0.8	0.7	0.55			
		R/H=5	0.85	0.75	0.6	0.53	0.43			
		R/H=2.5	0.60	0.50	0.35	0.30	0.25			
		R/H=1.6	0.42	0.35	0.25	0.20	0.17			
Keskin dirsek		45°				90°				
		K=0.2				0.5				
Ters yapraklı damper		α= 20°	30°	40°	50°	60°	70°			
		K=1	5	10	50	150	800			
Kanal damperi		α=0°	15°	30°	45°	60°				
		K=0.17	0.80	3.7	40	100				
Kol ayrılma α=45°		u_1/u_2=0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	2	4
		K=3.5	2	1.4	0.9	0.67	0.55	0.45	0.4	0.5
α=60°		u_1/u_2=0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	2	4
		K=5	3	2.2	1.7	1.4	0.95	0.8	0.5	0.6
α=90°		u_1/u_2=0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.5	
		K= 7	4.3	3	2.5	2	1.7	1.5	0.5	
Kol birleşme		$K=1-(u_1/u_2)^2$								
Pantolon parçası		K=0.15								
T parçası		K=1.4								

Tablo 7– Kanal Bağlantı Elemanlarının Kayıp Katsayıları

Örnek olarak ilk kanal bağlantı çıkışımızın debisi 500 m³/h olduğu kabul edilmektedir. (Menfezden çıkış debisi) Mahallere dağıtımı sağlanan taze havanın her menfezden çıkış debisi 500 m³/h' tir. Buna göre yapılacak olan hesaplamalar sonucunda

gerekli olan toplam basınç kaybı bulunacaktır ve gerekli olan kanal ölçülendirmeleri hesaplanacaktır. 1. Kanalın sağa doğru doksan derece kesin dirsek olarak döndüğü, 2 nolu kanalda t parçası olduğu ve 3 nolu kanalda ise kanal damperi 30° açıyla olduğu kabul edilmiştir. Son olarak kanal en son menfeze bağlanarak mahale taze hava göndermektedir.

Kanal Kısımı	Hava Kanalı Hesabı							Sürtünme Kayıpları			Dinamik Kayıplar			Özel Kayıplar	
	Debi		Hız	Eşdeğer Çap	Kanal Ölçüsü			Boy	Özgül Sürtünme Kaybı	Sürtünme Kaybı	Kayıp Katsayısı	Dinamik Kayıplar	Elamanın Cinsi	Özel Kayıplar	Elamanın Cinsi
	Q		V	deş	a x b			l	R	ΔP_s	k	ΔP_d	-	$\Delta P_ö$	-
	M³/h	l/s	m/s	mm	mm	x	mm	m	Pa/m	Pa	-	Pa	-	Pa	-
1-2	500	139	4,0	210	250	x	150	3,00	1,3	3,9	0,5	4,8		15,0	MENFEZ
2-3	1.000	278	5,9	244	250	x	200	2,00	1,9	3,8	1,4	29,7		0,0	PANJUR
3-4	1.500	417	7,1	273	250	x	250	1,00	2,8	2,8	3,7	112,4			SİSTEM ETKİSİ
									Toplam =	**10,5**	**+**	**146,9**	**+**	**15,0**	**= 172,4 Pa**

Tablo 8– Örnek Hava Kanal Hesap Tablosu

Tablo 8 de 1 nolu kanalı ölçüsü 250 mm x 150 mm, 2 nolu kanalın ölçüsü 250 mm x 200 mm ve 3 nolu kanalın ölçüsü ise 250 mm x 250 mm olduğu gözükmektedir. m³/h cinsinden olan debiyi 3,6' ya bölerek l/s cinsine çevrilmektedir. Hız değeri m/s cinsinden hesaplanarak Eşdeğer çap mm olarak ortaya çıkmaktadır. Kanal tasarımı daha önceden yapılmış olan kanalların gidecek oldukları mesafeler 1 nolu kanal için 3 metre, 2 nolu kanal için 2 metre ve 3 nolu kanal için 1 metre olduğu kabul edilmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda toplam sürtünme basınç kaybı 10,5 Pa ve Dinamik basınç kaybı ise 146,9 Pa olduğu hesaplanmıştır. Diğer kayıp noktası ise özel kayıplardır. Hava kanalların mahallerle birleştikleri noktalardaki hava transferini yönlendiren menfezler vardır. Son çıkış noktasında ki menfez basınç kaybı 15 Pa

olduğu kabul edilmiştir. Sistem etkisi göz ardı edilmiştir. Bu sonuçlarla birlikte hesaplanan toplam basınç kayıp değeri 172,4 Pa olduğu bulunmuştur.

Seçilecek olan cihaz içerisinde ki kompresör gücünün minimum 172,4 Pa değerinde olduğu yukarıda ki Tablo 8' de hesaplanmıştır. Bu kanal çaplarında ve kanal içerisinde ki bu hızlarda hava transferinin sağlanabilmesi için minimum 172,4 Pa gücüne sahip olması gerekmektedir.

Kullanılacak olan havanın yeri ve kullanım amacı projelendirme aşamasında net olarak belirlenmelidir. Kreş içerisinde bulunan mahallerin işlevi belirlendikten sonra projelendirme işine geçildiğinde işleyiş daha doğru olmuş olacaktır. Projelendirme işi tamamlandıktan ve cihaz seçimi yapıldıktan sonra eğer mahalin kullanım amacı değiştirilirse ortaya problemler çıkacaktır. Örnek vermek gerekirse kreş içerisinde daha önceden uyku odası olarak belirtilen alan sonradan sınıf olarak kullanıma açılırsa bu alan için dizayn edilmiş havalandırma sistemi yetersiz kalacaktır.

Hava kullanım yeri	**Hava miktarı m^3/h, kişi**	**Hava kullanım yeri**	**Hava miktarı m^3/h, kişi**
Tiyatro	20	Özel büro	30
Konser salonu	20	Dinlenme odaları	30
Sinema	20	Kantin	30
Okuma salonu	20	Konferans salonu	30
Fuar alanı	20	Sınıflar	30
Satış mağazası	20	Teneffüs odaları	30
Müzeler	20	Lokantalar	40
Spor salonları	20	Büyük bürolar	50

Tablo 9- Kişi Başı Düşecek Olan Taze Hava Miktarı Tablosu

Mahal Adı	Hava Değişim Sayısı (defa/saat)	Mahal Adı	Hava Değişim Sayısı (defa/saat)
Oturma odası	6-8	Laboratuar	8-15
Büro	3-8	Dükkan	6-8
Mutfak	15-30	Ameliyathane	15-20
Banyo	5-8	Ütühane	8-10
Helalar:		Okullar:	
Genel WC	10-15	Fizik ve biyo. Lab.	4-5
Fabrika WC	8-10	Okul helaları	5-8
Büro WC	5-8	Yüzme havuzları	3-4
Konut WC	4-5	Kasa odaları	3-6
Kütüphaneler	3-5	Soyunma odaları	8-10
Boyahane	20-50	Konferans	5-10
Garaj	4-5	Salonları	10-15
Gardırop	3-6	Çamaşırhaneler	4-6
Misafirhane	5-10	Ambarlar	
Dinleme	8-10	Sinema, tiyatro:	4-6
salonu	6-8	Sigara yasak	5-8
Kantin	4-6	Sigara serbest	6-12
Alış-veriş merkezi		Atölyeler	

Tablo 10- Mahal Havası Değişim Katsayı Tablosu

Tablo 9'da kişi başı düşecek olan taze hava miktarı tablosu gösterilmiştir. Projelendirmesini yaptığımız kreş alanı için kişi başına düşecek hava miktarı 30 m^3/h olarak seçilmiştir. Bir diğer tablo olan Tablo 10' da ise mahal havası değişim katsayısı tablosu gösterilmiştir. Bu tablodan seçilecek değer ile kullanılacak olan mekanın saatte kaç kez değiştirilmesi gerektiği gösterilmektedir. Kreş projesinde ise tüm alanların havasının saatte 7 kez çevrilmesinin gerektiğine karar verilmiştir.

