

YALOVA ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNİN BİR EĞİTİM BİNASINDA
KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Emin DURSUN

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Enerji Sistemleri Mühendisliği Programı

AĞUSTOS, 2019

YALOVA ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNİN BİR EĞİTİM BİNASINDA
KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mehmet Emin DURSUN
(115103003)**

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Enerji Sistemleri Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fikret YÜKSEL

AĞUSTOS, 2019

YALOVA Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 115103003 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Mehmet Emin DURSUN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNİN BİR EĞİTİM BİNASINDA KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Fikret YÜKSEL**
Yalova Üniversitesi



Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Recep YAMANKARADENİZ**
Uludağ Üniversitesi



Prof. Dr. Fikret YÜKSEL
Yalova Üniversitesi



Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DİREK
Yalova Üniversitesi



Teslim Tarihi : 23.07.2019
Savunma Tarihi : 07.08.2019

ÖNSÖZ

Enerji verimliliği ve enerjinin etkin kullanılmasının önemi günümüzde yadsınamaz bir gerçek haline gelmiş ve bu nedenle enerjiyi üretmek kadar artık verimli kullanmanın yolu aranmaya başlanmıştır. Ülkemiz de enerjiyi yoğun kullanan ülkeler arasında yer almaktadır ve enerji verimliliğine yönelik iyileştirme çabalarıyla büyük oranda tasarruf etme potansiyeli vardır. Bu anlamda hem ülkemizde hem dünyada birçok alanda standartlar getirilmiştir ve gelişen teknoloji ile yenileri getirilmektedir.

Isıtma-soğutma sistemleri tasarlanırken birçok parametre göz önünde bulundurulur ve artık kullanılan cihazların enerji verimliliği değerleri de bu parametrelerin başında gelmektedir. Tasarımcılar, kurulacak olan mekanik sistemin ilk yatırım maliyetinin yanında, belirli bir dönem için işletme maliyeti ve analizini yaparak sistemleri tasarlamaktadır. Bu nedenle tasarımı yapılan mekanik sistemin işletme maliyetinin hesabı, enerjiyi verimli kullanma adına ülkemiz için yapılan önemli bir işlemdir ve işletenler ve kullanıcılar için de tasarruf etme şansı sağlamaktadır. Bu alanda ısıtma-soğutma sistemlerinin karşılaştırılması yapılan çalışmaların artması, yatırımcı ve işletmeciler için en verimli olanı seçme konusunda yardımcı olacağını düşünüyorum.

Tez çalışmamda her türlü katkı ve teşviklerini esirgemeyen başta değerli hocam Prof. Dr. Fikret YÜKSEL' e, proje esnasında piyasa fiyatlarını almamda yardımcı olan Daikin firması çalışanı Mak. Müh. Yunus Emre BALABAN'a, yine proje boyunca yardımlarından faydalandığım End. Müh. Kayhan ENGİN' e teşekkür ederim.

Ağustos 2019

Mehmet Emin Dursun
Makine Mühendisi
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 VRF Sisteminin Enerji Verimliliği Üzerine Yapılan Çalışmalar	2
1.2 Mekanik Sistem Tasarımı.....	5
1.3 Sistem Tasarımının Temel Amaçları.....	5
1.4 Sistem Tasarım Aşamaları.....	6
1.4.1 Öneri raporu	6
1.4.2 Ön hazırlık ve proje.....	6
1.4.3 Uygulama projesi	7
1.4.4 Teknik şartname ve metraj listeleri	7
2. VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNİN TANITILMASI.....	9
2.1 VRF Klima Sistemi	9
2.1.1 VRF sistemi tarihçesi	9
2.1.2 VRF klima sistemi çalışma prensibi	10
2.1.3 VRF sistemi elemanları.....	12
2.1.3.1 Dış üniteler	12
2.1.3.2 İç üniteler	14
2.1.3.3 Soğutkan boruları, soğutkan akışkan ve fittingsler	16
2.1.3.4 Kontrol sistemi	17
2.1.4 VRF sistemi çeşitleri	18
2.1.4.1 Isı pompalı VRF sistemleri	18
2.1.4.2 Isı geri kazanımlı VRF sistemi.....	19
2.2. Fan Coil Sistemi	20
2.2.1 Fan coil sistemi çalışma prensibi	20
2.2.2 Fan coil sistemi elemanları	21
2.2.2.1 Fan coil cihazı	21
2.2.2.2 Chiller soğutma grubu.....	22
2.2.2.3 Sıcak su üretici (kazanlar)	24
2.2.2.4 Sirkülasyon pompaları	25
3. PROJENİN UYGULANACAĞI BİNANIN ISIL YÜKLERİNİN HESABI .	27
3.1 Binanın Mimari Özellikleri	27
3.2 Isı Kaybı Hesabı	28
3.2.1 Isı kaybı hesaplarında yapılan kabuller.....	28
3.2.2 Yapı bileşenlerinin toplam ısı geçiş katsayılarının bulunması.....	29
3.2.3 Artırımsız ısı kaybı hesabı	32

3.2.4 Artırılmış ısı kaybı hesabı.....	32
3.2.4.1 Birleştirilmiş artırım katsayısı (Z_D).....	33
3.2.4.2 Yön artırım katsayısı (Z_H).....	33
3.2.4.3 Yüksek katlar ve yüksek kat artırımı (Z_W).....	34
3.2.5 Hava sızıntısını karşılamak için gereken ısı hesabı.....	35
3.3 Isı Kaybı Hesabı Çizelgelerinin Yapılması.....	35
3.4 Binanın Yıllık Isıtma Enerjisinin Hesabı.....	37
3.4.1 Binanın özgül ısı kaybının hesabı.....	37
4.4.1.1 İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı.....	37
3.4.1.2 Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı.....	39
3.4.1.3 Aylık ortalama iç kazançların bulunması.....	40
3.4.1.4 Aylık ortalama güneş enerjisi kazançlarının bulunması.....	40
3.5 Isı Kazançlarının Hesabı.....	44
3.5.1 Dış ısı kazançları.....	44
3.5.2 İç ısı kaynakları.....	45
3.5.2.1 İnsanlardan gelen ısı kazancı.....	45
3.5.2.2 Aydınlatma araçlarından gelen ısı kazançları.....	46
3.5.2.3 Elektrikli cihazlardan gelen ısı kazançları.....	47
3.5.2.4 Havalandırma ve hava sızması ile oluşan soğutma yükü.....	47
3.4 Isı kazancı tablosunun doldurulması.....	47
4. VRF VE FAN COİL PROJELERİNİN TASARIMI.....	49
4.1. VRF Projesi Tasarımı.....	49
4.1.1 İç ünitelerin seçimi.....	49
4.1.2 Dış ünitelerin seçimi.....	49
4.1.3 VRF tesisatı projelendirme kuralları.....	50
4.2 Fan Coil Sistemi Projesi.....	51
4.2.1 İç ünitelerin seçimi.....	51
4.2.2 Chiller seçimi.....	53
4.2.2.1 EER (Energy Efficiency Ratio).....	54
4.2.2.2 ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio).....	54
4.2.2.3 IPLV (Integrated Part Load Value).....	55
4.2.3 Kazan seçimi.....	56
4.2.4 Sirkülasyon pompalarının kapasitelerinin ve boru çaplarının belirlenmesi.....	57
5. VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNDE MALİYET HESABI.....	61
5.1 VRF Klima Sistemi Metraj Hesabı.....	61
5.1.1 Dış ünite gruplarının hesabı.....	61
5.1.2 İç ünitelerin hesabı.....	63
5.1.3 Bakır boru, joint elemanları ve kauçuk yalıtım hesabı.....	64
5.1.4 İç ünitelere ait bireysel kumanda ve merkezi kumanda cihazı.....	66
5.1.5 Sistemde kullanılan toplam soğutucu akışkan miktarı.....	66
5.2 VRF Klima Sisteminin Maliyet Hesabı.....	67
5.3 Fan Coil Sisteminin Metraj Hesabı.....	68
5.3.1 Soğutucu ünite (chiller), kazan ve iç ünitelerin metrajı.....	69
5.3.2 Çelik boruların ve sirkülasyon pompalarının metrajı.....	69
5.4 Fan Coil Tesisatının Maliyet Hesabı.....	70
6. VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNE AİT PROJE TASARIM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	73
6.1 Yerin Verimli Kullanımı Açısından Karşılaştırma.....	73
6.2 İşletme Kolaylığı ve Servis Açısından Karşılaştırma.....	74

6.3 Arıza ve Yedekleme Açısından Karşılaştırma	75
6.4 Bakım ve Parça Maliyetleri Açısından Karşılaştırma	75
6.5 Montaj ve Devreye Alma Kolaylığı Açısından Karşılaştırma	75
6.6 Gürültü Düzeyi Açısından Karşılaştırma	76
6.7 Mevsim Geçişlerindeki Konfor Açısından Karşılaştırma	77
6.8 İlk Yatırım Maliyeti Açısından Karşılaştırma.....	78
6.9 Akışkana Göre Gerekli Elektriksel Güç İhtiyacı Bakımından Karşılaştırma...	78
6.10 İşletme Maliyetleri Açısından Karşılaştırma.....	79
6.10.1 Yaz dönemi soğutma giderleri açısından karşılaştırma	79
6.10.2 Kış dönemi ısıtma giderleri açısından karşılaştırma	81
6.11 Termal Konfor Açısından Karşılaştırma	83
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	85
7.1 Sistemlerin Karşılaştırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	85
7.2 Sistem Karşılaştırması İle İlgili Öneriler	87
KAYNAKLAR	89
EKLER.....	91
ÖZGEÇMİŞ.....	93

KISALTMALAR

BMS	: Bina Yönetim Sistemi (Building Management System)
CLTD	: Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı
COP	: Performans Katsayısı (Coefficient Of Performance)
dB(A)	: Desibel (İnsan kulağının duyabileceğı ses basınç düzeyi)
EER	: Enerji Verimlilik Değeri (Energy Efficient Ratio)
ESEER	: Seasonal Enerji Verimlilik Oranı (Energy Efficient Ratio)
FCU	: Fan Coil Unit
HP	: Beygir Gücü (Horse Power)
IPLV	: Birleştirilmiş Kısmi Yüğü Değeri (Integrated Part Load Value)
KKO	: Kazanç Kayıp Oranı
kW	: Kilowatt
MMO	: Makine Mühendisleri Odası
PCB	: Baskı Devre Kart (Printed Circuit Board)
SC	: Gölgeleme Katsayısı (Solar Coefficient)
SCL	: Güneş Soğutma Yüğü (Solar Cooling Load)
SCOP	: Sezonsal Performans Katsayısı (Coefficient of Performance)
TEP	: Ton Eşdeğeri Petrol
TS	: Türk Standartları
VRF	: Değışken Soğutucu Akışkan Debisi (Variable Refrigerant Flow)
VAV	: Değışken Hava Debisi (Variable Air Volume)
VRV	: Değışken Soğutucu Akışkan Hacmi (Variable Refrigerant Volume)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : VRF sistemin enerji verimliliğine yönelik çalışmalar.....	4
Çizelge 3.1 : Tasarım dış hava sıcaklık değerleri (T_d).....	29
Çizelge 3.2 : Mahallerin tasarım sıcaklık değerleri (T_i).....	29
Çizelge 3.3 : Projede kullanılan dış duvarların ısı geçirgenlik katsayıları.....	31
Çizelge 3.4 : Diğer yapı elemanlarının U değerleri.....	32
Çizelge 3.5 : Birleştirilmiş artırım katsayısı Z_D (yüzde olarak).....	33
Çizelge 3.6 : Yön artırımı Z_H (yüzde olarak).....	34
Çizelge 3.7 : Önerilen kat yükseklik artırımları Z_w (yüzde olarak).....	34
Çizelge 3.8 : Projesi yapılan bir mahalın ısı kaybı hesap çizelgesi.....	36
Çizelge 3.9 : Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü.....	41
Çizelge 3.10 : Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü.....	41
Çizelge 3.11 : Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı.....	43
Çizelge 3.12 : Yapı türüne göre insanlardan kaynaklanan duyulur ve gizli ısı miktarları.....	46
Çizelge 3.13 : Muhtelif hacimler için aydınlatma yükü.....	46
Çizelge 4.1 : VRF sistemi projelendirme kuralları.....	50
Çizelge 4.2 : Firmaya ait fan coil iç ünite seçim çizelgesi.....	52
Çizelge 4.3 : Chiller ünitesinin üretici firma kataloğundan seçimi.....	54
Çizelge 4.4 : Yoğuşmalı yer tipi kazan için seçim kataloğu.....	56
Çizelge 4.5 : Isıtma ve soğutma güçlerine göre uygun boru çapları.....	57
Çizelge 4.6 : Boru çapı hesabı çizelgesi.....	58
Çizelge 5.1 : Projede kullanılan dış ünitelerin kapasite değerleri.....	61
Çizelge 5.2 : Projede kullanılan iç ünitelerin kapasite değerleri.....	63
Çizelge 5.3 : Projede kullanılan toplam bakır boru uzunlukları.....	65
Çizelge 5.4 : Projede kullanılan toplam soğutkan gaz miktarı.....	67
Çizelge 5.5 : Fiyat teklifleri ve yaklaşık maliyet hesabı.....	68
Çizelge 5.6 : Katlara göre fan coil iç ünite tipleri ve sayıları.....	69
Çizelge 5.7 : Projedeki çelik boru metrajı.....	70
Çizelge 5.8 : Fan coil, chiller ve kazanın piyasa fiyatı.....	71
Çizelge 5.9 : Fan coil tesisatı malzeme ve işçilik fiyatları.....	72
Çizelge 5.10 : İki sistemin ilk yatırım maliyet tutarları.....	72
Çizelge 6.1 : Elektrik ve doğal gazın birim fiyatları.....	82
Çizelge 7.1 : Sistemlerin karşılaştırılması.....	87

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Yıllara göre Türkiye için VRF imalat-ithalat miktarları	10
Şekil 2.2 : Temel buhar sıkıştırırmalı soğutma çevrimi	11
Şekil 2.3 : VRF Sisteminin çalışma şeması	12
Şekil 2.4 : İnverterli ve sabit devirli kompresörün enerji tüketim grafikleri	13
Şekil 2.5: Bir VRF dış ünitesinin yapısı	14
Şekil 2.6 : VRF iç ünitesinin elemanları.....	14
Şekil 2.7 : Elektronik genişleme valfi kesit görüntüsü	15
Şekil 2.8 : VRF iç ünite çeşitleri.....	15
Şekil 2.9 : Refnet joint (bransman kiti) ve header (ayırma tüpü) elemanları	16
Şekil 2.10 : Prefabrik yalıtımlı boru grubu ve elektrik hattı.....	17
Şekil 2.11 : Isı geri kazanımlı vrf sistemi	19
Şekil 2.12 : Fan coil sistemi çalışma diyagramı	20
Şekil 2.13 : Fan coil sisteminin elemanları.....	21
Şekil 2.14 : Fan coil cihazı ve elemanları.....	22
Şekil 2.15 : Hava soğutmalı chiller çalışma diyagramı	23
Şekil 2.16 : Premiks brülörlü kazan elemanları.....	25
Şekil 2.17 : Kuru ve ıslak rotorlu sirkülasyon pompa kesitleri	25
Şekil 3.1 : Tasarımı yapılan binanın servis giriş görünüşü.....	27
Şekil 3.2 : Projelendirilen binanın önden görünüşü.	28
Şekil 3.3 : Dış duvarların yapı malzeme kalınlıkları.	29
Şekil 4.1 : VRF sisteminde izin verilen maksimum sınırlar.....	51
Şekil 4.2 : 1B09 numaralı mahale konulan fan coil cihazı.....	53
Şekil 4.3 : ESEER değeri hesap katsayıları	55
Şekil 4.4 : IPLV değeri hesap katsayıları	55
Şekil 5.1 : Projede kullanılan dış ünitelerin teras katındaki konumları.....	62
Şekil 5.2 : 1. Bodrum kata ait VRF projesi.	64
Şekil 5.3 : Sistem 4 grubuna ait kolon şeması	65
Şekil 6.1 : VRF ve fan coil sisteminin dış ünitelerinin kapladığı alanlar.....	74
Şekil 6.2 : İç ve dış ünitelerin ses basınç düzeyleri.....	77
Şekil 6.3 : Akışkana göre güç ihtiyacı bakımından karşılaştırma	79
Şekil 6.4 : İki sistemin ESEER değerlerinin karşılaştırılması.....	81
Şekil 6.5 : İki sistemin yıllık tüketim değerlerinin karşılaştırılması.....	83
Şekil 6.6 : İnsan vücudu için ideal ısınma eğrisi	84

VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNİN BİR EĞİTİM BİNASINDA KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ

ÖZET

İnsanlar zamanının büyük bir bölümünü kapalı ortamda geçirmektedir. Bu nedenle geçen yıllar boyunca konforlu ortamın sağlanması için hep arayış içinde olunmuştur. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte uygun sıcaklık değerleri ve hava kalitesi sağlanabilirken aynı zamanda otomatik kontrolü de yapılabilmektedir. Ancak artık ısıtma-soğutma sistemlerinin enerji verimliliği de önem kazanmış ve çalışmalar bu yönde de ilerlemektedir.