Uygulama	Ses Kriteri	Ekonomik Kriter			
		Ana Kanal		Tali Kanal	
		Besleme	Dönüş	Besleme	Dönüş
Konutlar	3 m/s	5	4	3	3
Apart Otel, Hastane, Yatak Odası	5 m/s	7,5	6,5	6	5
Özel ofis, Kütüphane, Yönetici Odası	6 m/s	10	7,5	8	6
Tiyatro, Konser Salonu	4 m/s	6,5	5,5	5	4
Genel Ofis, Lokantalar,	7,5 m/s	10	7,5	8	6

Tablo 11- Carrier Tarafından Tavsiye Edilen Hava Hızları [9]

Hava hızları konfor sağlanması açısından kullanıcılar için en önemli etkilerden bir tanesidir. Tablo 11' de carrier tarafından tavsiye edilen hava hızları belirtilmiştir. Ana taşıyıcı kanallarda ki hava hızları yüksek olurken mahallere ayrılan kanallarda ise daha düşük olmaktadır. Taze hava üfleme kanalı ile dönüş egzost kanallarında ki hava hızları arasında pozitif anlamda fark olması gerekmektedir. Kullanıcıların daha konforlu bir ortamda bulunabilmeleri için tavsiye edilen kurallar tasarım aşamasında mutlaka incelenmelidir.

Kreş hava kanalı tasarımında ana kanalda ki hız 8-9 m/s olarak tasarım yapılmıştır. Menfez çıkışında ki hız ise 4-5 m/s olarak tasarımı yapılmıştır. Dikdörtgen hava kanalı olarak tasarımı yapılmış olan sistemde hava en az enerji kaybı ile kullanıcıya ulaştırılmıştır.

MAHAL İSİMLERİ	ALAN (m^2)	H (metre)	m^3	m^3/h	KİŞİ SAYISI AD	m^3/h, KİŞİ			
Alt Kat									
Giriş-Danışma(açk)	**19,28**	3,6	69,408	485,856	5	150			
Ofis	**14,7**	3,2	47,04	329,28	5	150			
Oyun Odası(açk)	**33**	3,6	118,8	831,6	20	600			
Sınıf	**44,1**	3,2	141,12	987,84	20	600			
Koridor	**27,48**	3,2	87,936	615,552	5	150			
Mutfak	**36,7**	3,2	117,44	822,08	40	1200			
Server Odası (bağımsız)	**4,16**	3,2	13,312	verilmeyecek	1	verilmeyecek			
							TOPLAM	**4450,13**	m^3/h
Üst Kat									
Galeri Boşluğu	**45,1**	4,52	203,852	1426,964	25	750			
Ofis	**11,84**	3,2	37,888	265,216	5	150			
Koridor	**30**	3,2	96	672	5	150			
Sınıf1	**30,3**	3,2	96,96	678,72	20	600			
Sınıf2	**27,2**	3,2	87,04	609,28	20	600			
Sınıf3	**31,5**	3,2	100,8	705,6	20	600			
		FAZLA OLAN SEÇİLMİŞTİR					TOPLAM	**4357,78**	m^3/h

ISI GERİ KAZANIM SANTRALİ KAPASİTESİ	MİN. 8807,91	m^3/h

Soğutuculu ve ısıtıcılı tip sulu bataryalı ısı geri kazanım klima santrali seçilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda minimum 8807,91 m^3/h hava debisi ihtiyacı doğmuştur. Sulu bataryalı 10000 m^3/h' lik ısı geri kazanım santrali oluşturulacaktır. Gerekli olan hesaplamalar EK-1' de gösterilmiştir. Havadan havaya ısı transferi olacak şekilde tasarlanacak olan klima santrali, yüzde yüz taze hava ile çalıştırılacaktır. Yazın mahale şartlandırılmış taze hava göndererek, hava kaynaklı ısı

pompasından elde edilen enerjiye destek olacaktır. Kışın çalışan hava kaynaklı ısı pompasına ek olarak mahale şartlandırılmış taze hava gönderecektir.

Isıtma soğutma tesisat ekipmanları ile havalandırma tesisatı ekipmanları birbirlerine entegre edilerek çalıştırılacaktır. Kışın mahalden dönen oksijen yönünden fakir fakat dış ortam sıcaklığından daha yüksek sıcaklıkta bulunan hava, filtrelerden geçtikten sonra ısı geri kazanım santrali içerisinde çapraz geçişli alüminyum profil levhalar vasıtası ile ısı enerjisinin bir kısmını mahale gönderilecek olan taze havaya verecektir. Santral dışına doğru gönderilen kirli hava santralden çıkışından itibaren gofraj ve 13 mm kauçuk izolasyonu yapılmış hava kanalları vasıtası ile hava kaynaklı ısı pompasının dış ortamdan hava emiş tarafına transfer edilecektir.

İç ortama bir kez gönderilen hava dönüşte filtrelenip tekrardan ısı geri kazanım santrali vasıtasıyla ikinci kez iç ortama gönderilecektir. Gönderilmeyen kısım ise hava kaynaklı ısı pompası vasıtası ile enerjisi bu sefer suya aktarılarak üçüncü kez iç ortamı şartlandırmak üzere mahale gönderilecektir. Bu sayede enerji verimliliği ilkesi sağlanmış olup konforlu bir yaşam alanı sağlanacaktır.

2.3.1. Menfez Seçimi

Ortama gönderilen taze havanın mahale homojen bir şekilde dağılması gerekmektedir. Kanaldan gelen hava menfezlerden geçerek mahallere dağılmaktadır. Bu hava kütlelerinin ortam havasını oksijen yönünden zengin hale getirerek kullanıcılara daha sağlıklı bir ortam sunmaktadır. Bu sebeple menfez seçimlerinde yapılacak olan hesaplamaların dikkatlice ve doğru hesaplanarak yapılması gerekmektedir.

Mahalin kullanıcılarının özelliğine göre veya mahal ne olarak kullanılacak ise menfezin yerleştirileceği yer de buna göre farklılık göstermektedir. Örnek vermek gerekirse bir ameliyathane menfez yerleşimi yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar daha farklıdır veya öğrenci sınıfı için menfez yerleşimi yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar birbirinden farklıdır.

Kullanıcıların çocuk olduğu kreşlerde ise menfezlerden gelecek olan havanın kullanıcıları rahatsız etmemesi en önemli isteklerden bir tanesidir. Çocukların uyku odalarında menfezden çıkacak olan havanın hızının düşük olması istenmektedir. Bu

sebeple bu tarz yerlerde farklı çözümlemeler yapılması gerekmektedir. Lineer menfez kullanarak havayı daha homojen dağıtmak gerekmektedir.

Tavan yüksekliği 7 metre olan galeri boşluğunda ise kanallardan gelen şartlandırılmış taze hava, menfezler vasıtası ile fanlara yönlendirilmektedir. Bu fanlar vasıtası ile şartlandırılmış taze hava kullanıcılara ulaştırılacaktır.

Taze hava üfleyecek olan menfezler çift sıra kanallı menfez olarak seçilecektir, egzost havasının yapılacak olduğu menfezler ise tek sıra kanatlı menfez olarak seçilecektir.

Dış hava damperleri kullanılıyor ise uygun derecede açıklık ve kullanıcının kontrol edebileceği panele bağlantısının test edilmesi gerekmektedir. Damperler kapatılmaz ya da normal durumdan fazla açık bırakılır ise ciddi miktarda şartlandırılmış sıcak hava veya soğuk hava kaybı oluşacaktır. Klima santrali seçiminde serbest kesitte hava hızı 2 m/s, bataryada ki hava geçiş yüzeyinde 2,5 m/s altında olmamalıdır. Egzoz damperinde hava hızı 5 m/s' nin üzerinde olmamalıdır. Üfleme tarafında ki hava hızı ise 11 m/s' den fazla olmamalıdır. [7]

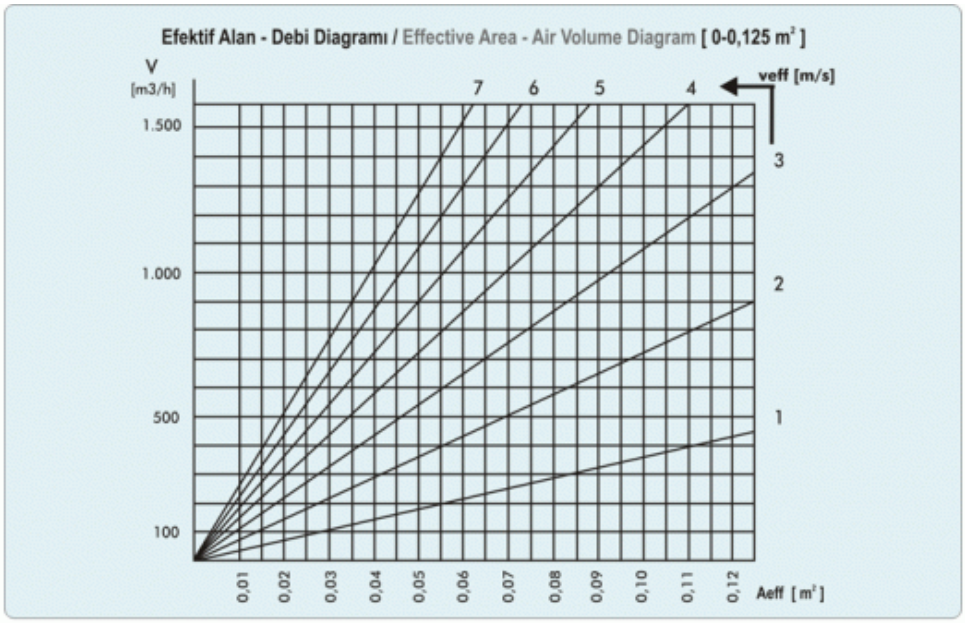
Her menfezin önüne yerleştirilecek olan hava damperleri vasıtası ile menfezden ortama geçişi sağlanacak olan havanın kontrolü yapılacaktır. Bu sayede enerji kaybının önüne geçilerek tasarruf edilmektedir.

Aşağıdaki Tablo 12' de görüldüğü üzere menfez seçimi iki ana şemadan yapılabilmektedir. Örnek olarak ise Tablo 8' de verilmiş değerler üzerinden gidilecektir.

Son kanalda ki havanın hızı 500 m^3/h olduğu görülmektedir. Hava hızının ise 4 m/s olduğu görülmektedir. Tablo 10' da ki menfez tablosunda Efektif Alan diyagramından m^3/h ile m/s birleştirerek efektif alanı 0,035 m^2 olarak bulunabilmektedir. Bir diğer yol ise m/s = (m^3/h) / (m^2 x 3600) formülünden de efektif alan bulunabilmektedir. Tam çıkan sonuç ise 0,03472 m^2 olarak bulunmuştur. Bu değeri Tablo 12' de yerine koyduğumuzda ise bizim için gerekli olan menfezin 200 mm x 200 mm' lik menfez olduğu görülmektedir.

Menfez yerleşimleri mahal içerisinde havayı en homojen şekilde dağıtımı sağlanacak şekilde yerleştirilecektir. Mahal ısıtma ve soğutma tesisatında fan coil sistemi kullanılacağı için, taze hava üfleme noktaları mahallerin gün ışığı alan yani cam

bölgelerinin bulunduğu taraftan yapılacaktır. Ortamdan atılacak olan egzoz havası ise fan coil ve taze hava üfleme noktasına en simetrik olan taraftan yapılacaktır. Bu sayede mahal içerisinde ki hava homojen şekilde dağılacaktır.



Efektif Alan Tablosu Aeff / Effective Area Table Aeff [m²]

W (mm) \ H (mm)	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900
100	0,008	0,012	0,16	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,040	0,048	0,056	0,064	0,072
150	0,012	0,018	0,025	0,030	0,037	0,042	0,049	0,054	0,061	0,073	0,085	0,097	0,109
200	0,016	0,024	0,033	0,040	0,049	0,056	0,065	0,072	0,081	0,097	0,113	0,129	0,145
250	0,020	0,031	0,041	0,051	0,061	0,071	0,081	0,091	0,101	0,121	0,141	0,161	0,181
300	0,024	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,109	0,121	0,145	0,169	0,193	0,217
350	0,028	0,043	0,057	0,071	0,085	0,099	0,113	0,127	0,141	0,169	0,197	0,225	0,253
400	0,032	0,049	0,066	0,081	0,098	0,113	0,130	0,145	0,162	0,194	0,226	0,258	0,290
450	0,036	0,055	0,074	0,091	0,110	0,127	0,146	0,163	0,182	0,218	0,254	0,290	0,326
500	0,040	0,061	0,082	0,101	0,122	0,141	0,162	0,181	0,202	0,242	0,282	0,322	0,362
600	0,048	0,073	0,098	0,121	0,146	0,169	0,194	0,217	0,242	0,290	0,338	0,386	0,434
700	0,056	0,085	0,115	0,141	0,171	0,197	0,227	0,253	0,283	0,339	0,395	0,451	0,507
800	0,064	0,098	0,131	0,162	0,195	0,226	0,259	0,290	0,323	0,387	0,451	0,515	0,579
900	0,072	0,110	0,148	0,182	0,220	0,254	0,292	0,326	0,364	0,436	0,508	0,580	0,652
1000	0,080	0,122	0,164	0,202	0,244	0,282	0,324	0,362	0,404	0,484	0,564	0,644	0,724
1100	0,088	0,134	0,180	0,222	0,268	0,310	0,356	0,398	0,444	0,532	0,620	0,708	0,796
1200	0,096	0,146	0,197	0,242	0,293	0,338	0,389	0,434	0,485	0,581	0,677	0,773	0,869

Tablo 12– Menfez Seçim Tablosu

BÖLÜM 3. BULGULAR VE YORUMLAR

Enerjinin en çok kullanıldığı, tüketim noktalarının başında sanayi (endüstriyel), ulaştırma ve konutlardır. Gelişmiş olan ülkelerde enerji maliyetlerinin sürekli olarak artması ve aynı oranda çevre kirliliğinin artmasından dolayı, daha az enerjiye gereksinim duyan binalar tasarlamaktadırlar. Burada akla ilk gelenlerin başında, güneş enerjisinden daha fazla faydalanma, yalıtıma önem verme, ısı pompası gibi fosil yakıta ihtiyaç duymayan cihazlar kullanıp, ısı geri kazanımlı sistemler tasarlamaktır. Bu şekilde tasarlanmış binalardaki enerji tüketimlerinde, pratikte % 40 – 50 oranında azalma görülmektedir. [12]

Tasarımı yapılan kreş binasında kullanıcı talepleri ve uygun mekanik tesisat ekipmanları ile enerji etkin bir bina oluşturulmuştur. Enerji tüketimi minimum seviyeye indirilerek, sürdürülebilir enerji kaynaklarından faydalanılmıştır.

Isıtma ve soğutma sisteminde hava kaynaklı ısı pompası kullanılarak, doğanın bize sunmuş olduğu hava kaynağından faydalanılmıştır. Bir diğer sürdürülebilir kaynak olan güneş ise kollektörler vasıtası ile ısıtma tesisatında takviye olarak kullanılmıştır.

İklimlendirme ve havalandırma sisteminde, ısı transferinden elde edilecek olan enerji ile iklimlendirme yapılmıştır. Gerekli olan otomasyon ekipmanları vasıtası ile bina enerji tüketimi takip edilerek enerji kaybının önüne geçilmiştir.