Bu çalışmada, ısıtma soğutma sistemi olarak geniş kullanım alanı olan fan coil sistem ile VRF sistemi 7000 m² kapalı alana sahip bir eğitim binasında ayrı ayrı projelendirilmiştir. Projesi tasarımı yapılan VRF ve fan coil sistemlerinin yatırım maliyetleri, yaz ve kış dönemleri için işletme maliyetleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca iki sistem, konfor şartları, gürültü düzeyleri, işletme kolaylığı, montaj ve devreye alma gibi konularda da incelenerek sistemlerin artı ve eksi yönleri gösterilmiştir.

Isıtma-soğutma sistemleri tasarlanırken genelde yatırımcının istekleri ve kullanıcıların ihtiyaçları temel alınsa da, tasarımdaki diğer önemli unsur sistemin verimli olmasıdır. Isıtma soğutma sistemlerinin enerji tüketimlerini hesaplamak ve bu hesabı ilk yatırım maliyeti ile birlikte değerlendirmek en doğru sistemi seçmek konusunda yol gösterecektir. Bu çalışmada da bir eğitim binasında VRF ve fan coil sistemlerinin yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak iki sistemin verimlilik analizinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Değerlendirmelerde, iklimlendirme sistem seçimlerinde binanın mimari özelliklerinin, ısı yalıtımının ve sistemlerde kullanılan cihazların enerji verimlilik değerlerinin, enerji maliyetlerinde önemli yer tuttuğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Isıtma, soğutma, enerji verimliliği, fan coil, VRF sistemi

COMPARATIVE ANALYSIS OF VRF AND FAN COIL SYSTEMS FOR AN EDUCATION BUILDING

SUMMARY

People spend a large part of their time in the indoor environment. For this reason, it has always been in search of a comfortable environment for years to come. Nowadays, with the developing technology, suitable temperature values and air quality can be provided while automatic control can also be made. However, energy efficiency of heating-cooling systems has gained importance and studies are proceeding in this direction.

In this study, VRF system and a fan coil system which has wide usage area as a heating cooling system, has been designed separately in an educational building has 7000 m² closed area. The investment costs of the VRF and fan coil systems were compared with the operating costs for summer and winter periods. In addition, two system are examined for comfort conditions, noise levels, ease of operation, installation and commissioning and shown in the issues such as the plus and minus aspects of the system.

While the design of heating-cooling systems is generally based on the needs of investors and the needs of the users, the other important element in the design is that the system is efficient. Calculating the energy consumption of heating and cooling systems and evaluating this calculation together with the initial investment cost will guide us to choose the right system. In this study, it is aimed to compare the efficiency analysis of the two systems by calculating the investment and operating costs of VRF and fan coil systems in an education building.

In the assessments, in the selection of air conditioning system, the architectural features of the building, heat insulation and energy efficiency values of the devices used in the systems have an important role in energy costs.

Key words: Heating, cooling, energy efficiency, fan coil, VRF system

1. GİRİŞ

İklimlendirme sistemleri, insanların varoluşundan beri konforlu bir ortam oluşması için teknolojik yeniliklerle birlikte gelişmektedir. En eski kömür sobalarının yerini bugün artık tüm aşamaları otomatik olarak kontrol edilebilen verimli ve konforlu sistemler almıştır. Günümüzde konfor şartları rahatlıkla sağlanabilirken, sistemlerin en ucuza mal edilmesi, işletmesinin daha kolay yapılmasının yanında verimli olması da istenmektedir. Bu nedenle yeni sistemlerde enerji maliyetlerinin azaltılmasına yönelik teknolojiler getirilmektedir. Klimalarda ve pompalarda inverter özelliği getirilmesi, su ve toprak kaynaklı ısı pompalarının kullanılmaya başlanması bunlara iyi örneklerdir.

VRF (Variable Refrigerant Flow, Değişken Debili Akışkan) merkezi bir iklimlendirme sistemidir. Hem ısıtma hem soğutma yapabilen bir ısı pompası şeklinde çalışır. İlk kullanılmaya başlanması 1982 yılına dayanmaktadır. VRF sisteminde tıpkı split klimalarda olduğu gibi soğutkan gazlar kullanılır. Soğutucu akışkan suya göre daha fazla ısı transferi yetisine sahip bir akışkandır. Bu sayede sistem verimli olarak çalışmaktadır. Fan coil sistemi ise daha eski bir merkezi iklimlendirme sistemidir. Sulu ısıtma-soğutma sistemi olarak çalışır. Bir ısıtıcı kaynakta ısıtılan su, fan coil denilen bir fan ile bakır ya da alüminyumdan borudan oluşan bir sarmal boru içerisinde geçirilerek ortam şartlandırılır. Soğutma periyodunda ise chiller adı verilen soğutucu ünite kullanılarak coil' den bu sefer soğutulan su geçirilir. İki sistem arasındaki temel fark ise, VRF sisteminde dolaşan akışkan fan coil sisteminde olduğu gibi su değil daha verimli bir soğutkan gaz oluşudur. Soğutkan gaz sayesinde fan coil sistemine göre daha küçük çapta borular kullanılmaktadır. İki sistem arasındaki diğer önemli fark ise VRF sisteminde dış ünite ısı pompası gibi çalışarak hem ısıtma, hem soğutma yapabilmekte iken, fan coil sisteminde ise ısıtmayı kazan gibi bir ısı üreticisi ile soğutmayı ise ayrı bir soğuk su üreticisi ile yapmasıdır.

Isıtma-soğutma sistemleri tasarlanırken genelde yatırımcının istekleri ve kullanıcıların ihtiyaçları temel alınsa da, tasarımdaki diğer önemli unsur sistemin verimli olmasıdır. Isıtma soğutma sistemlerinin enerji tüketimlerini hesaplamak ve bu hesabı ilk yatırım

maliyeti ile birlikte değerlendirmek en doğru sistemi seçmek konusunda yol gösterecektir. Bu çalışmada da bir eğitim binasında VRF ve fan coil sistemlerinin yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri hesaplanarak iki sistemin verimlilik analizinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

1.1 VRF Sisteminin Enerji Verimliliği zerine Yapılan alışmalar

Vrf sistemleri ve fan coil sistemleri farklı tip bina ve iklim bölgelerinde enerji tüketim maliyetleri ile ilgili olarak birçok çalışmada karşılaştırılmıştır. Enerji tüketim değerlerini yatırım maliyeti kadar net saptamak mümkün değildir. Bunun sebebi iklim bölgelerinin değişkenlik göstermesi, VRF dizaynının farklı tiplerde yapılabilmesi, borulama ağının değişkenliği ve bina işletmesinin farklı olması olarak açıklanabilir. Aşağıda belirtilen çalışmaların tümü yılın 12 ayı boyunca hesaplanan yıllık enerji tüketimlerine göre yapılan karşılaştırma sonuçlarıdır.

Amaranth (2008), Amerika Birleşik Devletleri' nde yaptığı çalışmada mevcut olan sistemi vrf sistemi ile karşılaştırmıştır. Binanın bir kısmında fan coil bazı kısımlarında ise rooftop sistemleri bulunmaktadır. Mevcut binaya yaptığı VRF sistemi ısı geri kazanımsız olmakla birlikte enerji tüketimini mevcut sisteme göre %20 oranında daha ekonomik bulmuştur.

Zhou (2006), Shanghai' de yaptığı çalışmada, 10 farklı işyerinden oluşan ve taze havalı fan coil sistemi bulunan binaya ısı geri kazanımsız VRF sistemi simülasyonu yapmış ve %10 daha az enerji tükettiğini bulmuştur.

Aynur (2010), nemli bir iklim bölgesinde taze havalı fan coil sistemi olan ve farklı mahallerden oluşan bir binada vrf sistemi simülasyonu yapmış ve çalışmasında VRF sisteminin enerji tüketimini mevcut binadaki fan coil sistemine göre %10 oranında daha ekonomik bulmuştur.

Li (2009), Shanghai' de yaptığı çalışmada, taze havalı fan coil sistemi bulunan ve mahalleri ofislerden oluşan bir binaya vrf sistemi uygulamış ve VRF sistemini binada bulunan mevcut taze havalı fan coil sistemine göre %19 oranında daha ekonomik bulmuştur.

Amaranth (2008), Amerika Birleşik Devletlerinde çeşitli mahallerden oluşan ve 200 ton su kapasiteli chiller sistemi bulunan bir binaya VRF sistemi uygulaması yapmış ve

çalışmasında VRF sisteminin mevcut sisteme göre %30 daha az enerji tükettiğini göstermiştir.

Aynur (2010), nemli bir iklim bölgesinde çeşitli mahallerden oluşan ve mevcut olarak değişken debili rooftop sistemi bulunan bir binaya VRF sistemi simülasyonu yapmış ve yılın değişen zamanlarına göre enerji maliyetlerini karşılaştırmıştır. Çalışmasında yılın değişen zamanlarına göre mevcut sisteme göre ısı geri kazanımlı VRF sisteminin %20-58 oranında daha az enerji tükettiğini göstermiştir.

Amaranth (2008), İtalya' da bulunan, ofislerden oluşan ve fan coil sistemi bulunan bir binaya, VRF sistemini ısı geri kazanımsız olarak uygulamıştır. Çalışmasında VRF sisteminin enerji tüketiminin fan coil sistemine göre %35 oranında daha ekonomik bulmuştur.

Rooth (2002), Brezilya' da farklı mahallerden oluşan bir binaya VRF sistemi uygulaması yapmış ve VRF sisteminin binadaki mevcut değişken debili rooftop sistemine %30 oranında daha az enerji tükettiğini göstermiştir.

Aynur (2010), Türkiye' de yaptığı çalışmada ofis ve çeşitli mahallerden oluşan bir binaya VRF sistemi uygulaması yapmış ve binada bulunan mevcut fan coil sistemine göre VRF klima sistemini enerji tüketim değerleri açısından fan coil sistemine göre %32 oranında daha ekonomik bulmuştur.

Kim (2017), California' da (ABD) yaptığı çalışmada VAV bulunan sisteme göre VRF sisteminin %19 ve Baltimore'de (ABD) yaptığı çalışmada ise %25 daha az enerji tükettiğini bulmuştur.

Çizelge 1.1' de yukarıda belirtilen çalışmalar ve enerji tüketimleri açısından mevcut sistemlere göre karşılaştırmaları gösterilmiştir.

Çizelge 1.1 : VRF sistemin enerji verimliliğine yönelik çalışmalar.

Uygulanan Yer	Bina tipi	Mevcut Sistem	Enerji tüketimi avantajı	Çalışmayı yapan	Isı geri kazanım
Amerika Birleşik Devletleri	Genel kullanım	Fan coil, VAV rooftop	%5-20	Amaranth, 2008	Yok
Shangai	İşyeri- ofis	Taze havalı fan coil	%10	Zhou, 2006	Yok
Türkiye	Genel kullanım	Taze havalı fan coil	%10	Aynur, 2010	Yok
Shangai	Ofis	Taze havalı fan coil	%19	Li, 2009	Yok
Amerika Birleşik Devletleri	Genel kullanım	Chiller- fan coil	%30	Amaranth, 2008	Yok
Nemli- subtropikal	Genel kullanım	VAV-rooftop	%20-58	Aynur, 2010	Var
İtalya	Ofis	Chiller- fan coil	%35	Amaranth, 2008	Yok
Amerika Birleşik Devletleri	Yaşam merkezi	VAV-rooftop	%43	Mitsubishi, 2010	Var
Brezilya	Genel kullanım	VAV-rooftop	%30	Rooth, 2002	Yok
Türkiye	Genel kullanım	Chiller- fan coil	%32	Aynur, 2010	Var
Califarnia (ABD)	Genel kullanım	VAV	%19	Kim, 2017	Yok
Baltimore (ABD)	Genel kullanım	VAV	%25	Kim, 2017	Yok

Çalışmaların tamamında, VRF sisteminin mevcut olan önceki sistemlere göre enerji tüketim değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak çalışmanın yapıldığı binanın bulunduğu iklim bölgesinin, binanın kullanım amacının ve VRF sisteminin ısı geri kazanımlı olup olmasının enerji tüketim değeri avantajında değişkenlik göstermesine neden olmuştur. Çalışmaların farklı çeşitli iklim bölgelerinde, farklı kullanım amaçlı ve farklı işletmeye sahip binalarda tekrarlanması, değerlendirmelerin daha doğru olmasını sağlayacaktır.

Yukarıdaki çalışmalardan farklı olarak, bu tez kapsamında, özellikle kullanılan cihazların enerji verimlilik değerleri baz alınarak sistemlerin enerji verimlilikleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca hem VRF sistemi hem de fan coil sisteminin ilk yatırım

maliyeti bulunarak ekonomik olarak da değerlendirilmiştir. Özellikle ilk yatırım maliyetinin ülkemizde önemli bir seçim kriteri olması nedeniyle bu maliyet analizinin yapılması uygun görülmüştür. Binalarda kullanılacak olan mahallerin mümkün olduğunca fazla olması istenilmesi nedeni ile iki sistemin de kapladığı yer metrekare olarak hesaplanmıştır. Kullanılan cihazların arıza durumunda servis kolaylığı ve işletme açısından birbirlerine karşı üstünlükleri incelenmiştir. Bakım ve parça maliyetleri de işletme esnasında oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle bakım ve parça maliyetlerinin de iki sistem için karşılaştırılması yapılmıştır. Sistemlerin gürültü düzeyleri de belirlenerek konfor açısından da karşılaştırması yapılmıştır.

1.2 Mekanik Sistem Tasarımı

Bir yapıda mekanik sistem, ısıtma soğutma sistemi, pis su ve temiz su tesisatı, havalandırma sistemi, gaz tesisatı gibi sistemlerden oluşur. Burada mekanik sistem olarak ısıtma soğutma yapan sistem kastedilmiştir. Genelde piyasada ve uygulamalarda mekanik sistem tesisatı denilince yukarıda bahsettiğimiz tesisatlar anlaşılır. Isıtma soğutma sistemlerinde; bir ısıtıcı ünite, bir soğutucu ünite, iç üniteler ve ısı transferini sağlayan akışkanı sistemde döndüren pompa sistemi veya kompresör gibi temel parçaların yanında yardımcı elemanlar bulunur. Sistemlerin hemen hepsindeki temel düzen bir ısı kaynağından alınan enerjinin şartlandırılması ve gereken mahale verilmesi esasına dayanmaktadır. Bunun en kolay, en ekonomik ve en verimli olarak yapılması aslında sistem tasarımında temel amaçtır.

1.3 Sistem Tasarımının Temel Amaçları

Bir binanın mekanik sistem tasarımı yapılırken birçok faktör göz önünde bulundurulur. Ancak genel olarak bir mekanik tesisattan beklenen özellikler maddeler halinde verilecek olunursa mekanik tesisat;

- konfor koşullarına uygun
- işlevsel
- güvenilir
- güvenli
- uzun ömürlü
- son teknolojik gelişmelere uygun
- ilk yatırım giderleri düşük

- işletme giderleri düşük
- kolay ve hızlı uygulanabilir
- işletme ve bakımı kolay
- genişlemeye uygun
- az enerji harcayan
- çevreyi koruyan
- göze hoş görünen

olmalıdır denebilir. Kuşkusuz, bunlara birkaç istek daha eklenebilir. Ancak, bu beklentilerden bazılarının birbirleri ile çelişki içinde oldukları hemen görülmektedir. Örneğin, hem ilk yatırım giderleri düşük, hem de işletme giderleri düşük bir tesisatı yaratmak pek olanaklı değildir. Bu durumda, bu isteklerin arasından akıllıca bir seçim yapıp beklentiler sınırlandırılmalıdır [1].

1.4 Sistem Tasarım Aşamaları

Bir mekanik sistem uygulamalarda farklılık gösterse de temel olarak belirli adımlarla yapılır. Bunlar öneri raporu, ön hazırlık, uygulama projeleri ve teknik şartnameler olarak özetlenebilir [1].

1.4.1 Öneri raporu

Öneri raporu genelde sistem tasarımlarında dikkate alınmayan bölüm olmasına karşın aslında en önemli aşamalardan biridir. Burada mimari proje esas alınır. Mimari projeye göre yapını bulunduğu yer, iklim koşulları, enerji sağlanacak yerlere göre konumu gibi faktörler göz önüne alınır. Uygulanması düşünülen sistemler diğer olası sistemlerle karşılaştırılarak, özellikle ilk yatırım maliyeti, işletme maliyeti ve konfor düzeyleri yönünden birbirine göre üstünlükleri belirtilir. Sistem çizimlerinde kullanılacak olan cihazların kapasiteleri yaklaşık olarak verilerek fikir verilmelidir. Öneri raporunda sistemin çizimi basitçe akış şeması şeklinde verilerek cihazların konumu, boruların geçiş yerleri belirlenir.

1.4.2 Ön hazırlık ve proje

Ön proje yapılırken sadece mimari proje esas alınmaz, elektrik projeleri ve varsa diğer mühendislik dallarına ait hesap ve raporlar da dikkate alınır. Kesinleşen öneri raporu doğrultusunda hazırlanır. Gereken tesisat bacaları, kazan dairesine gereken alt üst havalandırma menfezleri, kapılarının boyutları, su depoları ve yangın depoları için

gereken mahallerin belirlenmesi, kazanların bacaları için gereken shaft boşlukları, asma tavanda boruların geçişi ve cihazların konumlandırılması için gereken mesafe bu aşamada mimar ile birlikte ortak çalışarak belirlenir.

1.4.3 Uygulama projesi

Uygulama projeleri daha önce kesinleşen ön proje esas alınarak hazırlanır. Uygulama projeleri artık sistemin son halini yansıtan uygulanacak olan projedir. Burada tüm hesaplar ve değerler net olarak belirlenmiştir. Uygulama projelerinde mahallerin ısı yükleri, besleme ve egzoz havaları debileri, cihazların ısı ve güç kapasiteleri, yedekleme durumları gibi değerleri bulunur. Uygulama projelerinde kat planları ve kesitleri, kolon şeması verilerek sistemdeki parçaların konumlarının belirlenmesi sağlanır. Üç boyutlu karmaşık sistemlerin izometrik şemaları verilerek projenin doğru anlaşılması sağlanır.

1.4.4 Teknik şartname ve metraj listeleri

Bu aşama tasarımdaki son aşamadır. Teknik şartnameler kullanılacak bütün malzemelerin hangi teknik şartlarda olması gerektiğini gösteren çok önemli kısımdır. Uygulayıcı firmaya, projede kullanılacak olan malzemelerin teknik detayları verilerek hedef edilen kalitenin olması sağlanır. Aksi halde uygulayıcı daha ekonomik olan cihazlara yönelebilir ve bu aşamada anlaşmazlıklar ortaya çıkabilir.

Metraj listeleri ise projedeki tüm cihazların ve elemanların adetlerini ve kat planlarına göre bulunduğu mahalleri gösteren detaylardır. Metraj listeleri projeye fiyat alınmasında ve projedeki ekipmanların daha iyi sayılmasında kolaylık sağlar.

Yukarıdaki belirtilen aşamalardan geçen projeler artık uygulamaya hazırdır. Uygulama aşamasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, projenin aslına sadık kalınarak doğru bir şekilde uygulanmasıdır. İşçilik hataları, yanlış malzeme seçimi, teknik özellikleri sağlamayan malzemeler uygulama sonrası problem çıkarabilmektedir.

2. VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNİN TANITILMASI

2.1 VRF Klima Sistemi

“Değişken Debili Soğutucu Akışkan” anlamında kullanılan VRF (Variable Refrigerant Flow) kısaltması, sistemin genel adı olarak kabul edilmektedir. VRF klima sistemleri esas itibariyle, evaporatörün mahal içinde, kondenserin de mahal dışında bulunduğu direkt genleşmeli bir soğutma sistemidir [2]. Ancak diğer tip direkt genleşmeli sistemlerden ayıran özelliği bu sistemde bir dış üniteye çok sayıda iç ünite bağlanabilir.

Birçok yerde VRV ve VRF sistemleri aynı anlamda kullanılmaktadır. İki isim de aynı teknolojinin farklı isimle kısaltmasından oluşup temelde aynıdır. VRV (Variable Refrigerant Volume) ismi, aslında sistemin yaratıcısı olan Daikin firmasının patent aldığı bu sistemin adıdır. Aynı anlamda kullanılsa da diğer firmalar tarafından VRF (Değişken Debili Akışkan) ismi ile kullanılmaktadır ve bu isimle adlandırılmaktadır. Burada da sistemin adından bahsedilirken genel kullanım olan VRF kısaltması kullanılmıştır.

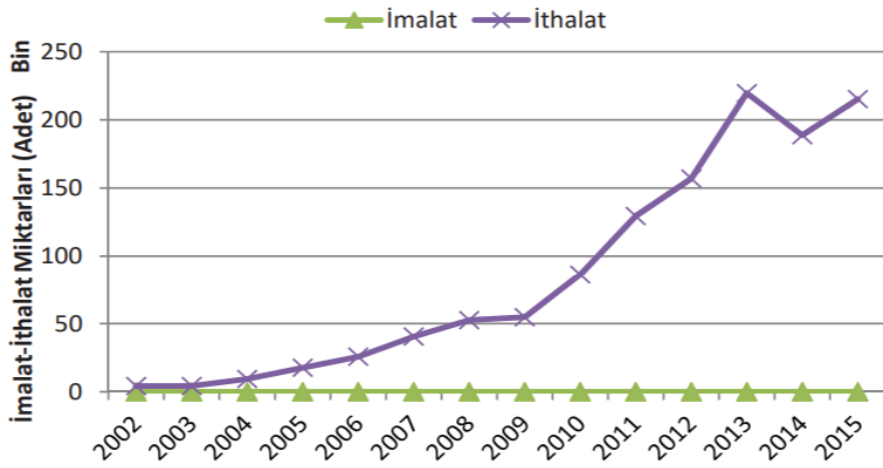
2.1.1 VRF sistemi tarihçesi

1970 li yıllarda ortaya çıkan petrol krizinden sonra Japon hükümeti enerji konusunda bazı kararlar almıştır. Bu kararlar sonucunda büyük üreticilere teşvik vererek verimli sistemlerin yaratılması amaçlanmıştır. Sistem VRV ticari adı ile Japonya'nın en büyük üreticilerinden olan Daikin firması tarafından 1982 yılında icat edilmiştir [3].

Sabit evaporasyon sıcaklığında soğutkan debisinin değiştirilmesi ile sistem ihtiyacı karşılanmaktadır. 1982 yılına kadar, bilinen klima sistemlerinde soğutkan sadece chiller cihazlarında kullanılmakta olup; soğutulan su veya hava ile binalar klimatize ediliyordu. Daikin firması bu konuda gelişmelerini tamamlamış ve soğutkanın 1982 yılına kadar olan dezavantajlarını (uzun borulama ve akışkanın kontrolü) çözmüştür [4].

VRF klima sistemleri uygulanmaya başladığından beri hızla yayılmaya başlamıştır. Asya ülkelerinde ilk kullanılmaya başlamasından beri günümüzde Japonya' da

bulunan ticari binalarının %90 kadarında VRF sistemi kullanılmaktadır. Yine ticari binalarda kullanımda, Avrupa da %81 ve Çin’ de %86 oranlarına ulaşmış durumdadır. Amerika Birleşik Devletlerinde ise bu sistem 2003 yılında uygulanmaya başlanmış ve ülke VRF pazarında dördüncü sırada yer almaktadır [5]. Ülkemizde VRF sisteminin kullanımını giderek artmakta 2015 yılında iç piyasada toplamda 225.00 adet iç ünite satışı gerçekleşmiştir. Ülkemizde üretimi yapılmamakta olup sadece ithalatı yapılmaktadır [6]. Şekil 2.1 de imalat ve ithalat miktarları 2002-2015 yılları arası için gösterilmiştir.



Şekil 2.1 : Yıllara göre Türkiye için VRF imalat-ithalat miktarları [6].

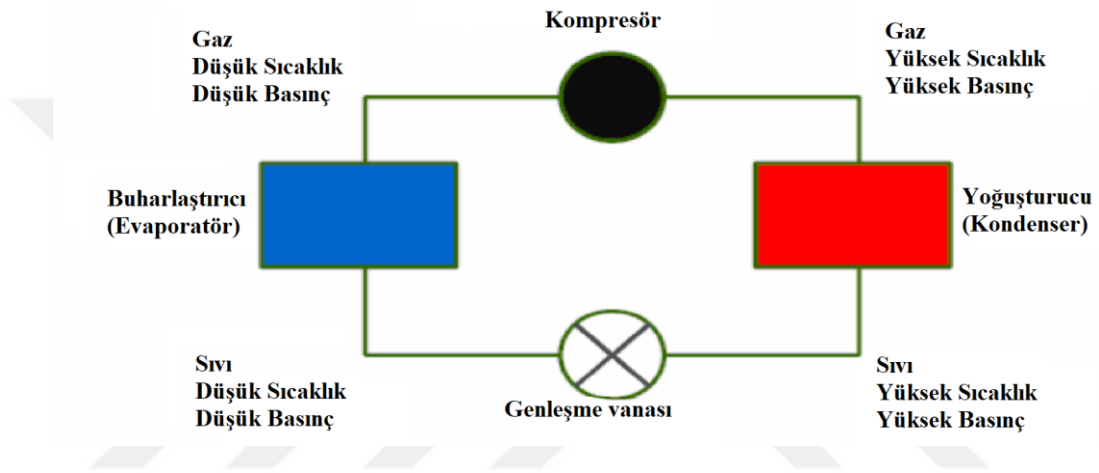
2.1.2 VRF klima sistemi çalışma prensibi

VRF, bir dış üniteye tek bir boru hattı vasıtasıyla değişik tip ve kapasitelerde çok sayıda iç ünitenin bağlanabildiği, ısıtma-soğutma veya sadece soğutma ve ilave olarak gerekirse havalandırma yapabilen bir sistemdir [7].

VRF klima sisteminde dış ünite kondenser görevi görür ve sahip olduğu kompresör sayesinde sistemden gelen talebe göre kapasiteyi ayarlar. Sistemde yer alan iç üniteler diğer sistemlerde olduğu gibi mahale gereken ısı yükünü sağlamakla görevlidir [8]. Sistemde soğutkan akışkanın transferini bakır borular sağlar. VRF sisteminde debi kontrolü sağlayan ve bir anlamda dinamik balans vanası işlevi gören expansion (genleşme) valfler bulunur. Bu valfler her klima iç ünitesinin giriş borusunda yer alır.

VRF teknolojisi basit buhar sıkıştırma çevrimidir ve split klimalarda olandan farklı değildir. Ancak VRF sistemi split klimalardan farklı olarak sürekli kontrol sağlar ve iç üniteler ihtiyacı olan akışkan miktarını ayarlar [8.] Sistemde soğutma modunda iç ünitelerden soğutkan sıvı fazında geçer. Soğutkan akışkan iç ünitenin coil adı verilen kısmından geçerken faz değişikliğine uğrar (evaporasyon) ve bu da iç ortamdan ısı

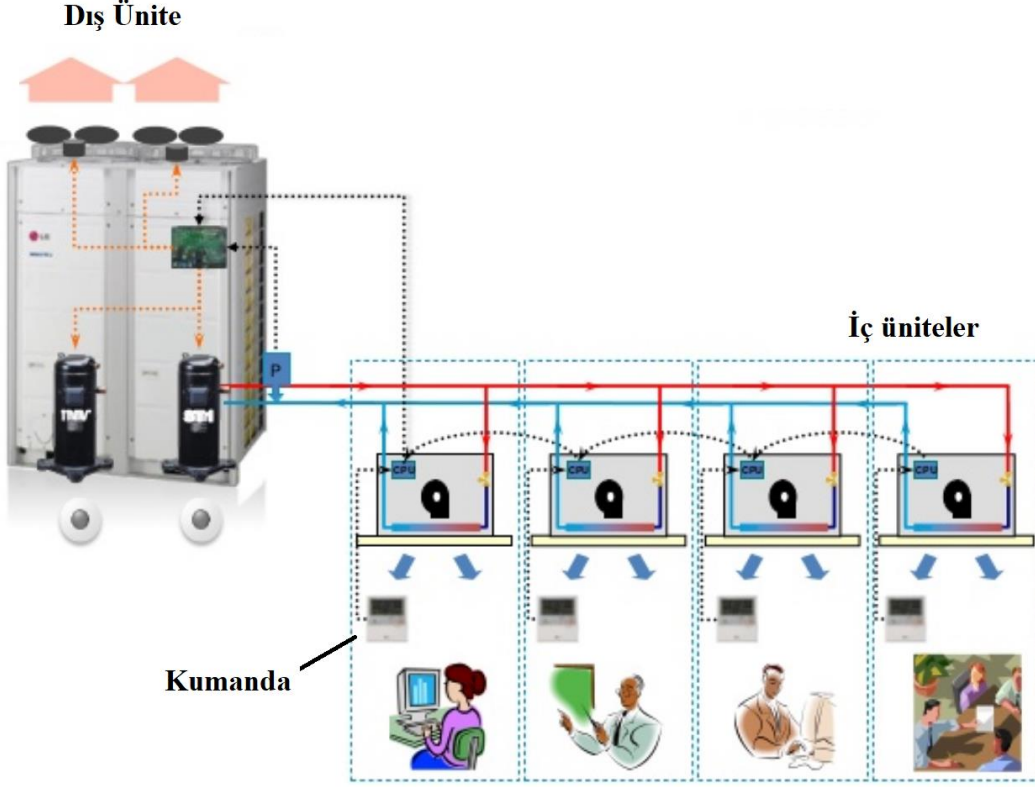
çekilmesini sağlar. Ortamdan çekilen ısı dış havaya verilmiş olur. Isıtma modunda ise iç ünitelere soğutkan sıcak gaz fazında gönderilir. Tekrar ihtiyaç duyulan gaz miktarı elektronik genişleme vanası ile kontrol edilir. Sıcak gaz fazındaki soğutkan yoğuşur (condensation) ve bu sayede ısıyı iç ortama vermiş olur. Bu sisteme ısı pompası (heat pump) adı verilir. Isı pompaları hem ısıtma hem soğutmayı aynı üniteden yapabilen cihazlardır. Sıkıştırma esnasında sisteme ısı transferi olduğundan ısıtma çevrimindeki verim soğutma çevrimindeki verimden daima büyüktür. Şekil 2.2’ de gösterilen evaporatör iç üniteyi, kondenser ise dış üniteyi temsil eder.



Şekil 2.2 : Temel buhar sıkıştırırmalı soğutma çevrimi [8].

Akışkan kontrolü; VRF sistemlerinde kullanılan iç üniteler fan coil'den farklı olarak micro işlemci PCB (Printed Circuit Board, Baskı Devre Kart) ve genişleme valfi içerir. Bu iç ünite kartı; soğutkan giriş-çıkışı ile oda sıcaklığı set değerini kontrol ederek aynı anda expansion valfe ve dış üniteye kapasite ihtiyacını bildirir. Dış ünite mikroişlemci kontrolü sistemdeki tüm iç ünite taleplerini alarak, inverter kompresör kapasitesini ayarlayarak sisteme soğutkanı gönderir. Her bir iç ünite; +/- 0,5 °C tolerans ile kontrol ettiği oda sıcaklığını 0 ile 2000 puls arası kademe yapabilen elektronik expansion valfler ile kontrol eder.

Şekil 2.3’ de bir VRF sisteminin çalışma şeması gösterilmiştir. İç üniteadaki ihtiyaca göre akışkan vanası sayesinde sıvı gaz miktarı ayarlanmaktadır.



Şekil 2.3 : VRF Sisteminin çalışma şeması [9].

2.1.3 VRF sistemi elemanları

VRF sistemi dış üniteler, iç üniteler, bakır boru, bağlantı elemanları ve kontrol sisteminden oluşur.