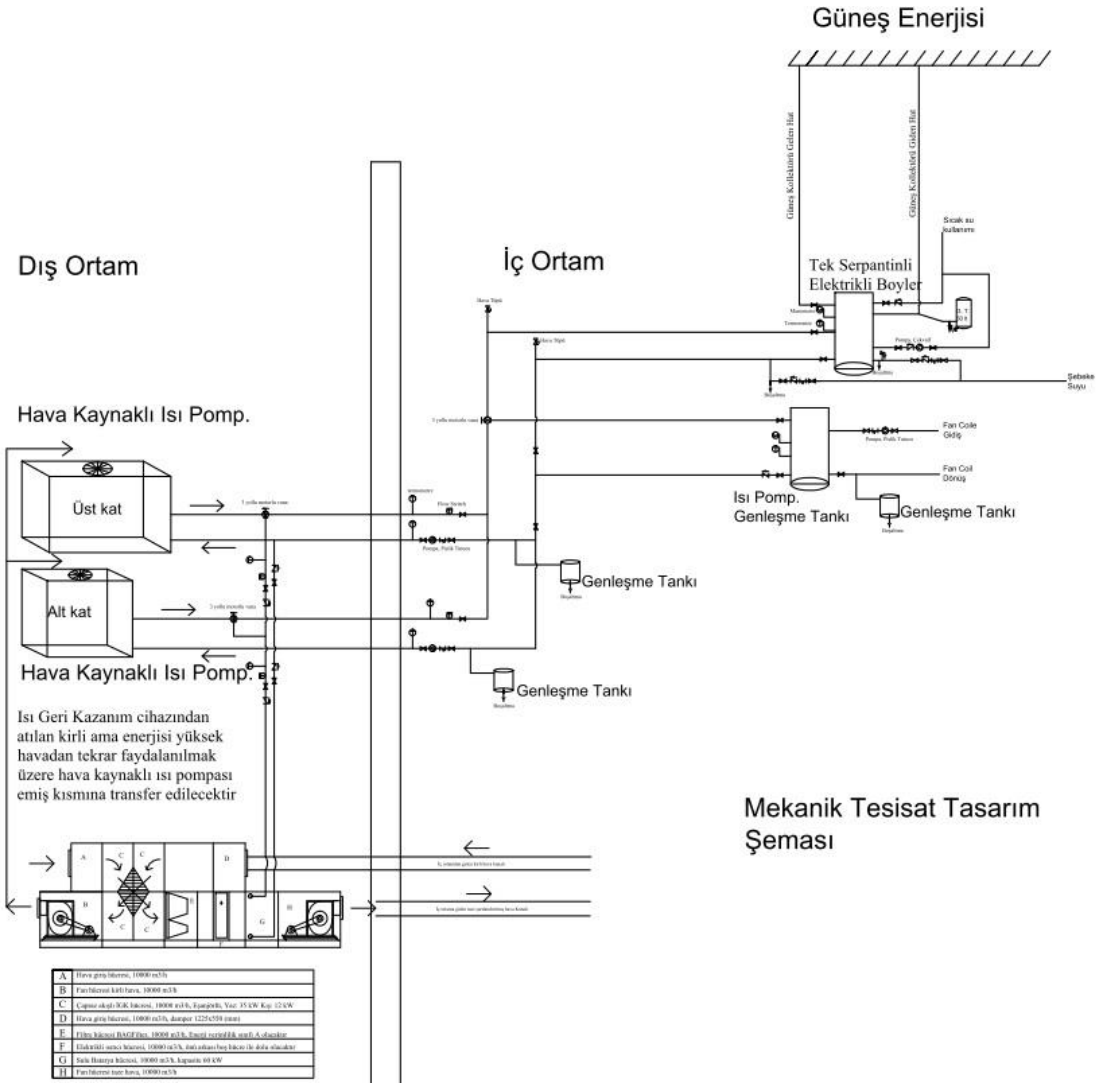
Tuna Ceylan, Ankara' da yapmış olduğu İki Katlı Bir Binanın, Güneş Enerjisi Destekli Hava Kaynaklı Isı Pompasıyla Isıtılması Ve Sıcak Su Eldesinin Analizi Yüksek Lisan Tezinde' de [12] göstermiş olduğu gibi kendisini ömrünün yarısından daha az süre amorti ettiği görülmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları haricinde kullanılan diğer sistemlerin çevreye ve doğaya verdiği diğer zararlarda göz önüne alındığında, yenilenebilir enerji kaynaklarını seçmek daha makul olmaktadır.

Bu sistemlerin dezavantajlarından bir tanesi olan yatırım maliyeti ise kamu sektöründe kullanımında süreklilik esas olduğu için, amortisman süresi biraz daha uzun olsa bile göz ardı edilebilecek bir durumdur.

Bu maliyetin düşürülmesi için ise bu tarz sistemlerin kullanılmasını yaygınlaştırmak gerekmektedir. Bireysel kullanıcıların da bu tarz sistemleri kullanması

teşvik edilmelidir. Bu sayede ülke genelinde yatırım maliyeti azalacaktır ve ülke genelinde yaygın kullanıma ulaşıldığı zaman kendi yerli malı ürünlerimiz üretilerek yeni bir kaynak yaratılacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında ülke genelinde tanıtımlar yapılarak kullanıcılara bu sistemler hakkında bilgi verilmelidir.



Şekil 13- Mekanik Tesisat Tasarım Şeması

Şekil 13’ te tasarımı yapılmış olan mekanik tesisat şeması gösterilmiştir. Isıtma ve soğutma tesisatı için hava kaynaklı ısı pompası kullanılmıştır. Havalandırma tesisatı için sulu bataryalı ısı geri kazanım santrali kullanılmıştır. Kış aylarında ihtiyaç duyulması halinde güneş enerjisi sistemi ısıtma sistemine takviyede bulunmuştur. Üç yollu motorlu vanalar sayesinde sisteme sıcak su gönderecektir. Aksi hal olduğu

durumlarda ise kullanım sıcak suyu ihtiyacını karşılayacaktır. Sulu bataryalı ısı geri kazanım santralleri ise kışın ısıtma tesisatında yazın ise soğutma tesisatında takviyede bulunacaktır. İç ortamdan gelen kirli hava tesisat şemasında da görüldüğü gibi kanallar vasıtası ile ısı pompasının emiş kısmına transfer edilecektir. Isı geri kazanım cihazları taze dış havasıyla çalıştırılıp sulu bataryalar, hava kaynaklı ısı pompalarından besleneceklerdir.

İç ortamdan dış ortama geçişten sonra kanal ve tesisat borularında izolasyon yapılmıştır. Enerji kaybını önleyerek cihaza giriş noktasına kadar izolasyon sağlanmıştır.

Güneş enerjisinden elde edilen sıcak su tek serpantinli elektrikli boylerde toplanmıştır. Kış mevsiminde ve normal mevsim şartlarının altında sıcaklık oluşması durumunda boyler içerisinde ki elektrik vasıtası ile suya enerji aktarımı yapılmıştır. 3 yollu motorlu vanalar vasıtası ile birbirine bağlanmış olan elektrikli boyler ile ısı pompası genleşme tankı arasında, hava kaynaklı ısı pompasının önceliği genleşme tankını doldurmak olacaktır. Isı pompası genleşme tankı dolduktan sonra, hava kaynaklı ısı pompası boylere su transferi gerçekleştirecektir.

Mekanik tesisat tasarım şemasında da görüldüğü üzere sulu bataryalı ısı geri kazanım cihazı su ihtiyacını hava kaynaklı ısı pompasından sağlayacaktır. Hava kaynaklı ısı pompasının yoğun geçen kış mevsimlerinde destek olması kaydıyla 3 yollu motorlu vanalar vasıtası ile ısı geri kazanım ünitesine enerji yönünden zengin su transfer edilecektir. Mahal içerisine gönderilecek olan taze havaya enerjisini aktaracak olan su tekrardan geri dönecektir. Santral içerisinde bulunan elektrikli ısıtıcı ise kış mevsiminde olası bir sistem arızasında sisteme takviye olarak devreye girecektir.

3.1.Isıtma ve Soğutma Tesisatı Seçimi Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Isıtma ve soğutma tesisatında hava kaynaklı ısı pompası kullanılmıştır. Hesaplamalar sonucunda alt katta minimum 45 kW ısıtma enerjisine, üst katta ise minimum 77 kW ısıtma enerji ihtiyacı vardır. Alt kat için inverter 50 kW ısıtma enerjisine sahip cihaz, üst kat için inverter 82.2 kW ısıtma enerjisine sahip cihaz seçilmiştir.

Isıtma ve soğutma tesisatında kullanılacak olan tesisat elemanı olarak Fan Coil cihazları seçilmiştir. Seçilen Fan coiller ise yüksek statik basınçlı kanallı tip seçilmiştir. 2 borulu olarak olarak sistem elemanları seçilecektir.

Isıtma tesisatında takviye olarak güneş enerjisi sistemi kullanılmıştır. Kollektör yüzey alanı 2.2 m² olan güneş panellerinden 6 adet kullanılacaktır.

Soğutma tesisatında takviye olarak sulu bataryalı ısı geri kazanım santrali kullanılmıştır. Taze hava kanallarından mahallere gönderilen şartlandırılmış hava yardımı ile mahal soğutmasına takviyede bulunulmuştur.

3.2. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Seçimi Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Iklimlendirme ve havalandırma tesisatında sulu bataryalı tip ısı geri kazanım santralleri kullanılmıştır. Izole edilmiş hava kanalları vasıtası ile mahale taze hava gönderilmiştir.

Hava kaynaklı su pompasında suya aktarılan enerji bu tesisat elemanında da kullanılmıştır. Mahalin iklimlendirilmesi bu cihaz ile sağlanmıştır. Sulu bataryalı 10000 m³/h' lik ısı geri kazanım santrali oluşturulacaktır. Havadan havaya ısı transferi olacak şekilde tasarlanmıştır. Yüzde yüz taze hava ile çalıştırılacaktır. Yazın mahale şartlandırılmış taze hava göndererek, hava kaynaklı ısı pompasından elde edilen enerjiye destek olacaktır. Kışın çalışan hava kaynaklı ısı pompasına ek olarak mahale şartlandırılmış taze hava gönderecektir.