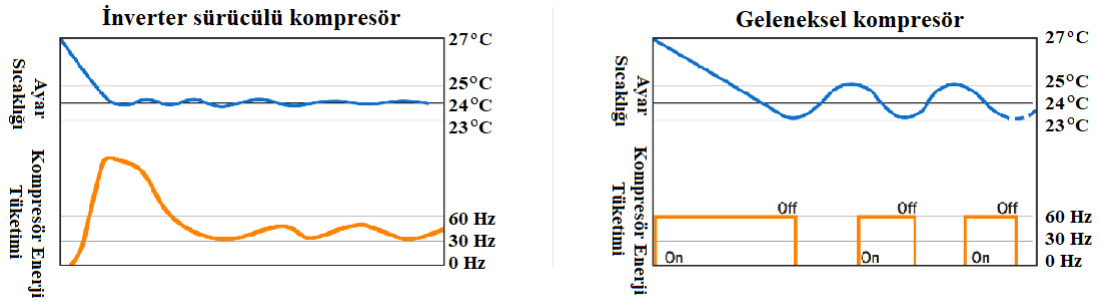
2.1.3.1 Dış üniteler

VRF dış ünite fan, serpantin, termistörler, mikroişlemci, kapasiteyi kontrol edebilen ve değişken yüklerle göre harekete geçebilen inverter kompresör ve oransal vana ile donatılmıştır [10].

İnverter teknolojisi enerji verimliliğinde VRF klima sistemini üst sıralara taşımıştır. Dış ünite de bulunan inverter özelliğinde, bir işlemci sayesinde ac akımdan dc akıma doğrultulur ve mikro işlemci sayesinde ihtiyaç duyulan akım çekilerek tekrar kompresörün ac akım ile çalışması sağlanmış olur. 50 hertz gelen şebeke akımında yaptığı işlem sayesinde 10 ile 110 arasında değişen frekans sağlar bu da ihtiyaç olan gücü vermede geniş bir aralık yaratmış olur.

Şekil 2.4' te inverter sürücülü bir kompresör ve geleneksel (sabit devirli) kompresörün karşılaştırması görülmektedir. Sabit devirli kompresör 0 ya da 60 hertzde çalışabilirken, inverter sürücülü kompresör 10 ile 110 hertz arasında değişen geniş bir

aralıkta çalışma imkanı bulmaktadır. Bu sayede hem istenen oda sıcaklık değerini daha hızlı yakalamakta hem de daha az enerji tüketmektedir [11].



Şekil 2.4 : İverterli ve sabit devirli kompresörün enerji tüketim grafikleri [11].

Yukarıdaki grafik incelendiğinde ayar sıcaklığını inverter sürücülü kompresörün daha hızlı yakaladığını ve sıcaklık ayarını daha küçük dalgalanmalarla koruduğu görülmektedir.

Son yıllarda VRF üreten markalar artık bütün kompresörleri inverter olarak üretip pazara sunmaktadır. Dış ünite içindeki ısı değiştirgeçleri, yalnız soğutma yapan tiplerde kondenser görevi görürken, heat recovery (ısı geri kazanımlı) sistemlerde ise, bu dış üniteye bağlı iç ünitelerin hangi modda (ısıtma/soğutma) çalıştırıldığına bağlıdır. Isı değiştirgeçleri; bütün iç üniteler soğutma modunda çalıştırılıyorsa kondenser, ısıtma modunda çalıştırılıyorsa evaporatör görevi yaparlar. İç ünitelerden bir kısmı soğutma, geri kalanlar ise ısıtma modunda çalışıyorsa, bu durumda kontrol sistemi uygun olan en iyi kombinasyonu seçerek ısı değiştirgeçlerinin ne işlem yapacağını tespit eder. Şekil 2.5' te bir VRF dış ünitesini oluşturan parçalar gösterilmiştir.

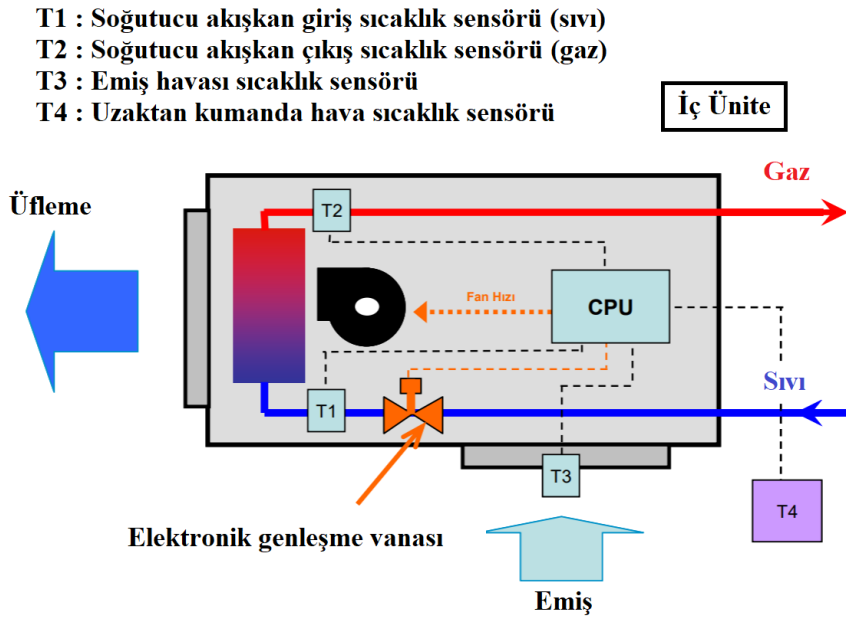


Şekil 2.5: Bir VRF dış ünitesinin yapısı [12].

2.1.3.2 İç üniteler

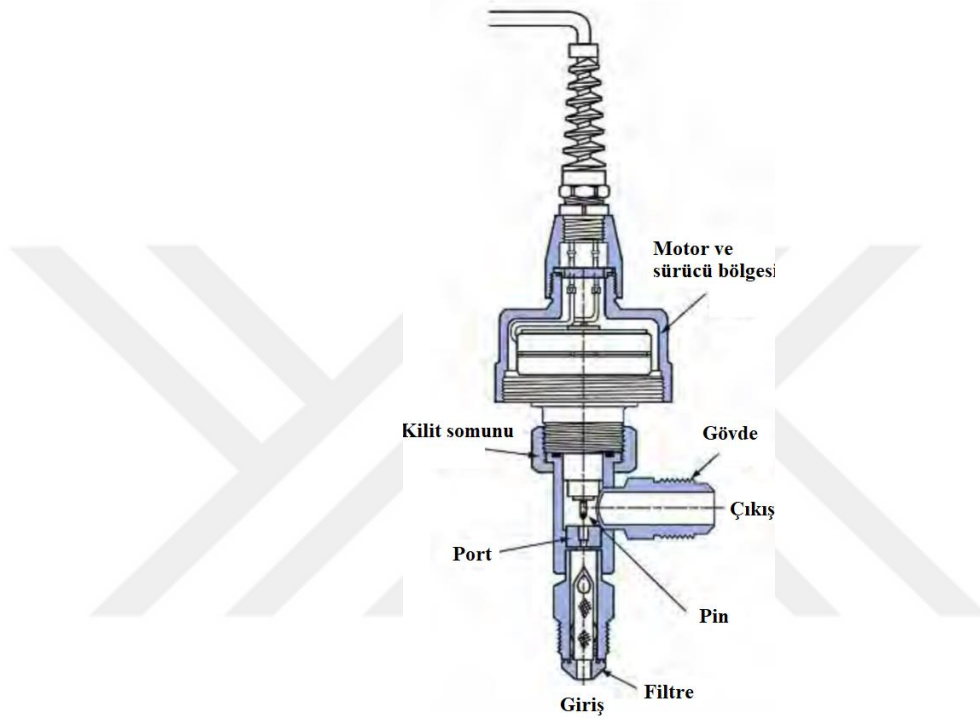
VRF iç üniteleri bir fan, bir serpantin, üç adet termistör, oransal vana ve bir mikro işlemciden oluşmaktadır. Termostatlardan biri oda içinde dolaşan havanın üniteye giriş sıcaklığını (T3), biri ısı değiştiricisinin girişinde (T1) diğeri de çıkışında (T2) olmak üzere soğutucu akışkan sıcaklığını kontrol etmeye yarar. Bu üç termostatın algıladığı sıcaklık bilgisine göre üretilen sinyal elektronik genişleme valfine kumanda ederek, gerekli miktarda akışkanın iç ünite ısı değiştiricinden geçmesini sağlar [10].

Şekil 2.6' da bir VRF iç ünitesindeki elemanların konumları gösterilmiştir. Kısmi vanası (elektronik genişleme valfi) kısılarak soğutma yapılmakta, ayar vanası görevi gördüğünde ise ısıtma yapmaktadır.



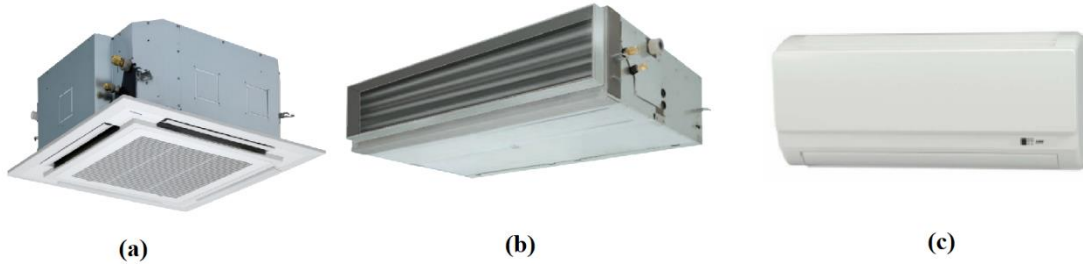
Şekil 2.6 : VRF iç ünitesinin elemanları [12].

Elektronik genişleme valfi sistemin gerek duyduğu akışkan miktarını ayarlar. Valf akışkan miktarını bağlı olduğu elektrik motorunun devir sayısının değişim ile sağlar. Elektronik genişleme valfleri senkron elektrik motoru bulundurur ve dakikada yaklaşık 500 adım ile geniş bir çalışma alanına sahiptir. Bu geniş aralık sayesinde tam açık konumdan tam kapalı konuma geçebilir ve sistem kapatıldığında tam kapalı konumda bekler [8]. Şekil 2.6' da elektronik genişleme valfinin kesiti gösterilmiştir.



Şekil 2.7 : Elektronik genişleme valfi kesit görüntüsü [13].

VRF sistemindeki iç üniteler tıpkı fan coil sistemindeki iç ünitelerde olduğu gibi çeşitli tiplerde üretilmektedir. Bunlar kanallı tip, kaset tipi, duvar tipi, yer tipi olarak sınıflandırılır. Şekil 2.8' de VRF iç ünite çeşitleri sırasıyla (a) kaset tipi, (b) kanallı tip ve (c) duvar tipi olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.8 : VRF iç ünite çeşitleri [14].

a: Kaset tipi b: Kanallı tip c: Yer tipi

2.1.3.3 Soğutkan boruları, soğutkan akışkan ve fittingsler

Bütün soğutkan devrelerinde deokside edilmiş forforlu dikişsiz bakır borular kullanılır. Gaz boruları ısı kaybına karşı izole edilmelidir. Eğer hava şartlandırıcının, 0 ile 10 °C arasında soğutma modunda çalıştırılacağı öngörülürse bu durumda sıvı hattının da izole edilmesi gerekmektedir [10].

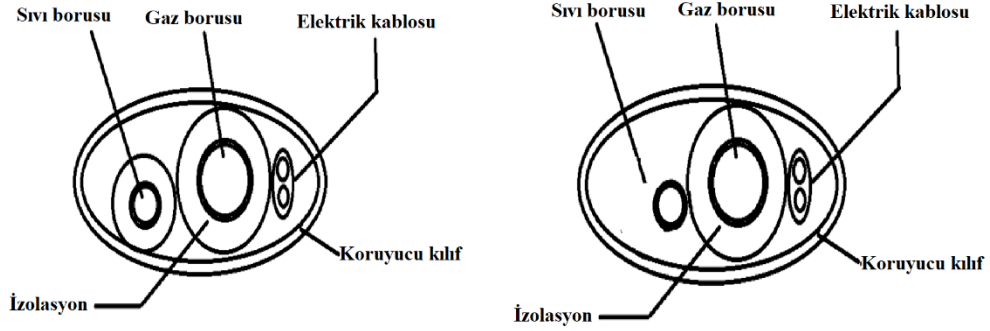
VRF üretici firmaları aynı zamanda kendi cihazlarının bağlantılarında kullanılmak üzere ürettikleri boru kablo grupları da bulunmaktadır. Bu gruplar içinde sıvı borusu, gaz borusu ve elektrik kabloları tek bir koruyucu kılıf içinde bulunurlar. Bu prefabrik grubun kullanılmasıyla montaj için gerekli süreden tasarruf edilmiş olunur. Sistemlerde izolasyon maddesi olarak en az 10 mm kalınlığında cam elyaf ya da polietilen köpük kullanılır.



Şekil 2.9 : Refnet joint (branşman kiti) ve header (ayırma tüpü) elemanları [15].

Şekil 2.9' daki (solda) Refnet joint elemanı ya da branşman kiti iki branşmandan oluşurken header yani ayırma tüpü iki branşmandan fazlasına sahiptir. Ayırma tüpü ya da her ikisi de sistemde branşman olarak kullanılabilir. Ancak balanslama durumundan dolayı ayırma tüpü, header dan sonra asla kullanılmamalıdır [8].

Şekil 2.10'da yalıtımlı sıvı borusunu ve gaz borusunu içeren, ayrıca içinde elektrik kablo grubunu da taşımaya imkan veren koruyuculu bakır boru grubu kesit görünüşü verilmiştir. Ticari durumda hem gaz hem de sıvı borusu izolasyonlu olarak piyasaya arz edilir.



Şekil 2.10 : Prefabrik yalıtımlı boru grubu ve elektrik hattı [2].

R410A soğutma sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkandır. Türkiye klima pazarında sıklıkla kullanılan R22 gazının da dahil olduğu HCFC'lerin ozon tabakasına verdikleri zarardan ötürü Montreal Protokolü ile global olarak üretim ve kullanımına yönelik birtakım sınırlamalar getirilmiştir. HCFC'lere alternatif olarak HFC'ler (hydrofluorocarbon) geliştirilmiştir [16].

2.1.3.4 Kontrol sistemi

Elektronik ve özellikle bilgisayar alanlarında meydana gelen gelişmeler, klima sistemlerindeki son derece karmaşık kontrol problemlerini çözülebilir ve uygulanabilir hale getirmiştir. VRF sistemlerinde önemli hususta kontrol ön plana çıkmaktadır.

- Dış ve iç ünitelerde fiziksel büyüklüklerin ölçülmesi ve kontrolü
- Son kullanıcının, sistemi istediği şekilde çalıştırabilmesine imkan verecek kontrol donanımı (uzaktan kumanda) ve merkezi kontrol için gerekli donanım [10].

VRF sistemlerinde ölçülen fiziksel büyüklüklerin değerlendirilmesi ve uygun kontrol işlemi “printed circuit board” (bilgisayar kartı) ile sağlanmaktadır. Bu kart üzerinde önceden yüklenmiş olan bir bilgisayar programı sürekli olarak çalışmaktadır. Bu kart üzerinde bulunan anahtarlar (switch) ile de sistemin başlangıç ayarları vs. yapılmaktadır [2].

VRF sistemi otomatik kontrol olarak oldukça gelişmiş bir sistemdir. Sistemde kullanıcının istediği sıcaklık değeri kablolu ya da kablosuz kumanda ile sağlanır. Dış ünite iç ünitelerden aldığı sinyali işleyerek çalışır ve gereken akışkan debisini ayarlar. Sistemde bulunan merkezi kumanda cihazı istenilen sayıda klimayı kumanda edebilme özelliğine sahiptir. Merkezi kumanda cihazı ile sistemdeki tüm klimalar tek merkezden açılıp kapanabilir, konfor değerleri değiştirilebilir, zaman programı verilerek istenilen

zaman aralığında çalıştırılabilir. Ayrıca VRF sistemi Bina Yönetim Sistemine entegre edilerek yangın anında otomatik olarak devre dışı bırakılabilir.

2.1.4 VRF sistemi çeşitleri

VRF klima sistemleri ısı pompalı (heat pump) VRF sistemleri ve ısı geri kazanımlı VRF sistemleri (heat recovery vrf system) olmak üzere ikiye ayrılır. Isı pompalı VRF sistemleri de hava soğutmalı ve su soğutmalı VRF sistemleri olmak üzere kendi içinde iki grupta incelenir.

2.1.4.1 Isı pompalı VRF sistemleri

Bu sistem tüm iç ünitelerin ısıtma ya da soğutma yapabilmelerine izin verir ancak aynı anda ısıtma ya da soğutma yapılamaz. İç üniteler soğutma modunda iken evaporatör olarak, ısıtma modunda çalışırken ise kondenser olarak görev yapar. Bu sistem iki borulu sistem olarak da bilinir [17].

Isı pompalı VRF sistemleri en sık uygulaması olan sistemlerdir. Genellikle uygulamanın ve işletmenin daha kolay olması nedeni ile hava soğutmalı olan tercih edilir.

- **Hava soğutmalı VRF sistemleri**

Bu sistemde dış ünitelerde ısı transferini sağlayan fanlar ile havaya üfürme hareketi yaptırılır. Dış ünitelerin havayla temas eden her yere konulması rahatlığından ötürü sıklıkla tercih edilir.

- **Su soğutmalı VRF sistemleri**

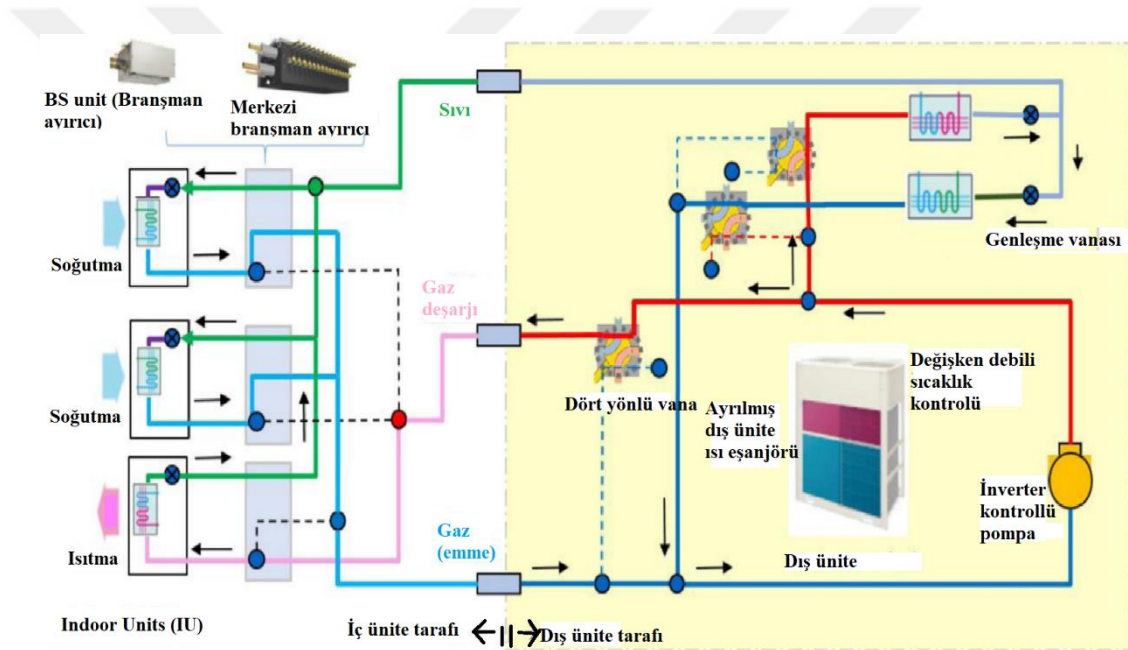
Dış ünite kondenserindeki ısı, herhangi bir kaynaktan sağlanan suya (deniz, akarsu, göl, yeraltı suyu) aktarılmaktadır. Bu transfer için fana ihtiyaç duyulmamaktadır ancak sistemde, dış ünitelere getirilecek su için ikinci bir çevrim ihtiyacı gerekmektedir. Dış ünitelerin atmosfere temas etme zorunluluğu olmadığından şaftlara ya da makine dairelerine yerleştirilmeleri mümkündür. Verimlilik değerleri oldukça yüksek, dış ünite boyutları küçük, ses seviyeleri oldukça düşüktür. Kondenser yüzeylerinden, hep aynı sıcaklıkta su geçirildiğinden, dış ortamdaki kaynaklı kapasite kaybı yaşanmamaktadır [18].

2.1.4.2 Isı geri kazanımlı VRF sistemi

Bu sistemde iç üniteler eş zamanlı olarak hem ısıtma hem de soğutma yapabilmektedir. İki boru ile yaparlar olmakla birlikte genellikle üç borulu olarak uygulanır. Isı geri kazanımı sağladığından daha verimli sistemlerdir.

Bu sistemler kontrol sistemleri göz önüne alındığında, ısı pompalı VRF sistemlerine göre daha kompleks yapıdadır. Sistemdeki üçüncü boru emiş borusu olarak görev yapar. Aynı anda ısıtma ve soğutma yapabilmesi için fazladan ısı değiştiricisi ve branch selector denen bransman ayırıcıya gerek vardır [11].

Isı geri kazanımlı VRF sistemlerinde en büyük verim, gereken ısıtma ve soğutma yüklerinin aynı olduğu anda gerçekleşir. Mahallerden alınan enerji diğer mahallere verilen enerjiye eşit olur ve maksimum verim gerçekleşir [19].



Şekil 2.11 : Isı geri kazanımlı VRF sistemi [11].

Şekil 2.11' de verilen ısı geri kazanımlı VRF sisteminde görüldüğü gibi üç soğutucu gaz borusu bulunmaktadır. Bunlar emiş borusu, sıvı ve gaz borularıdır. Isıtma ve soğutmayı aynı anda yapabilmek için kompleks soğutma çevrimi gerekmektedir. Isı geri kazanımlı VRF sistemlerinde fazladan bir tane daha ısı değiştiricisi ve branch selector ünitesine ihtiyaç duyulur [19]. İç ünitelerdeki değişen ısı yüklerini karşılamak için dış üniteye iki ısı değiştiricisi evaporator ve kondenser kombinasyonu çalışır. İç üniteye ihtiyaç ısıtma modundan soğutmaya geçişinde ya da ters durumda dört yönlü vanayı ve branch selector ünitesini kullanır. Bu sayede farklı modda çalışan borular birbirinden ayrılmış olur [11].

2.2. Fan Coil Sistemi

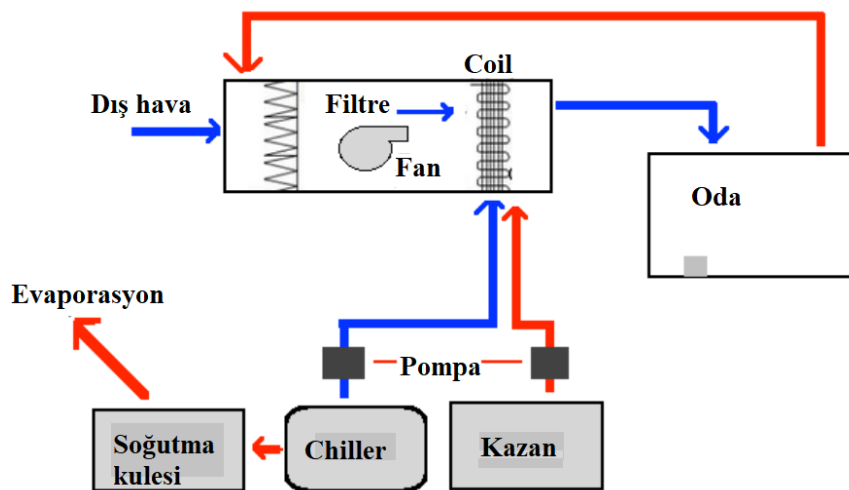
Fan coil sistemi adını sistemin iç elemanından almıştır. Sistemin iç ünitesi bakır ya da alüminyum kanatlı bir coil den ve de bir fandan oluşur. Coilin önünde duran fan havayı emerek havanın coil ile ısı transferi yapmasına neden olur ve şartlandırılan suyun ortama ısısının geçmesini sağlar.

Genel olarak fan-coil sistemi ise; içerisinden ısıtıcı ve soğutucu akışkanın geçtiği serpantin ile mahal arasındaki ısı transferi sonucu mahalın ısıtma ve soğutma yüklerinin alınarak istenilen mahal sıcaklığının sağlanması olarak açıklanabilir [20].

Fan coil üniteleri kasetli veya kasetlessiz tip olarak imal edilmekte olup, pencere önüne asma tavan içine veya pencere önünde bir kasa içine yerleştirilebilmektedir. Çok katlı ofis binaları, oteller, moteller ve hastanelerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.2.1 Fan coil sistemi çalışma prensibi

Bir merkezde hazırlanan sıcak su ve soğutulmuş su, bina içine dağıtılmış fan-coil cihazlarına dağıtılır. Sıcak su bir sıcak su kazanında, soğuk su ise su soğutma grubunda (chiller) üretilir. Fan yardımı ile odadan alınıp, serpantinler üzerinden geçirilerek ısıtılan veya soğutulan hava tekrar odaya üflenir. Serpantin içinden soğuk su geçiyorsa soğutma, sıcak su geçiyorsa ısıtma yapılır. Dönüş borularıyla merkeze dönen su burada tekrar ısıtılıp/soğutulularak sirküle ettirilir. Bu amaçla dolaşım pompaları kullanılır [21]. Şekil 2.12’de fan coil sisteminin basit bir şeması gösterilmiştir.



Şekil 2.12 : Fan coil sistemi çalışma diyagramı [22].

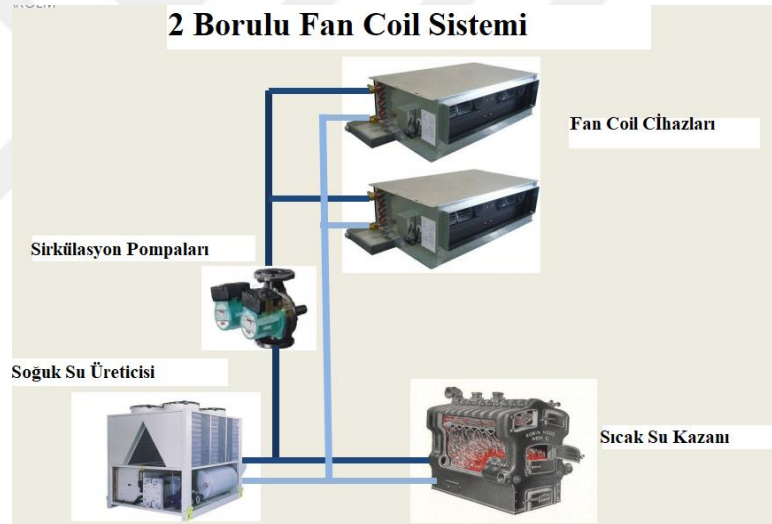
Fan coil üniteleri cam önlerine, asma tavan içlerine ya da tavan altına ve döşeme içlerine konabilir. Buna göre farklı fan coil tipleri geliştirilmiştir. Klasik fan coil sistemlerinde havalandırma yoktur. Sadece ısıtma ve soğutma yapabilirler. Bu eksikliği gidermek amacıyla fan coil sistemlerinde iki uygulama geçerlidir:

a) Dış hava, dış duvara yerleştirilen karışımli fan coil cihazları ile doğrudan her ünite tarafından dışarıdan alınır.

b) Sisteme ayrıca taze hava (primer hava) besleyen merkezi kanallı bir havalandırma sistemi ilave edilir. Bu sisteme primer havalı fan coil sistemi adı verilir [23].

2.2.2 Fan coil sistemi elemanları

Şekil 2.13’de verilen fan coil sistemine ait temel elemanlar aşağıdaki sırada incelenmiştir.



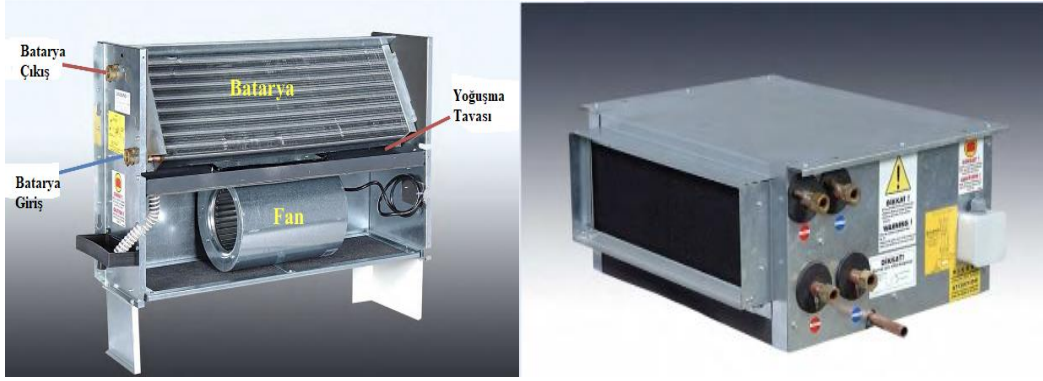
Şekil 2.13 : Fan coil sisteminin elemanları [24].

- Fan coil cihazları
- Soğuk su üreticisi (Chiller)
- Sıcak su kazanı
- Sirkülasyon pompaları

2.2.2.1 Fan coil cihazı

Temel prensip olarak içerisine sıcak su aldığı zaman sıcak, soğuk su aldığı zaman soğuk üfleyen cihazdır. Üflemeyi ise içinde bulunan fan yardımı ile yapar. İçeri giren akışkan kılcal borulardan geçerken hemen arkasındaki fan üfleme yapar. Böylece

odanın havası istenilen rejime getirilmiş olur [24]. Fancoil'ler tek serpantinli ya da iki serpantinli olmak üzere iki tipte işlenirler. Şekil 2.14 de bir fan coil in yapısı görülmektedir.



Şekil 2.14 : Fan coil cihazı ve elemanları.

▪ İki borulu fan coil

Eğer kullanılan fan-coil içinde tek serpantin varsa, kurulan sisteme iki borulu fan coil sistemi adı verilir. Sistemde dağıtım ve toplama yapan iki boru dolaşır. Her fan-coil cihazına bir dağıtma borusu, bir toplama borusu bağlanır. Bu durumda bütün sistemde ya soğuk su ya da sıcak su dolaştırılabilir. Dolayısıyla bütün sistemde aynı anda ya ısıtma ya da soğutma yapılabilecektir [25].

▪ Dört borulu fan coil

Eğer fan coil içinde ısıtma ve soğutma olarak iki ayrı serpantin varsa, kurulan sisteme dört borulu fan coil sistemi adı verilir. Sistemde iki dağıtım ve iki toplama yapan dört boru dolaşır. Her fan-coil cihazına iki dağıtma borusu, iki toplama borusu bağlanır [25]. Boru çiftlerinden birinde soğuk su, diğerinde sıcak su bağımsız olarak dolaşır. Dolayısıyla her fan-coil cihazında birbirinden bağımsız olarak aynı anda ısıtma ve soğutma yapılabilir. Bu açıdan dört borulu fan coil sistemleri çok zonlu sistemlerde kullanılırlar ve özellikle ara mevsimlerde mükemmel ısı konfor sağlarlar.