BÖLÜM 4. SONUÇ

Isıtma ve soğutma tesisatında kullanılan Hava Kaynaklı Isı Pompası Alt kat için daikin marka kataloğundan seçilen EWYQ-BAWN/BAWP 050; Yaz Şartları: 19 kW elektrik enerjisi harcamaktadır. Kış Şartları: 18 kW elektrik enerjisi harcamaktadır.

Üst kat için daikin marka kataloğundan seçilen EWYQ-G-XS 075 Yaz Şartları: 27 kW elektrik enerjisi harcamaktadır. Kış Şartları: 26 kW elektrik enerjisi harcamaktadır. Isıtma tesisatında kullanılan Güneş Enerjisi 13.2 m² güneş kollektörü kullanılmıştır.

Havalandırma tesisatında kullanılan Sulu Bataryalı Isı Geri Kazanım Cihazı 10000 m³/h kapasiteli ısı geri kazanım santrali kullanılmıştır.

Seçilen sistemler sonucunda ısıtma ve soğutma tesisatı hava kaynaklı ısı pompası değişken sıcaklıklarda verimsizlikler doğurduğu için sistem zonlama yapılarak ikiye ayrılmıştır. Alt kat için farklı kapasitede ısı pompası üst kat için farklı kapasitede hava kaynaklı ısı pompası kullanılmıştır. Ortak hat üzerinden çalışma yapılmış olsa da nominal değerlerde ki katalog elektrik harcama değerleri belirtilmiştir. Buna göre sadece hava kaynaklı ısı pompalarından doğan elektrik harcaması değeri EPDK' nın 2019 yılında yayınlamış olduğu Elektrik Faturalarına Esas Tarife Tablolarına [11] göre hesaplanmıştır. kreş çalışma saatleri aralığı sabah saat 08.00 ile akşam 17.00 aralığıdır. 4 haftalık 1 ay içerisinde, hafta sonları kullanılmayacak şekilde toplamda 180 saat hava kaynaklı ısı pompaları kullanılmıştır.

Hava Kaynaklı Isı Pompası (KIŞ)	Saatte harcanan kW	Kullanım Süresi (1 AY)	Aylık Fatura Değeri
Alt Kat (EWYQ-BAWN/BAWP 050)	18 kW	180 Saat	1500 TL
Üst Kat (EWYQ-G-XS	26 kW	180 Saat	2160 TL

075)			

Tablo 13- Isı Pompasının Kış Mevsimi İçin Elektrik Fatura Değeri

Yukarıda ki Tablo 13' te görüldüğü üzere, ayda alt kat ısı pompasının 1500 TL değerinde, üst kat ısı pompasının ise 2160 TL değerinde fatura bedeli karşımıza çıkmıştır. Toplamda 3660 TL sadece ısı pompası kullanım bedeli fatura edilmiştir.

Aynı şekilde hava kaynaklı ısı pompasının zonlama yapılmadan sistemler birleştirilerek tek 1 adet dış ünite kullanılması halinde elektrik faturası değeri Tablo 14' te gösterilmiştir.

Hava Kaynaklı Isı Pompası (KIŞ)	Saatte harcanan kW	Kullanım Süresi (1 AY)	Aylık Fatura Değeri
Tek 1 adet Isı Pompası (EWYQ-G-XS 120)	43 kW	180 Saat	3570 TL

Tablo 14 Tek Isı Pompasının Kış Mevsimi İçin Elektrik Fatura Değeri

Tablo 13 ve Tablo 14 elektrik faturası değeri bakımından kıyaslama yapıldığında arada ki fark 1 ayda 90 TL olduğu gözükmektedir. Kullanıcı kolaylığı bakımından ve 2 adet ısı pompası sisteminin konforunu istenilen ortamlarda daha da arttırılacağı düşünüldüğünde; 2 adet hava kaynaklı ısı pompası kullanılması kullanıcılar açısından daha iyi olacaktır.

Yatırım maliyeti açısından ise yatırımcının geleceğe dönük bir karar vermesi gerekmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus elde edilen bu verilerin nominal seviyelerde olduğu bilinmelidir. Kullanıcı yapısı, mevsimsel şartlar ve sistem bakımlarına göre bu fatura değerleri değişiklik gösterecektir. Arada ki fark kapanmakla birlikte pozitif yönde ilerleyerek daha doğru bir yatırım olduğu ve ileride ki geri dönüşünün daha iyi olduğu görülmektedir.

Tesisat ekipmanları olarak kullanılan pompaların harcadıkları elektrik değerleri göz ardı edilmiştir. Her iki yöntemde de kullanılacak olan pompa kapasiteleri, boru çapları değişmemektedir.

EK'LER

EK 1

MAHAL İSİMLERİ	ALAN (m2)	minimum BTU	Kw		kw	btu		
Alt Kat					1	3412,142		
Giriş-Danışma(açk)	19,28	üst katta çözümleme yapıldı					3,77 m 4 m 2,9 m cam cephe h: 7,20 m	
Ofis	14,7	15.000	4,40				5,23 m cam	h: 3,20 m
Oyun Odası(açk)	33	üst katta çözümleme yapıldı						h: 3,20 m
Sınıf	44,1	40.000	11,72					h: 3,20 m
Koridor	27,48	20.000	5,86					h: 3,20 m
Mutfak	36,7	78.000	22,86				6,72 m cam	h: 3,20 m
Server Odası (bağımsız)	4,16	12.000	3,52	bağımsız				h: 3,20 m
								44,84
Üst Kat								Min 44 Kw soğutma kapasitesi, Dış Ünite, Frekans Kontrollü
Galeri Boşluğu	45,1	100.000	29,31					
Ofis	11,84	22.000	6,45				2,62 m cam	h: 3,20 m
Koridor	30	30.000	8,79				3 m cam	h: 3,20 m
Sınıf1	30,3	30.000	8,79				4,46 m cam	h: 3,20 m
Sınıf2	27,2	30.000	8,79				4 m cam	h: 3,20 m
Sınıf3	31,5	30.000	8,79				4 m cam	h: 3,20 m
								70,92
								Min 73 Kw soğutma kapasitesi, Dış Ünite, Frekans Kontrollü
Hesaplamalar soğutma tesisatına göre yapılmıştır.								

Mahallerin Soğutma Yüklerinin Hesaplanması

KİŞİ BAŞI DÜŞECEK OLAN TAZE HAVA MİKTARI

Çizelge 2.1. Mahal Kullanım Amacına Göre Fert Başına Saatlik Taze Hava İhtiyacı

Hava kullanım yeri	Hava miktarı m^3/h, kişi	Hava kullanım yeri	Hava miktarı m^3/h, kişi
Tiyatro	20	Özel büro	30
Konser salonu	20	Dinlenme odaları	30
Sinema	20	Kantin	30
Okuma salonu	20	Konferans salonu	30
Fuar alanı	20	Sınıflar	30
Satış mağazası	20	Teneffüs odaları	30
Müzeler	20	Lokantalar	40
Spor salonları	20	Büyük bürolar	50

MAHAL HAVA DEĞİŞİM KATSAYISI

Çizelge 2.2. Çeşitli Mahallerin Saatlik Hava Değişim Sayıları

Mahal Adı	Hava Değişim Sayısı (defa/saat)	Mahal Adı	Hava Değişim Sayısı (defa/saat)
Oturma odası	6-8	Laboratuar	8-15
Büro	3-8	Dükkan	6-8
Mutfak	15-30	Ameliyathane	15-20
Banyo	5-8	Ütühane	8-10
Helalar:		Okullar:	
Genel WC	10-15	Fizik ve biyo. Lab.	4-5
Fabrika WC	8-10	Okul helaları	5-8
Büro WC	5-8	Yüzme havuzları	3-4
Konut WC	4-5	Kasa odaları	3-6
Kütüphaneler	3-5	Soyunma odaları	8-10
Boyahane	20-50	Konferans	5-10
Garaj	4-5	Salonları	10-15
Gardırop	3-6	Çamaşırhaneler	4-6
Misafirhane	5-10	Ambarlar	
Dinleme	8-10	Sinema, tiyatro:	4-6
salonu	6-8	Sigara yasak	5-8
Kantin	4-6	Sigara serbest	6-12
Alış-veriş merkezi		Atölyeler	