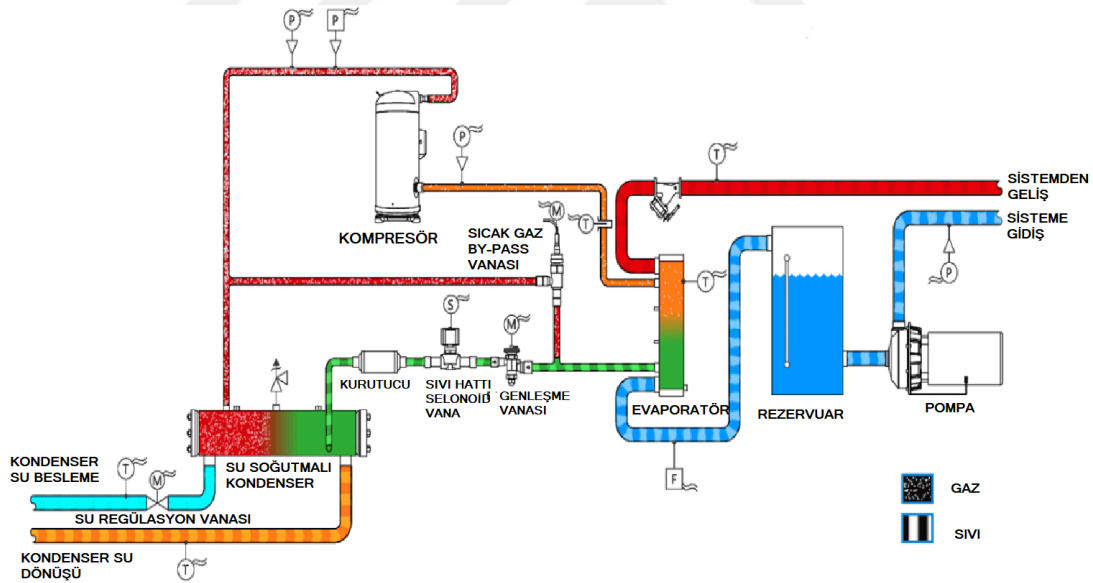
2.2.2.2 Chiller soğutma grubu

Chiller kelimesi İngilizce de 'soğutucu' anlamına gelmektedir. Chiller, gazlı tip su soğutma sistemlerinin genel bir adıdır. En genel hali ile "hava soğutmalı chiller" ve "su soğutmalı chiller" olmak üzere iki tipte üretimi gerçekleştirilmektedir.

Sıvıdan buharlaşmaya geçiş (evaporation), buharlaşmadan sıvıya geçiş (condensation) soğutma sisteminin temelini teşkil eder. Kapalı bir sistem içinde yer alan soğutma çevriminin dört ana elemanı vardır. Bunlar:

- Kompresör
- Kondanser
- Genleşme valfi
- Evaporatör

Bu elemanlar uygun borularla birbirine bağlanırlar. Evaporatör serpantinlerindeki kaynar soğutucu akışkandan çıkan düşük basınçlı buhar, basınç uygulanmak sureti ile kondensere gönderilir. Gazdaki ısı kondenserde alınır ve gaz sıvı hale getirilir. Sıvı evaporatör serpantinlerine ve genleşme valfine getirilmeden önce tanka alınır. Sıvı evaporatör serpantinlerinden geçerken, tekrar gaz haline dönüşür, böylece bu birimden ısı alınırken soğuk ortam elde edilmiş olur. Şekil 2.15’ de chiller ünitesinin çalışma şeması gösterilmiştir.



Şekil 2.15 : Hava soğutmalı chiller çalışma diyagramı [26].

Chiller ünitesinde soğutkan akışkan yer alır. Birçok akışkan çeşidi vardır ancak hepsi temelde sıkıştırma prensibi ve akışkanın sıvıdan gaza ya da gazdan sıvıya geçişi özelliğine dayanır. Soğutkan akışkanın ısıtma soğutma prosesi ve sıvı gaz faz değişimleri soğutma çevriminden başka bir şey değildir [26].

Soğutma çevrimi düşük sıcaklıktaki sıvı gaz karışımının evaporatöre girmesi ile başlar. Evaporatörde proses suyundan gelen ısı soğutucuyu kaynatır bu sayede soğutkan

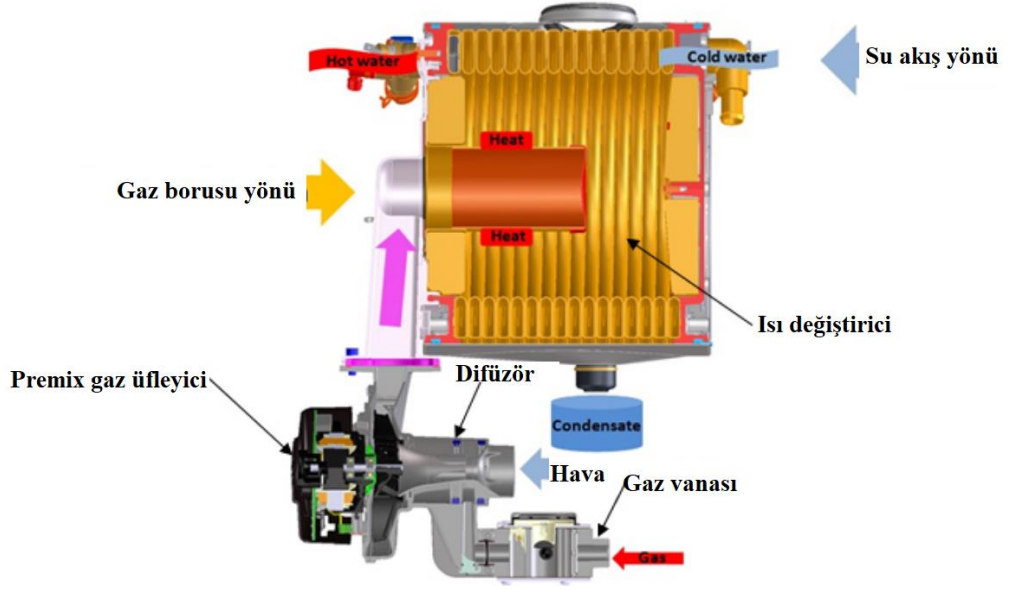
akışkan düşük basınçlı sıvıdan düşük basınçlı gaza dönüşür. Düşük basınçtaki gaz kompresöre girer ve sıkıştırılarak yüksek basınçtaki gaz halini alır. Yüksek basınçtaki gaz kondensere girer ve kondenser suyuna ısı vererek yüksek basınçtaki sıvı fazına geçer. Yüksek basınçtaki sıvı soğutkan sıvının miktarını ayarlayan genişleme vanasından geçer ve evaporatöre geçiş yapar. Bu sayede çevrim tekrarlanarak devam eder.

2.2.2.3 Sıcak su üretici (kazanlar)

Yakıtın kimyasal enerjisini yanma yoluyla ısı enerjisine dönüştüren ve bu ısı enerjisini taşıyıcı akışkana aktaran makinalara genel olarak kazan denir. İyi bir yanma ile zehirli gaz olan karbon-monoksit çıkışı önlenmiş olur. Atmosfere is ve kurum atılmaz. Kazanlar genel olarak tesisatlarda sıcak sulu modelleri ile kullanılır [27].

Yapılan projede veriminin iyi olması ve son teknolojik yenilikleri yanında getirmesi nedeni ile kendinde brülörü olan premiks brülörlü yoğuşmalı kazanlar kullanılmıştır. Ön karışimli premiks brülör ile tam yanmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli stokiometrik oran (hava/yakıt oranı) elde edilebilmektedir. Yanma reaksiyonu için ısı ihtiyaca bağlı olarak gereken gaz miktarına göre ihtiyaç duyulan hava miktarı modülasyonlu fan yapısı ile emilerek premiks brülör yapısı sayesinde ön karışım sağlanır ve yanma yüksek verimde gerçekleştirilir. Bu sayede premiks brülörlü bu kazanlarda çok yüksek verim değerlerine ulaşılabilmektedir. Ayrıca iletkenliğinin çelikten üç kat daha iyi olması nedeni ile alüminyum eşanjörlü döküm kazanlar da kullanılmaktadır.

Şekil 2.16 da premiks brülörlü kazanın şeması gösterilmiştir. Premiks gaz üfleyici hava gaz karışımını yanmanın olduğu yere iletir. Isı değiştirici paslanmaz çelikten ya da alüminyumdan üretilir ve ısının tesisatta dolaşan suya iletimini sağlar [28].

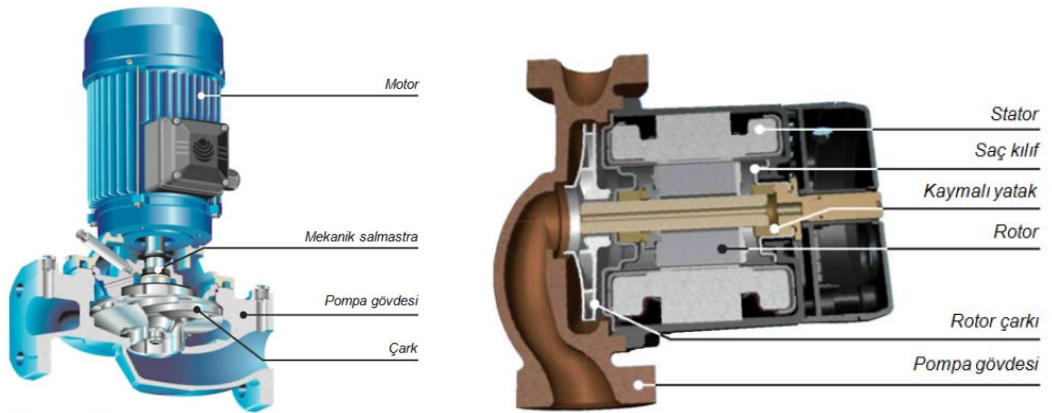


Şekil 2.16 : Premiks brülörlü kazan elemanları [28].

2.2.2.4 Sirkülasyon pompaları

Fan coil tesisatında kullanılan sirkülasyon pompaları proseste dolaşan suyun hareketini sağlayan cihazlardır. Isıtma sistemlerinde kazanda ısınan suyun tesisattaki dirençleri yenerek ısı yayıcılarına iletilmesi pompa yardımıyla gerçekleşir [29].

Sirkülasyon pompaları ıslak rotorlu ve kuru rotorlu olmak üzere iki ayrı konstrüktif yapıda üretilmektedirler. Islak rotorlu pompada suyun rotor içerisinden geçmesine izin verilir bu sayede sargı ve yatak grubundaki ısınma problemi bertaraf edilmiş olur. Kuru rotorlu pompada ise salmastra ile sızdırmazlığı sağlanmış bir fan bulunur ve ısınma bu şekilde önlenir [30]. Şekil 2.16 da ıslak ve kuru rotorlu sirkülasyon pompalarının kesitleri gösterilmiştir.



Şekil 2.17 : Kuru (solda) ve ıslak rotorlu (sağda) sirkülasyon pompa kesitleri [30].

Pompa seçiminde rol oynayan iki ana kriterden sirkülasyon debisinin tespiti sistemin ısı hesabına bağlıdır. Diğer ana kriter olan basma yüksekliği ise kapalı devre sistemlerde tesisatın toplam direnç kayıplarından, açık devre sistemlerde ise direnç kayıplarına ek olarak ayrıca akışkanın transfer edildiği statik yüksekliğe (kod farkına) bağlıdır. Yükselen konfor ihtiyacına cevap verebilmek ve enerji tasarrufu gerçekleştirmek için modern sirkülasyon pompaları artık debileri kullanım şartlarına göre ayarlanabilen pompalar olarak üretilmektedirler. Pompa debisinin ayarlanabilmesi, pompayı tahrik eden elektrik motorunun devir hızının değiştirilebilmesiyle mümkün olabilmektedir. Bu tür pompalar frekans konvertörlü pompalar olarak bilinirler.



3. PROJENİN UYGULANACAĞI BİNANIN ISIL YÜKLERİNİN HESABI

3.1 Binanın Mimari Özellikleri

VRF klima ve fan coil sistemin uygulanacağı bina 7.000 m² kapalı alana sahiptir. Yalova Üniversitesi Hukuk Fakültesi Binası olarak hizmet vermektedir. Bina 2. Bodrum kat, 1. Bodrum kat, Zemin kat, 1. Kat ve 2. Kat olmak üzere toplamda 5 kattır. Binanın 2. Bodrum katı, 1. Bodrum katı ve Zemin katı aynı ölçülerde olup 1. Kat ve 2. Katta bir kısım teras mahali olarak ayrılmıştır. Şekil 3.1’de projesi yapılan binanın arka giriş görünüşü verilmiştir. Binaya ait tüm kat planları Ek A1’ de, kesit görünüşleri ise Ek A2’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Tasarımı yapılan binanın servis giriş görünüşü.

Binada iç duvarlar ve dış duvarlarda 19 cm kalınlığında gaz beton kullanılmıştır. Gaz betonun ısı yalıtımının mevcut diğer inşaat malzemelerine göre daha iyi olması nedeni ile bu seçim yapılmıştır. Isı yalıtımı için ise 5 cm kalınlığında taş yünü kullanılmıştır. Bina duvarlarında 2 cm kaba sıva, 1 cm kalınlığında ise saten kullanılmıştır. Dış duvarlarda ise 3 cm kaba sıva, binanın dış cephesinde ise pre-cast denilen dış cephe kaplaması bulunmaktadır. Binada asma tavan olarak 60x60 cm taş yünü esaslı karolaj

adı verilen sistem yer almaktadır. Bu sistem sayesinde kullanılan iç ünitelere erişim daha rahat olmakta ve montaj işlemi yine daha rahat yapılmaktadır.



Şekil 3.2 : Projelendirilen binanın önden görünüşü.

Binadaki mahaller; amfiler, derslikler, ofis odaları, kütüphane, toplantı salonları, tuvaletler ve holler olarak ayrılmıştır. Bodrum katta sığınak bulunmaktadır. Binada taze hava için mekanik olarak bir sistem kullanılmamıştır, havalandırma doğal olarak sağlanmaktadır.

3.2 Isı Kaybı Hesabı

Binanın ısı kayıp hesapları TS 2164 “ Binalarda Isıtma Sistemi Projelendirmesine Esas Isı Gereksinimi Hesabı” kapsamında yapılmıştır. Binanın mimari projesinde tüm mahallerin alanları, ne amaçla kullanılacağı, kat yükseklikleri, dış duvar malzemeleri ve kalınlıkları, iç duvar malzemeleri ve kalınlıkları, teras döşeme, yer döşeme malzemeleri, dış duvar yalıtım malzemesi gibi veriler bulunmaktadır.

3.2.1 Isı kaybı hesaplarında yapılan kabuller

Isı kaybı hesaplarında yapılan kabuller TS 2164 standartlarına göre alınmıştır. Bu standartlarda Yalova ili 2. Bölgede bulunduğundan dış hava sıcaklıkları ve diğer şartlar Çizelge 3.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 : Tasarım dış hava sıcaklık değerleri (T_d).

İl	Yaz Kuru Termometre Sıcaklığı (°C)	Yaz Yaş Termometre Sıcaklığı (°C)	Kış Sıcaklığı	Rüzgar Durumu
Yalova	33 °C	24 °C	-3 °C	R

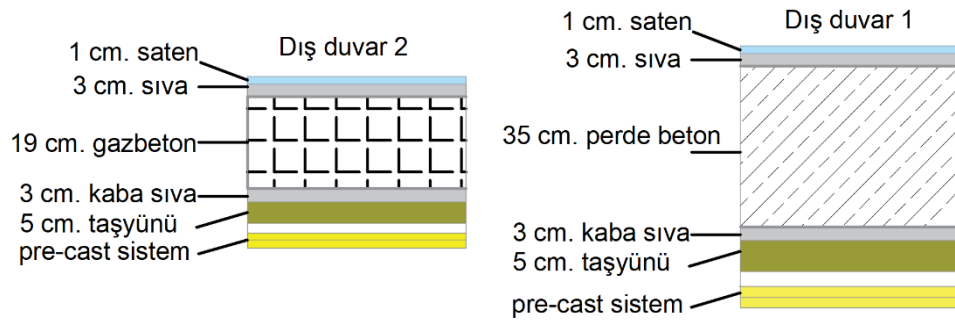
Binada yapılan ısı kaybı ve ısı kazancı hesaplarında mahaller Çizelge 3.2’ de verilen oda sıcaklıklarına göre yapılmıştır.

Çizelge 3.2 : Mahallerin tasarım sıcaklık değerleri (T_i).

Mahal adı	Tasarım Sıcaklık Değeri (T_i)
Derslik, kütüphane, ofisler	20 °C
Banyo ve duşlar	24 °C
Tuvaletler	15 °C
Merdiven boşlukları ve holler	18 °C
Yangın merdivenleri	9 °C

3.2.2 Yapı bileşenlerinin toplam ısı geçiş katsayılarının bulunması

Yapılarda kullanılan kum, çimento, taş, tuğla kireç, demir ahşap, cam gibi malzemelere yapı malzemesi adı verilir. Bunların bazılarının birbirlerine belirli oranlarda karıştırılması ile beton, harç ve sıva gibi farklı özellikte yeni malzemeler elde edilir. Şekil 3.3’ de dış duvarlara ait malzeme cinslerini ve kalınlıkları gösterilmiştir.



Şekil 3.3 : Dış duvarların yapı malzeme kalınlıkları.

Isı kayıplarının hesaplandığı binada öncelikle her yapı elemanı için ısı geçirgenlik katsayılarının bilinmesi gerekir. Bu değerler belirlendikten sonra, ısı transferinin iletim, taşınım ve hava sızıntısı ile olan miktarları hesaplanır. Elde edilen değerler watt ya kcal/saat olarak mahale verilmesi gereken saatlik ısı miktarını gösterir.

Denklem 3.1 yapı elemanının yüzeylere bakan kısımlarında taşınım ile, yüzey görmeyen kısımlarında ise iletim ile ısı transferinin olduğunu ifade eder. Toplam ısı geçirgenlik katsayısı “U” Denklem 3.1 ile bulunur.

$$1/U = 1/ \alpha_{iç} + 1/ \Lambda + 1/ \alpha_{dış} \quad (3.1)$$

$$1/ \Lambda = d_1/ \Lambda_1 + d_2/ \Lambda_2 + \dots + d_n/ \Lambda_n \quad (3.2)$$

U : Yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K),

1/U : Yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik direnci (m²K/W),

Λ : Toplam ısı iletkenlik katsayısı (W/m²K),

1/ Λ : Toplam ısı iletkenlik direnci (m²K/W),

d : Yapı bileşeninin kalınlığı (m),

λ_h : Yapı bileşenin ısı iletkenlik hesap değeri (W/mK),

$\alpha_{iç}$: İç yüzeyin yüzeysel ısı taşınım katsayısı (W/m²K),

1/ $\alpha_{iç}$: İç yüzeyin yüzeysel ısı taşınım direnci (m²K/W),

$\alpha_{dış}$: Dış yüzeyin yüzeysel ısı taşınım katsayısı (W/m²K),

1/ $\alpha_{dış}$: Dış yüzeyin yüzeysel ısı taşınım direnci (m²K/W).

Hesabı yapılan binada iki tip dış duvar (Dd1 ve Dd2), bir tip iç duvar (İd1), bir tip taban döşemesi (Tdö1) ve bir de tavan (KTa1) bulunmaktadır.

Dd1 sembolü ile gösterilen dış duvar perde diye tabir edilen yapı elemanıdır. İçinde kolon gibi donatı bulunduğundan ısı iletkenlik hesap değeri 2,5 W/m².K olarak alınmıştır. Dış duvar için ısı geçirgenlik katsayısı hesaplanacak olursa;

Toplam ısı iletkenlik direnci 1/ Λ (m²K/W),

$$1/ \Lambda_{dış\ duvar} = (0,35 / 2,5) + (0,30 / 1,6) + (0,30 / 0,7) + (0,05 / 0,040)$$

$$1/ \Lambda_{dış\ duvar} = 1,452 \quad m^2K/W \quad \text{olarak bulunur.}$$

Denklem 3.1 ile de toplam ısı geçiş katsayısı aşağıdaki şekilde bulunur.

$$1/U = 0,13 + 1,452 + 0,040 = 1,622 \quad m^2K/W$$

$$U = 1 / 1,622 = 0,617 \quad W/m^2K \text{ olarak bulunur.}$$

Yapıda bulunan dış duvarlara ait (Dış duvar 1 ve Dış duvar 2) ısı geçirgenlik katsayıları Çizelge 3.3’ te verilmiştir. Diğer yapı elemanlarına ait bulunan ısı geçirgenlik değerleri ise EK B.1’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 : Projede kullanılan dış duvarların ısı geçirgenlik katsayıları.

	İşaret	Binadaki Yapı Elemanları	Yapı elemanı kalınlığı (m)	Isı iletkenlik hesap değeri (W/m.K)	Isı iletkenlik direnci R (m ² .K/W)	Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m ² .K)
Dış Duvar 1	Dd1	Ri, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (1/ $\alpha_{iç}$)	-	-	0,130	-
		Donatılı beton	0,350	2,500	0,140	
		Çimento harcı	0,030	1,600	0,019	
		Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,030	0,700	0,043	
		Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yükü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) 'e uygun ısı iletkenlik grupları 0,40	0,050	0,040	1,250	
		Re, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (1/ $\alpha_{dış}$)			0,040	
TOPLAM			0,460		1,622	0,617
Dış Duvar 2	Dd2	Ri, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (1/ $\alpha_{iç}$)			0,130	
		Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	0,190	0,200	0,950	
		Çimento harcı	0,030	1,600	0,019	
		Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,030	0,700	0,043	
		Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yükü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) 'e uygun ısı iletkenlik grupları 0,40	0,050	0,040	1,250	
		Re, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (1/ $\alpha_{dış}$)			0,040	
TOPLAM			0,300		2,432	0,411

Binada kullanılan pencere tipi tek tiptir. Bu pencere çift camlı ve 4+12+4 kalınlığındadır. Alüminyum çerçeveye sahiptir ve yalıtım köprüsü yoktur. TS 2164 de belirtilen bazı pencere sistemlerinin ısı geçirgenlik katsayısı (Up) değerleri

tablosundan uygun olan değer $U_p = 3,0 \text{ W/m}^2.\text{K}$ olarak alınır. İç kapılar ahşap ve dış kapılar alüminyum çerçeveli çift camlı olarak yapılmıştır. Diğer yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayı değerleri izelge 3.4' te verilmiştir.

Çizelge 3.4 : Diğer yapı elemanlarının U değerleri.

Yapı elemanı	Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m ² .K)
Çift camlı pencere (4+12+4)	3,0
İç kapı (Ahşap)	2,0
Dış kapı (Alüminyum çerçeveli çift camlı)	4,0

3.2.3 Artırımırsız ısı kaybı hesabı

Yapı bileşenlerinin toplam ısı geçiş katsayıları bulunduktan sonra önce artırımırsız ısı değeri gereksinimi hesabı yapılır. Binadaki ortam için temel ısı iletim yasası ile belirlenen ısı gereksinimi, pratikte olması gereken gerçek değerden daha az bir değer verir. Zira binadaki ortamın bulunduğu yer ve bakmakta olduğu yön, evre yapıların durumu, ısıtma sisteminin çalışma durumu vb. etkenler nedeniyle, teorik olarak belirlenen ısı gereksiniminin daha da artırılması gerekir. Isı gereksinimi hesaplanacak olan ortamı çevreleyen ve ısıyı geçiren bileşenlere ait fiziksel büyüklüklere bağlı olarak, ortam için gereken artırımırsız ısı değeri;

$$Q_o = \sum U_j \cdot A_j \cdot (T_i - T_d) \quad (\text{W}) \quad (3.3)$$

ifadesi ile belirlenir. Burada j indisi; ortamı çevreleyen dış duvar, pencere, kapı, tavan, döşeme vb. bileşenleri göstermekte olup; bileşenlerin her birinden olan ısı kayıplarının toplamı, ısıtma yapılacak olan ortam için artırımırsız ısı gereksinimini verir.

3.2.4 Artırımırsız ısı kaybı hesabı

Yapıların ısıtma sistemlerinin projelendirilmesi aşamasında, yapıda ısıtma yapılacak ortamın bulunduğu yer ve ısıtma sisteminin çalışma koşulları gibi etkenler nedeniyle, hesaplanan Q_o artırımırsız ısı gereksinimi değeri, belirli artırım katsayıları ile işlem görerek bir miktar artırılır ve göz önünde bulundurulması gereken değer olan artırımırsız iletimsel ısı gereksinimi (Q_i) belirlenir [31]. TS 2164 ile verilen bu artırım katsayıları; birleştirilmiş artırım katsayısı (Z_D), yön artırım katsayısı (Z_H) ve yüksek katlar-yüksek kat artırım katsayısı (Z_w) olarak ilgili çizelgelerden seçilirler. Artırımırsız ısı gereksinimi;

$$Q_i = Q_o \cdot (1 + Z_D + Z_H + Z_w) \quad (\text{W}) \quad (3.4)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

3.2.4.1 Birleştirilmiş artırım katsayısı (Z_D)

Birleştirilmiş artırım katsayısı, soğuk dış yüzey ısı kaybı artırımı (Z_A) ile kesintili ısıtma rejimi artırımı (Z_U) toplamına eşittir. Z_A artırımı, ısıtılan ortamı çevreleyen soğuk dış yüzeylere ortam havasından ışınlama olan ısı geçişini karşılamak üzere belirlenmiş olan ve Denklem 3.5 ile tanımlanan ortalama ısı geçirme katsayısı (D) ile sistemin işletme durumuna bağlı olan bir katsayıdır. Z_U artırımı ise; sistemdeki ısıtma yükünün azaltılmasından ve işletmeye bir süre ara verilmesinden sonra soğumuş olan yapı bileşenlerinin kısa zamanda eski sıcaklıklarına yükseltilmesi için göz önüne alınır. Yapının ve ısıtma sisteminin büyük olması, ısıtma sisteminin çok kesintili çalışması Z_U artırımının büyük olması anlamına gelmektedir. Birleştirilmiş artırım katsayısının seçimine esas olan ortalama ısı geçirme katsayısı D ;

$$D = \frac{Q_o}{A_{top}(T_i - T_d)} \quad (3.5)$$

bağıntısı ile belirlenir. Burada yer alan A_{top} ısıtılacak ortamı çevreleyen tüm yapı bileşenlerinin toplam yüzey alanıdır. Birleştirilmiş artırım katsayısı Z_D ; Z_A ve Z_U artırımlarını içerecek şekilde düzenlenmiş olan Çizelge 3.5' ten alınır [26].

Çizelge 3.5 : Birleştirilmiş artırım katsayısı Z_D (yüzde olarak).

İşletme Durumu	D			
	0,1-0,29	0,3-0,69	0,7-1,49	> 1,50
	% Z_D			
I. İşletme *	7,00	7,00	7,00	7,00
II. İşletme **	20,00	15,00	15,00	15,00
III. İşletme ***	30,00	25,00	20,00	15,00

*) Tesisat sürekli çalıştırılır ve yalnız geceleri söndürülür.

**) Kazan atesi her gün 10 saat tamamen söndürülür.

***) Ateş her gün 14 saat veya daha uzun süre tamamen söndürülür.

3.2.4.2 Yön artırım katsayısı (Z_H)

Isıtılacak ortamın bina içerisinde bulunmakta olduğu konuma bağlı olarak (K, GB, vb.), güneş ışınlamından yararlanması veya tersi söz konusudur. Örneğin kuzey yarı kürede bulunan yapıların güneye bakan odaları, ısıtma sezonunda (kış aylarında) güneş ışınlamı etkisiyle bir miktar ısınır. Z_H yön artırımı seçiminde, yalnız bir dış duvarı olan odalar için dış duvarın baktığı yön; bina köşesinde bulunan odalar için iki dış duvarın köşegen yönü esas alınır. İki'den fazla yöne bakan dış duvarı bulunan odalar için en

yüksek yön artırımı seçilir. İç hacimlerde yön artırımı aranmaz. Yön artırımı aşağıdaki Çizelge 3.6' ya göre belirlenir.

Çizelge 3.6 : Yön artırımı Z_H (yüzde olarak)

YÖN	G	GB	B	KB	K	KD	D	GD
%Z_H	-5	-5	0	5	5	5	0	-5

3.2.4.3 Yüksek katlar ve yüksek kat artırımı (Z_w)

Yapılardan olan ısı kaybını etkileyen parametrelerden bir tanesi olan dış yüzey ısı taşınım direnci; dış yüzey üzerindeki rüzgar hızına bağlı olarak değişebilmektedir. Atmosferik sınır tabaka özelliği olarak, yer seviyesinden olan yükseklikteki artış ile rüzgar hızı da artacağından, yapıların üst katlarında ısı taşınım direncinde düşme ortaya çıkar ve dolayısıyla ısı kayıplarında da artış olur. Ayrıca; kazan dairesinden 90 °C sıcaklıkta çıkan ısıtma suyu yüksek katlara çıkıncaya kadar, tesisat kolonlarında yalıtım yapılmadığı için bir miktar soğur. Bu etkenler nedeniyle, artırımsız ısı gereksinimi değerine Çizelge 3.7'de verilen kat yükseklik artırımları da eklenmelidir.

Çizelge 3.7 : Önerilen kat yükseklik artırımları Z_w (yüzde olarak).

	Bina Toplam Kat Adedi												% Z_w
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
KAT	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	4,3,2,1	5,4,3,2,1	0
	4	4	5,4	6,5,4	6,5,4	6,5,4	6,5,4	6,5,4	6,5,4	6,5,4	7,6,5	8,7,6	%5
		5	6	6	7,6	8,7	9,8,7	9,8,7	9,8,7	9,8,7	10,9,8	11,10,9	%10
				7	8		10	10	11,10	12,11,10	13,12,11	14,13,12	%15
								11	12	13	14	15	%20

Öte yandan, ısıtma yapılan herhangi bir ortamı dolduran havanın sıcaklığı ortam içerisindeki her noktada aynı değildir. Ortamın sahip olduğu kat yüksekliği değeri arttıkça döşeme, tavan ve dış duvar önlerindeki hava sıcaklıkları arasındaki farklar da artar. Isıl konforu olumsuz yönde etkileyen bu durumu karşılamak üzere, kat yüksekliği 4 m'den fazla olan hacimlerde her 1 m yükseklik artışı için %5 artırım uygulanabilir.

3.2.5 Hava sızıntısını karşılamak için gereken ısı hesabı

İletim ve taşınım ile olan ısı geçişlerinden başka bir de hava sızıntıları ile ısı kaybı oluşmaktadır. Enfiltrasyon yani sızıntı ile olan ısı kaybı

$$Q_s = \Sigma(\alpha L) \cdot R \cdot \Delta T \cdot Z_e \quad (W) \quad (3.6)$$

bağıntısı ile hesaplanmaktadır.

Q_s : Sızıntı yoluyla olan ısı kaybı (W),

α : Sızdırganlık katsayısı ($m^3/m \cdot h$),

l : Dış duvarlar üzerinde bulunan pencere ve kapıların açılan kısımlarının çevre uzunluğu (m),

R : Oda durum katsayısı (Yapı iç hacminin rüzgar geçirgenlik katsayısı) (boyutsuz),

H : Binanın durum katsayısı (Rüzgar etkinliği katsayısı) (kJ/m^3K),

ΔT : İç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark (K),

Z_e : Köşe açıklıkları etki katsayısı (Her iki dış duvarında pencere olan odalar için 1.2, diğer odalar için 1 alınır).

$\Sigma \alpha \cdot l$: Dış duvarlar üzerinde bulunan bütün kapı ve pencerelerden iç hacme sızıntı yoluyla giren hava debisi (m^3/h),

Mahalde oluşan toplam ısı kaybı iletim, taşınım ve hava sızıntısı ile olan kayıpların toplamına eşittir. Bu hesapların hepsinin birden düzenli bir şekilde görülmesi için ısı kaybı çizelgeleri doldurulur.

3.3 Isı Kaybı Hesabı Çizelgelerinin Yapılması

Yapıda her mahal için ısı kaybı hesabının yapılması için ısı gereksinimi hesap çizelgesinin doldurulması gerekmektedir. Çizelgede yapı bileşenlerinin yönü, kalınlığı, uzunluğu, toplam alanı girilerek iletim ve taşınım ile olan ısı kaybı hesaplanır. Çizelgenin dört ana bileşeni vardır. Bunlar yapı bileşenleri, alan hesabı, ısı kaybı hesabı ve artırımlardır. Daha sonra zamlı ısı kaybının bulunması için, birleştirilmiş artırım katsayısı, yön artırım katsayısı, kat yükseklik artırım katsayısı girilerek toplam artırım katsayısı bulunur. Oluşturulan excel tablosunda bu hesaplar otomatik olarak yaptırılabilir.

Çizelgede yapı bileşenleri için kısaltmalar kullanılır. Daha önce bulunan U değerleri kaydedilerek kısaltmasını yazdığımız yapı bileşenlerinin U değerleri Çizelge 3.9 da verilmiştir.

Isıtma yapılacak olan ortamlar için olan gerçek ısı gereksinimi Q_h ile gösterilen bu değer; Q_i artırımı ile iletimsel ısı gereksinimi ile hava sızıntısı ısı gereksinimi Q_s değerlerinin toplanması ile belirlenir.

Çizelge 3.8 : Projesi yapılan bir mahalın ısı kaybı hesap çizelgesi.