	MAHAL İSİMLERİ	ALAN (m2)	H (metre)	M3	M3/h	KİŞİ SAYISI AD	M3/h, KİŞİ
	Alt Kat						
	Giriş-Danışma(açık)	19,28	3,6	69,408	485,856	5	150
	Ofis	14,7	3,2	47,04	329,28	5	150
	Oyun Odası(açık)	33	3,6	118,8	831,6	20	600
	Sınıf	44,1	3,2	141,12	987,84	20	600
	Koridor	27,48	3,2	87,936	615,552	5	150
30 SEÇİLDİ	Mutfak	36,7	3,2	117,44	822,08	40	1200
	Server Odası (bağımsız)	4,16	3,2	13,312	verilmeyecek	1	verilmeyecek
							TOPLAM **4450,13** m3/h
	Üst Kat						
	Galeri Boşluğu	45,1	4,52	203,852	1426,964	25	750
	Ofis	11,84	3,2	37,888	265,216	5	150
	Koridor	30	3,2	96	672	5	150
	Sınıf1	30,3	3,2	96,96	678,72	20	600
	Sınıf2	27,2	3,2	87,04	609,28	20	600
	Sınıf3	31,5	3,2	100,8	705,6	20	600
	FAZLA OLAN SEÇİLMİŞTİR						TOPLAM **4357,78** m3/h

ISI GERİ KAZANIM SANTRALİ MİN. KAPASİTESİ 8807,91 m3/h

Çizelge 2.3. Tavsiye Edilen Kanallardaki Hava Hızları

Düşük Basınçlı Sistemlerde	Konfor Uygulaması	Endüstriyel Uygulama
Besleme menfezleri	1,5 - 3	3 – 4 m/s
Emiş ve egzoz menfezleri	2 – 3	4 – 8 m/s
Dış hava panjurları	3 – 4	4 – 6 m/s
Ana kanallar	3,5 – 7	7 – 12 m/s
Tali kanallar, bağlantılar	3 – 8	5 – 8 m/s
Yüksek basınçlı kanallarda, Bağlantı hatları 8-12 m/s	Ana kanallarda 15 – 20 m/s	Tali kanallarda 12 – 18 m/s

7 SEÇİLDİ

Çizelge 2.4. Carrier Tarafından Tavsiye Edilen Hızlar

Uygulama	Ses Kriteri	Ekonomik Kriter			
		Ana Kanal		Tali Kanal	
		Besleme	Dönüş	Besleme	Dönüş
Konutlar	3 m/s	5	4	3	3
Apart Otel, Hastane, Yatak Odası	5 m/s	7,5	6,5	6	5
Özel ofis, Kütüphane, Yönetici Odası	6 m/s	10	7,5	8	6
Tiyatro, Konser Salonu	4 m/s	6,5	5,5	5	4
Genel Ofis, Lokantalar,	7,5 m/s	10	7,5	8	6

Isı Geri Kazanım Santrali Kapasite Hesabı

TAZE HAVA, Zemin Kat

Kanal Kısımı	Hava Kanalı Hesabı: Debi Q		Hız V	Eşdeğer Çap deş	Kanal Ölçüsü a x b		Sürtünme Kayıpları: Boy l	Özgül Sürtünme Kaybı R	Sürtünme Kaybı ΔP_s	Dinamik Kayıplar: Kayıp Katsayısı k	Dinamik Kayıplar ΔP_d	Elemanın Cinsi	Özel Kayıplar $\Delta P_ö$	Özel Kayıplar: Elemanın Cinsi
	m3/h	l/s	m/s	mm	mm	mm	m	Pa/m	Pa	-	Pa	-	Pa	-
1-2	500	139	4,0	210	250 x 150		3,50	2,2	7,7	1,9	18,4		15,0	MENFEZ
2-3	1.000	278	5,9	244	250 x 200		2,50	1,3	3,3	1,73	36,7		160,0	PANJUR
3-4	1.500	417	7,1	273	250 x 250		1,50	1,9	2,9	0	0,0			SİSTEM ETKİSİ
4-5	1.200	333	6,3	260	400 x 150		1,70	2,2	3,7	0,25	5,9			
5-6	1.450	403	5,5	305	400 x 200		1,30	1,7	2,2	0,25	4,6			
6-7	2.150	597	5,8	363	450 x 250		3,00	1,5	4,5	0	0,0			
7-8	2.400	667	5,9	381	500 x 250		1,30	1,3	1,7	0	0,0			
8-9	3.600	1.000	7,2	420	500 x 300		3,20	1,5	4,8	0,1	3,1			
							Toplam =		30,7	+	68,8	+	175,0	= 274,5 Pa

EGZOST HAVA, Zemin Kat

Kanal Kısımı	Hava Kanalı Hesabı: Debi Q		Hız V	Eşdeğer Çap deş	Kanal Ölçüsü a x b		Sürtünme Kayıpları: Boy l	Özgül Sürtünme Kaybı R	Sürtünme Kaybı ΔP_s	Dinamik Kayıplar: Kayıp Katsayısı k	Dinamik Kayıplar ΔP_d	Elemanın Cinsi	Özel Kayıplar $\Delta P_ö$	Özel Kayıplar: Elemanın Cinsi
	m3/h	l/s	m/s	mm	mm	mm	m	Pa/m	Pa	-	Pa	-	Pa	-
1-2	300	83	4,6	152	200 x 100		5,20	2,0	10,4	2,5	31,5		15,0	MENFEZ
2-3	600	167	4,8	210	250 x 150		4,77	1,8	8,6	1,73	24,1		160,0	PANJUR
3-4	950	264	6,4	229	300 x 150		1,10	2,4	2,6	0	0,0			SİSTEM ETKİSİ
4-5	1.200	333	7,1	245	350 x 150		1,30	2,6	3,4	0,25	7,5			
5-6	1.450	403	5,5	305	400 x 200		1,30	1,5	2,0	0,25	4,6			
6-7	2.150	597	5,8	363	450 x 250		1,50	1,3	2,0	0	0,0			
7-8	2.400	667	5,9	381	500 x 250		1,90	1,2	2,3	0	0,0			
8-9	3.600	1.000	7,2	420	500 x 300		4,50	1,5	6,8	0,1	3,1			
							Toplam =		37,9	+	70,8	+	175,0	= 283,8 Pa

Zemin Kat Hava Kanalı ve Basınç Kaybı Hesabı

TAZE HAVA, Üst Kat

Kanal Kısımı	Hava Kanalı Hesabı							Sürtünme Kayıpları				Dinamik Kayıplar			Özel Kayıplar	
	Debi		Hız	Eşdeğer Çap	Kanal Ölçüsü			Boy	Özgül Sürtünme Kaybı	Sürtünme Kaybı	Kayıp Katsayısı	Dinamik Kayıplar	Elemanın Cinsi	Özel Kayıplar	Elemanın Cinsi
	Q		V	deş	a x b			l	R	ΔP_s	k	ΔP_d	-	$\Delta P_ö$	-
	m3/h	l/s	m/s	mm	x	mm		m	Pa/m	Pa	-	Pa	-	Pa	-
1-2	360	100	5,5	152	x	100		4,00	2,8	11,2	1,9	34,4		15,0	MENFEZ
2-3	1.020	283	6,0	245	x	150		1,00	1,9	1,9	1,73	37,6		160,0	PANJUR
3-4	1.300	361	6,8	260	x	150		2,50	2,4	6,0	0	0,0			SİSTEM ETKİSİ
4-5	1.900	528	6,5	321	x	200		1,50	1,8	2,7	0,25	6,4			
5-6	2.150	597	5,8	363	x	250		1,90	1,2	2,3	0,25	5,0			
6-7	2.750	764	6,7	381	x	250		2,20	1,6	3,5	0	0,0			
7-8	3.000	833	7,3	381	x	250		2,30	1,1	2,5	0	0,0			
8-9	3.600	1.000	7,2	420	x	300		2,50	1,4	3,5	0,1	3,1			
									Toplam =	**33,6**	+	**86,5**	+	**175,0**	**= 295,2 Pa**

EGZOST HAVA, Üst Kat

Kanal Kısımı	Hava Kanalı Hesabı							Sürtünme Kayıpları				Dinamik Kayıplar			Özel Kayıplar	
	Debi		Hız	Eşdeğer Çap	Kanal Ölçüsü			Boy	Özgül Sürtünme Kaybı	Sürtünme Kaybı	Kayıp Katsayısı	Dinamik Kayıplar	Elemanın Cinsi	Özel Kayıplar	Elemanın Cinsi
	Q		V	deş	a x b			l	R	ΔP_s	k	ΔP_d	-	$\Delta P_ö$	-
	m3/h	l/s	m/s	mm	x	mm		m	Pa/m	Pa	-	Pa	-	Pa	-
1-2	390	108	5,9	152	x	100		3,60	2,8	10,1	2,5	53,2		15,0	MENFEZ
2-3	660	183	6,5	189	x	150		1,20	1,9	2,3	1,73	44,6		160,0	PANJUR
3-4	1.050	292	6,2	245	x	150		1,00	2,4	2,4	0	0,0			SİSTEM ETKİSİ
4-5	1.650	458	6,3	305	x	200		1,10	1,8	2,0	0,25	5,9			
5-6	1.900	528	6,5	321	x	200		2,00	1,2	2,4	0,25	6,4			
6-7	2.500	694	6,7	363	x	250		0,80	1,6	1,3	0	0,0			
7-8	2.750	764	6,7	381	x	250		3,20	1,1	3,5	0	0,0			
8-9	3.000	833	6,0	420	x	300		3,00	1,4	4,2	0,1	2,2			
9-10	3.600	1.000	7,2	420	x	300		1,00	1,4	1,4	0,1	3,1			
									Toplam =	**29,5**	+	**115,4**	+	**175,0**	**= 319,9 Pa**

Üst Kat Hava Kanalı ve Basınç Kaybı Hesabı

Çift Sıra Kanatlı Menfez Seçim Hesabı

Efektif Alan Tablosu Aeff / Effective Area Table Aeff [m²]

W (mm) \ H (mm)	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900
100	0,008	0,012	0,16	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,040	0,048	0,056	0,064	0,072
150	0,012	0,018	0,025	0,030	0,037	0,042	0,049	0,054	0,061	0,073	0,085	0,097	0,109
200	0,016	0,024	0,033	0,040	0,049	0,056	0,065	0,072	0,081	0,097	0,113	0,129	0,145
250	0,020	0,031	0,041	0,051	0,061	0,071	0,081	0,091	0,101	0,121	0,141	0,161	0,181
300	0,024	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,109	0,121	0,145	0,169	0,193	0,217
350	0,028	0,043	0,057	0,071	0,085	0,099	0,113	0,127	0,141	0,169	0,197	0,225	0,253
400	0,032	0,049	0,066	0,081	0,098	0,113	0,130	0,145	0,162	0,194	0,226	0,258	0,290
450	0,036	0,055	0,074	0,091	0,110	0,127	0,146	0,163	0,182	0,218	0,254	0,290	0,326
500	0,040	0,061	0,082	0,101	0,122	0,141	0,162	0,181	0,202	0,242	0,282	0,322	0,362
600	0,048	0,073	0,098	0,121	0,146	0,169	0,194	0,217	0,242	0,290	0,338	0,386	0,434
700	0,056	0,085	0,115	0,141	0,171	0,197	0,227	0,253	0,283	0,339	0,395	0,451	0,507
800	0,064	0,098	0,131	0,162	0,195	0,226	0,259	0,290	0,323	0,387	0,451	0,515	0,579
900	0,072	0,110	0,148	0,182	0,220	0,254	0,292	0,326	0,364	0,436	0,508	0,580	0,652
1000	0,080	0,122	0,164	0,202	0,244	0,282	0,324	0,362	0,404	0,484	0,564	0,644	0,724
1100	0,088	0,134	0,180	0,222	0,268	0,310	0,356	0,398	0,444	0,532	0,620	0,708	0,796
1200	0,096	0,146	0,197	0,242	0,293	0,338	0,389	0,434	0,485	0,581	0,677	0,773	0,869

1m3/saat = 0,000278 m3/saniye

TEK SIRA KANATLI MENFEZ (Egzost havası emiş menfezi)

Debi		Hız	Debi/Hız: Efektif Alan MENFEZ
0,166667 m3/saniye	5	m/s	0,033333 m2 250x250
0,097222 m3/saniye	5	m/s	0,019444 m2 250x150
0,083333 m3/saniye	5	m/s	0,016667 m2 200x150
0,069444 m3/saniye	5	m/s	0,013889 m2 200x150
0,055556 m3/saniye	5	m/s	0,011111 m2 150x150
0,138889 m3/saniye	6	m/s	0,023148 m2 150x200

600 m3/h	=	0,166667 m3/saniye
350 m3/h	=	0,097222 m3/saniye
300 m3/h	=	0,083333 m3/saniye
250 m3/h	=	0,069444 m3/saniye
200 m3/h	=	0,055556 m3/saniye
500 m3/h	=	0,138889 m3/saniye

Tek Sıra Kanatlı Menfez Seçim Hesabı

EK 2

EWYQ-BAWN/BAWP

Hava soğutmalı scroll inverter ısı pompası

- **Sınıfının lideri ESEER** değerleriyle yüksek verimlilik
- Minimum kalkış akımları ve kısa geri ödeme süreleri
- Standart uygulamalar için denge kabı gerekli değildir
- **Geniş çalışma sıcaklık aralığı** (43°C'ye kadar düşen ortam sıcaklıklarında)
- Sistem verimliliğinin daha da yükseltilmesi amacıyla bir Daikin kumanda veya üçüncü taraf bir BMS tarafından kontrol ve takibe izin vermek üzere her bir ünite başına bir Modbus kartı (RTD-W) takılabilir.
- RTD-W ile bağlı tüm sistemler, master/slave kontrol kitiyle **merkezi olarak takip edilebilir** ve kontrol edilebilir. EKCC-W sıralama kumandası



Isıtma ve Soğutma				EWYQ-BAWN/BAWP	016	021	025	032	040	050	064
Soğutma kapasitesi	Nom.			kW	17,4(1)/16,6(2)	21,7(1)/20,7(2)	25,8(1)/24,7(2)	32,3(1)/30,9(2)	43,4(1)/41,5(2)	51,8(1)/49,7(2)	64,5(1)/62,3(2)
Isıtma kapasitesi	Nom.			kW	16,2(1)/17,00(2)	20,3(1)/21,30(2)	24,6(1)/25,70(2)	30,7(1)/32,10(2)	40,6(1)/42,50(2)	49,0(1)/51,30(2)	61,5(1)/63,70(2)
Çekilen güç	Soğutma	Nom.		kW	5,60(1)/5,80(2)	7,25(1)/7,59(2)	9,29(1)/9,74(2)	13,0(1)/13,5(2)	14,7(1)/15,4(2)	18,8(1)/19,7(2)	26,4(1)/27,4(2)
	Isıtma	Nom.		kW	5,53(1)/5,73(2)	7,30(1)/7,44(2)	8,99(1)/9,36(2)	10,6(1)/11,1(2)	14,0(1)/14,7(2)	17,6(1)/18,5(2)	20,7(1)/21,7(2)
Kapasite kontrolü	Yöntem				Inverter kontrollü						
	Minimum kapasite			%	25						
EER					3,11(1)/2,86(2)	2,99(1)/2,73(2)	2,78(1)/2,54(2)	2,48(1)/2,29(2)	2,95(1)/2,69(2)	2,76(1)/2,52(2)	2,44(1)/2,27(2)
ESEER					4,33(1)/4,21(2)	4,08(1)/4,18(2)	3,85(1)/4,04(2)	3,39(1)/3,62(2)	4,19(1)/4,24(2)	3,96(1)/4,12(2)	3,64(1)/3,78(2)
COP					2,93(1)/2,97(2)	2,86(1)/2,86(2)	2,76(1)/2,75(2)	2,90(1)/2,89(2)		2,78(1)/2,76(2)	2,97(1)/2,94(2)
Alan ısıtma	Ortalama iklim su çıkışı 35°C	Genel	ηs (Sezonsal alan ısıtma verimliliği)	%	130(1)/133(2)	126(1)/126(2)	130(1)/123(2)	120(1)/119(2)	126(1)/126(2)	138(1)/121(2)	121(1)/119(2)
			SCOP		3,33(1)/3,39(2)	3,22(1)/3,22(2)	3,32(1)/3,09(2)	3,08(1)/3,06(2)	3,22(1)/3,21(2)	3,53(1)/3,08(2)	3,09(1)/3,04(2)
			Sezonsal alan ısıtma verim. sınıfı		A+(1)/A+(2)		A+(1)/A(2)	A(1)/A(2)	A+(1)/A+(2)	A+(1)/A(2)	A(1)/A(2)
Boyutlar	Ünite	Yükseklik		mm	1.684						
		Genişlik		mm	1.370			1.680	2.340		2.980
		Derinlik		mm	774					780	
Ağırlık	Ünite			kg	264	317		397	517		730
	Çalışma ağırlığı			kg	267	320		401	517		738
Su ısı eşanjörü	Tipi				Plakalı						
	Su debisi	Soğutma	Nom.	l/dk	50,0	62,0	74,0	93,0	124	148	185
		Isıtma	Nom.	l/dk	46,0	58,0	71,0	88,0	116	140	176
	Su basıncı düşüşü	Soğutma	Toplam	kPa	20	30	42	30		42	30
	Su hacmi			l	1,90			2,90	3,40		5,70
Hava ısı eşanjörü	Tipi				Hi-XSS						
Kompresör	Tipi				Hermetik sızdırmaz scroll kompresör						
	Miktar				1	2		3	4		6
Fan	Tipi				Pervane						
	Miktar				1			2			4
	Hava debisi	Soğutma	Nom.	m³/dak	171	185		233	320		466
		Isıtma	Nom.	m³/dak	171	185		233	320		466
Ses gücü seviyesi	Soğutma	Nom.		dBA	78,0			80,0	83,0		83,0
Çalışma sıcaklık aralığı	Hava tarafı	Soğutma	Min.~Maks.	°C KT	-5~43						
		Isıtma	Min.~Maks.	°C KT	-15~35						
	Su tarafı	Soğutma	Min.~Maks.	°C KT	-10~20						
		Isıtma	Min.~Maks.	°C KT	25~50						
Soğutucu akışkan	Tipi / GWP				R-410A / 2.087,5						
	Devre	Miktar			1						
	Kontrol				Elektronik genleşme vanası						
Soğutucu akışkan şarjı	Devre başına			kg	7,6			9,6	13,2		19,2
				TCO_2eş	15,9			20,0	27		40,1
Su devresi	Boru			inç	1-1/4"					1-1/2"	
	Boru bağlantılarının çapı			inç	1-1/4" (dişi)					2" (dişi)	
Ünite	Çalıştırma akımı	Maks.		A	0,00	77,7	78,7	88,7	99,8	102	121
	Nominal akım	Maks.		A	22,2	25,3	26,4	35,2	47,4	49,6	67,2
Güç beslemesi	Faz/Frekans/Gerilim			Hz/V	3N~/50/400						

(1) EWYQ-BAWN: Pompasız model (2) EWYQ-BAWP: Pompalı model

Hava Kaynaklı Isı Pompası Alt Kat Seçim Kataloğu

EWYQ-G-XS

Hava soğutmalı multi-scroll ısı pompası, yüksek verimlilik, standart çalışma sesi seviyesi

- Tek evaporatörlü tek soğutucu akışkan devresi (2 scroll kompresör)
- İç mekana montajı veya yenileme çalışmalarını kolaylaştıracak kompakt tasarım
- Kısmi ve toplam ısı geri kazanımlı seçenek mevcuttur.
- Paslanmaz çelik plakalı ısı eşanjörü



Isıtma ve Soğutma				EWYQ-G-XS	075	085	100	110	120	140	160
Soğutma kapasitesi	Nom.			kW	77,8	88,1	101	117	127	147	165
Isıtma kapasitesi	Nom.			kW	82,2	91,2	110	127	138	156	170
Çekilen güç	Soğutma	Nom.		kW	27,0	31,5	36,0	39,5	44,7	50,2	57,8
	Isıtma	Nom.		kW	26	29	34	39	43	50	54
Kapasite kontrolü	Yöntem				Kademe						
	Minimum kapasite			%	50	44	50	44	50	43	50
EER					2,88	2,80	2,81	2,97	2,84	2,92	2,85
ESEER					3,90	3,94	3,97	4,03	3,92	3,96	
COP					3,14	3,12	3,24	3,25	3,20	3,11	3,13
IPLV					4,40	4,47	4,40	4,49	4,40	4,50	
Alan ısıtma	Ortalama iklim su çıkışı 35°C	Genel	ηs (Sezonsal alan ısıtma verimliliği)	%	131	129	142	140	142	138	140
			SCOP		3,35	3,31	3,62	3,58	3,63	3,53	3,58
Boyutlar	Ünite	Yükseklik		mm	1.800						
		Genişlik		mm	1.195						
		Derinlik		mm		2.826		3.426		4.026	
Ağırlık	Ünite			kg	850	912	1.077	1.183	1.213	1.333	1.394
	Çalışma ağırlığı			kg	858	921	1.088	1.194	1.224	1.344	1.411
Su ısı eşanjörü	Tipi				Plakalı						
	Su debisi	Soğutma	Nom.	l/s	3,7	4,2	4,8	5,6	6,1	7,0	7,9
		Isıtma	Nom.	l/s	4,0	4,4	5,3	6,1	6,7	7,5	8,2
	Su basıncı düşüşü	Soğutma	Nom.	kPa	8,40	8,30	8,70	11,6	13,7	18,2	19,9
		Isıtma	Nom.	kPa	9,50	9,30	11,20	14,40	17,20	21,70	22,50
	Su hacmi			l	8,90	9,40		10,8			16,7
Hava ısı eşanjörü	Tipi				Dahili alt soğutuculu yüksek verimli kanat ve boru tipi						
Kompresör	Tipi				Scroll kompresör						
	Miktar				2						
Fan	Tipi				Doğrudan pervaneli						
	Miktar					6		8		10	
	Hava debisi	Nom.		l/s		8.042	9.861	13.148		16.435	
	Devir			devir/dk	1.360						
Ses gücü seviyesi	Soğutma	Nom.		dBA	84	85	87	89			
Ses basıncı seviyesi	Soğutma	Nom.		dBA	66	68	70	71			
Çalışma sıcaklık aralığı	Hava tarafı	Soğutma	Min.~Maks.	°C KT	-10~45						
	Su tarafı	Soğutma	Min.~Maks.	°C KT	-10~15						
Soğutucu akışkan	Tipi / GWP				R-410A / 2.087,5						
	Devre	Miktar			1						
Soğutucu akışkan şarjı	Devre başına			kg		15,0	18,0	23,0		30,0	
				TCO_2eş		31,3	37,6	48,0		62,6	
Boru bağlantıları	Evaporatör su giriş/çıkışı (DÇ)				2" 1/2						
Ünite	Çalıştırma akımı	Maks.		A	210	261	267	316	323	363	377
	Nominal akım	Soğutma	Nom.	A	52	56	60	69	76	88	95
		Maks.		A	66	72	78	87	95	111	125
Güç beslemesi	Faz/Frekans/Gerilim			Hz/V	3~/50/400						

56

Hava Kaynaklı Isı Pompası Üst Kat Seçim Kataloğu

KAYNAKÇA

[1] DAİKİN (2016-2017) Daikin Merkezi Sistemler Ürün Kataloğu

[2] Erdem, S. (2007). Villa Isıtmasında ve Soğutmasında Güneş Enerjisi Destekli Toprak Kaynaklı Isı Pompasının Ekonomikliğinin Analizi, (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,

İstanbul.

[3] Aydın, M. (2013). Hava Kaynaklı Isı Pompalı Su Sisteminde Enerji Verimine Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,

İstanbul.

[4] Erdabak M. (2010). Binalarda Isı Yalıtımındaki Eksikliklerin Enerji Tasarrufumuna Olan Etkilerinin Uygulamalı Olarak Araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,

Sivas.

[5] Çelik F. D. (2017). Güneş Enerjili Su Isıtma Sisteminin Teorik İncelenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,

Erzurum.

[6] BEP (2008). Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

[7] İsa K. , Onat A. (2017). İklimlendirme Ve Soğutma Sistemlerinde Enerji Verimliliği,

İstanbul

[8] Özkök M. (2010). Enerji yoğun bir tesiste enerji verimliliği proje tasarımı ve uygulama çalışması, (Yüksek Lisans Tezi), Gazi üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü,

Ankara

[9] url http://eng.harran.edu.tr/~aktacir/hava_3.pdf

[10] url https://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/11f32b3d1e14f70_ek.pdf?tipi=&turu=&sube=3

[11] url https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-100/elektrik-faturalarina-esas-tarife-tablolari

[12] Ceylan T. (2010). İki Katlı Bir Binanın, Güneş Enerjisi Destekli Hava Kaynaklı Isı Pompasıyla Isıtılması Ve Sıcak Su Eldesinin Analizi, (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.