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı												
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								20.07.2019								
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi								
				90/70																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar									
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkartılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı				
								A	U	ΔT	q_0	Z_D	Z_H	Z_W	Z	q_h				
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt				
MAHAL:			2B01	Anfi 1			KAT:		-2	ODA SICAKLIĞI (°C):							20			
Dp1	G		3,70	4,50	16,65	2		33,30	2,100	23	1.608									
Dd1	G	0,5	14,30	4,50	64,35	1	33,30	31,05	0,617	23	441									
Dd2	B	0,3	16,40	4,50	73,80	1	33,75	40,05	0,411	23	379									
Dp4	B		1,50	4,50	6,75	5		33,75	2,100	23	1.630									
ld1	K	0,3	10,00	4,50	45,00	1	3,96	41,04	0,770	2	63									
lk1	K		0,90	2,20	1,98	2		3,96	4,000	2	32									
Tdö1	KD	0,7	1,00	272,00	272,00	1		272,00	2,262	11	6.768									
Dd1	D	0,5	16,40	4,50	73,80	1		73,80	0,617	23	1.047									
DK2	D		1,00	2,20	2,20	1		2,20	4,000	23	202									
TOPLAM								531,15			12.170	15	-5	0	1,10	13.387				
qs=																				
			a x l x R x H x (ti-td) x Ze																	
Pencere		1,2	92,80	0,90	0,94	23	1,20	2.600												
Kapı		1,2	6,40	0,90	0,94	23	1,20	179												
															qst	2.779				
															TOPLAM	16.166				

Çizelgeler binada bulunan ısıtılması istenen her mahal için ayrı ayrı doldurulur ve toplam ısı kaybı hesaplanır. Ek C1-C5' de tüm mahallerin ısı kaybı hesap çizelgeleri verilmiştir.

Projesi yapılan binanın toplam ısı kaybının 419.317 watt olduğu bulunmuştur. Bu değer tasarım sıcaklığında binanın ihtiyacı olan en yüksek ısıtma ihtiyacı değeridir. Her mahalın ihtiyacı olan maksimum ısıtma değerinin bulunması mahallere yerleştirilecek olan klima ya da fan coilin kapasitelerinin tespit edilmesini sağlar; bu da vrf klima sisteminde toplam iç ünite kapasitelerine göre dış üniteleri seçmemizi, fan coil tesisatı için ise kazan kapasitesinin tespit edilmesine yarar. Ek C6.1' deki çizelgede tüm mahallerin toplam ısı kaybı liste halinde verilmiştir.

3.4 Binanın Yıllık Isıtma Enerjisinin Hesabı

Bir binanın ısı kayıplarının hesaplanması ısıtma tesisatında mahallere gereken ısı yüklerini bulmamızı sağlar. Yıllık enerji ihtiyacının hesaplanmasında iç iklim şartları, iç ısı kazanç kaynakları ve güneş enerjisi gibi parametreleri de hesaba katmak gereklidir. Bu yüzden TS 825 de belirtilen standartlara göre yıllık ısıtma enerjisi hesabı yapılacaktır. Tek hacimli bir bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$Q_{\text{yıl}} = \sum Q_{\text{ay}} \quad (3.7)$$

$$Q_{\text{ay}} = [H (\theta_i - \theta_e) - \eta_{\text{ay}} (\phi_{i,\text{ay}} + \phi_{s,\text{ay}})] \cdot t \quad (3.8)$$

- $Q_{\text{yıl}}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı(Joule)
 Q_{ay} : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı.....(Joule)
 H : Binanın özgül ısı kaybı(W/K)
 θ_i : Aylık ortalama iç sıcaklık(°C)
 θ_e : Aylık ortalama dış sıcaklık.....(°C)
 η_{ay} : Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü.....(birimsiz)
 $\phi_{i,\text{ay}}$: Aylık ortalama iç kazançlar (sabit alınabilir).....(W)
 $\phi_{s,\text{ay}}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı.....(W)
 t : Zaman, saniye olarak.....(s)

Hesaplamalar aşağıdaki sırayla adım adım yapılmıştır.

3.4.1 Binanın özgül ısı kaybının hesabı

Öncelikle binanın özgül ısı kaybının hesabı yapılmıştır. Binanın özgül ısı kaybı (H) için, iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (H_T) ile havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının (H_v) toplanır. İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesabı için Denklem 3.9 kullanılır. Bu eşitlikte yapı elemanlarının bünyesinden iletilen ısı kaybına, varsa ısı köprülerinden iletilen ısı kayıpları eklenir. Isı köprüsü, bitişik yüzeye göre farklı yapıya sahip, ısı kaybı binanın ortalama ısı kaybından daha yüksek olan, kışın kararlı durumlarda iç yüzey sıcaklığının daha düşük olduğu bölümlerdir.

4.4.1.1 İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı

Binadan iletim ve taşınım ile olan ısı kaybı H_T ile gösterilir ve aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$H_T = \Sigma (A \cdot U) + I \cdot U_I \quad (3.9)$$

$$\Sigma (A \cdot U) = U_D A_D + U_P A_P + U_k + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_T A_T U_D A_D + 0,5 U_{ds} A_{ds} \quad (3.10)$$

U_D : Dış duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

U_P : Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

U_k : Dış kapının ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

U_T : Tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

U_d : Dış hava ile temas eden tabanın ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

U_{ds} : Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

A_D : Dış duvarın alanı (m²)

A_P : Pencerenin alanı (m²)

A_k : Dış kapının alanı (m²)

A_T : Tavan alanı (m²)

A_t : Zemine oturan taban alanı (m²)

A_d : Dış hava ile temas eden tabanın döşemenin alanı (m²)

A_{ds} : Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı (m²)

Isı kayıp hesaplarında hesapladığımız yapı malzemelerinin ısı geçirgenlik katsayıları ve binanın mimari projesinden yukarıdaki eşitliklerdeki değerler bulunup yazılırsa aşağıdaki değerler elde edilir.

$U_{D,betonarme}$: 0,617 (W/m²K)

U_D : 0,411 (W/m²K)

U_P : 3,0 (W/m²K)

U_k : 4,0 (W/m²K)

U_T : 1,894 (W/m²K)

U_t : 1,781 (W/m²K)

U_{ds} : 0,770 (W/m²K)

$A_{D,betonarme}$: 2.050 (m²)

A_D : 1.071 (m²)

A_P : 852,72 m²

A_k : 39,4 m²

A_T : 1.500 m²

A_t : 1.800 m² bu değerler bulunduktan sonra toplam alan;

$$A_{top} = A_D + A_{D,betonarme} + A_P + A_k + A_T + A_t$$

$$A_{top} = 7313,1 \text{ m}^2$$

Toplam bina hacmi $V_{brüt}$ ise

$$V_{brüt} = 30.000 \text{ m}^3 \text{ olarak bulunur.}$$

Binadan iletim ve taşınım ile olan ısı kaybı H_T ise;

$$H_T = \Sigma AU = U_D A_D + U_p A_p + U_k A_k + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_t A_t + U_D A_D + 0,5 U_{ds} A_{ds}$$

$$H_T = 0,411 \times 1.071 + 0,617 \times 2.050 + 3 \times 852,72 + 4 \times 39,4 + 0,8 \times 1,894 \times 1.500 + 0,5 \times 1,781 \times 1800$$

$$H_T = 8296,5 \text{ (W/K)}$$

olarak bulunur.

3.4.1.2 Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı

Havalandırma ile olan ısı kaybı Denklem 3.11 ve 3.12 ile hesaplanacaktır. Binada havalandırma sistemi doğal olarak karşılanacağı için mekanik havalandırma ısı kaybı yapılmayacaktır.

$$H_v = \rho \cdot c \cdot V' \quad (3.11)$$

$$H_v = \rho \cdot c \cdot n_h \cdot V_h = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h \quad (3.12)$$

ρ : Havanın birim hacim kütlesi (kg/m^3)

c : Havanın özgül ısısı (W/kg.K)

V' : Hacimce hava değişim debisi (m^3)

n_h : Hava değişim oranı (birimsiz)

V_h : Havalandırılan hacim ($V_h = 0,8 \times V_{brüt}$)

Doğal havalandırma yapılan binalarda havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesabında havalandırma sayısı “ n_h ” değeri $0,8 \text{ (h}^{-1}\text{)}$ olarak alınır.

$$V_h = 0,8 \times V_{brüt} = 0,8 \cdot 30.000 = 24.000 \text{ m}^3$$

$$H_v = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h = 0,33 \cdot 0,8 \cdot 24.000 = 6.336 \text{ (W/K)}$$

İletimle olan ısı kaybı hesabı yapılırken, örnek olarak seçilen binada yönetmelik gereği bütün betonarme bölümler ısı köprüsü meydana getirmeyecek şekilde yalıtıldığından eşitlikteki $1 \times U_I$ katkısı ihmal edilmiştir.

Dolayısıyla binanın özgül ısı kaybı (H);

$$H = H_T + H_v = 8.296 + 6.336 = 14.632 \text{ (W/K) olarak bulunur.}$$

3.4.1.3 Aylık ortalama iç kazançların bulunması

İç kazançlar; insanlardan kaynaklanan metabolik ısı kazançları, sıcak su sisteminden kaynaklanan ısı kazançları, yemek pişirme işleminden kaynaklanan ısı kazançları, aydınlatma sisteminden kaynaklanan ısı kazançları, Binalarda kullanılan muhtelif elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısı kazançlarını kapsar.

Ortalama değerler ile çalışılması hâlinde, aydınlatma dışındaki ortalama değerler yıl boyunca hemen hemen sabittir. Bu standartta aydınlatmadan kaynaklanan kazançlar da sabit kabul edilmiştir ve her bir kaynak için alınacak değerler aşağıda verilmiştir. Konutlarda, okullarda ve normal donanımlı (büro binaları vb.) binalarda iç kazançlar olarak birim kullanım alanı başına en fazla 5 W/m² alınırken; yemek fabrikaları gibi pişirme işleminin ağırlıklı olduğu binalarda, normalin üstünde elektrikli cihaz çalıştırılan binalarda (aydınlatmanın sadece elektrikle sağlandığı binalar, tekstil atölyeleri, vb.) veya etrafa ısı veren sanayi cihazların kullanıldığı binalarda, iç kazançlar için birim döşeme alanı başına en fazla 10 W/m² değeri alınır.

A_n : Bina kullanım alanı (m²)

$$A_n = 0,32 \cdot V_{\text{brüt}}$$

$$\phi_{i,ay} = 5 \cdot A_n = 5 \times 7000 = 35.000 \text{ W} \text{ olarak bulunur.}$$

Burada A_n değerini projeden yapı alanı ölçülerek tam değer girmek uygun olmuştur.

3.4.1.4 Aylık ortalama güneş enerjisi kazançlarının bulunması

Bu madde pencerelerden sağlanan doğrudan güneş ışınımının hesaplanmasını tarif etmektedir. Pasif güneş enerjisi sistemlerinden sağlanacak kazançlar ihmal edilmiştir.

$$\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i \quad (3.13)$$

Burada;

$r_{i,ay}$: “i” yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü,

$g_{i,ay}$: “i” yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü,

$I_{i,ay}$: “i” yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti (W/m²),

A_i : “i” yönündeki toplam pencere alanı (m²)

Çizelge 3.9’ da saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme katsayıları farklı bina durumları için tablo halinde gösterilmiştir.

Çizelge 3.9 : Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü.

	r_{i,ay}
Ayrık (müstakil) ve/veya az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yönlerde	0,8
Ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmenin olduğu ve/veya 10 kata kadar yükseklikteki binaların bulunduğu yönlerde	0,6
Bitişik nizam ve/veya 10 kattan daha yüksek binaların bulunduğu yönlerde	0,5

Güneş enerjisi geçirme faktörü

$$g_{i,ay} = F_w \cdot g_{\perp} \quad (3.14)$$

F_w : Camlar için düzeltme faktörüdür. $F_w = 0,8$ alınır.

g_{\perp} : Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörüdür.

Güneş enerjisi kazançlarının hesaplanması sırasında kullanılacak olan gölgelenme faktörü için, binanın 3 kattan daha az katlı ve etrafının açık olduğu kabul edilerek ve “ $r_{i,ay}$ “ = 0,8 değeri seçilir. Çizelge 3.10’ da cam türleri için g_{\perp} katsayıları gösterilmiştir.

Çizelge 3.10 : Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü.

Cam türü	g_{\perp}
Renksiz tek cam için	0,85
Renksiz yalıtım camı birimi için	0,75
Isıl geçirgenlik katsayısı 2 W/m ² K den daha küçük olan diğer ısı yalıtım birimleri için	0,5

“ $g_{i,ay}$ ” değeri pencere sisteminde çok katlı cam kullanılmış olduğu için g_{\perp} değeri olarak 0,75 alınır ve $g_{i,ay} = F_w \cdot g_{\perp}$ eşitliği kullanılarak hesaplanır. Bu örnekte $g_{i,ay} = 0,80 \times 0,75 = 0,60$ ’dır

“ A_i ” değerleri, yani her yön için toplam pencere alanları hesaplanır. Örnek olarak seçilen binada aşağıda verilen pencere alanları hesaplanmıştır.

$$A_{güneş} = 290 \text{ m}^2 ,$$

$$A_{kuzey} = 275 \text{ m}^2 ,$$

$$A_{doğu} = 140 \text{ m}^2 ,$$

$$A_{batı} = 140 \text{ m}^2$$

“ $I_{i,ay}$ ” değerleri ise

$$I_{güney,ocak} = 72 \text{ W/m}^2$$

$$I_{kuzey,ocak} = 26 \text{ W/m}^2$$

$$I_{batı/doğu,ocak} = 43 \text{ W/m}^2$$

$\phi_{s,ay}$ değeri örnek olarak hesaplanacak olursa

$$\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \cdot g_{i,ay} \cdot I_{i,ay} \cdot A_i$$

$$\begin{aligned} \phi_{s,ocak} &= 0,8 \cdot 0,6 \cdot 72 \cdot 290 + 0,8 \cdot 0,6 \cdot 26 \cdot 275 + (0,8 \cdot 0,6 \cdot 43 \cdot 140) \cdot 2 \\ &= 19.233 \text{ W} \end{aligned}$$

olarak bulunur.

Kazanç kullanım faktörü (η)

İç kazançlar ve güneş enerjisi kazançlarının toplamının, ısıtma enerjisi ihtiyacının azaltılması açısından faydalı enerji olarak kabul edilmesi her zaman uygun olmaz. Çünkü ısı kazançlarının yüksek olduğu sürelerde, kazançlar anlık kayıplardan fazla olabilir veya kazançlar ısıtmanın gerekmediği zamanlarda gelebilir. İç ortam sıcaklık kontrol sistemi mükemmel değildir ve yapı elemanlarının bünyesinde bir miktar ısı depolanır. Bu nedenle iç kazançlar ve güneş enerjisi kazançları bir yararlanma faktörü ile azaltılır; bu faktörün büyüklüğü, kazançların ve kayıpların bağıl büyüklüğüne ve binanın ısı kütlesine bağlıdır.

Aylık ortalama kazanç kullanım faktörü,

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})} \quad (3.15)$$

KKO_{ay} Kazanç / kayıp oranıdır ve aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.

$$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$$

$\theta_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı

$\theta_{e,ay}$: Aylık ortalama dış hava sıcaklığı

$\phi_{i,ay}$: Aylık iç kazançlar

$\phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı

Kazanç kullanım faktörü “ η_{ocak} ” ise

$$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay}) \quad (3.16)$$

Ocak ayı için hesaplanacak olunursa;

Bina okul olarak kullanılacağı için θ_i , Ek B.1’den 20°C alınır.

“ $\theta_{e,ocak}$ ” ise ocak ayı için ortalama dış hava sıcaklık değeridir. TS 825 Ek B.2’den alınır. İkinci derece gün bölgesi için bu değer 2,9 °C’ dir.

$$KKO_{ocak} = (35.000 + 19.233) / 14.632,5 (20 - 2,9)$$

$$KKO_{ocak} = 0,2167$$

$$\eta_{ocak} = 1 - e^{-1/0,2167} = 0,99 \text{ olarak bulunur.}$$

$$\eta_{ocak} (\phi_I + \phi_{s,ocak}) = 0,99(35.000+19.233) = 53.690 \text{ W olarak bulunur.}$$

Bulunan değerler aşağıdaki eşitlikte yerine konulursa;

$$Q_{ay} = [H (\theta_i - \theta_e) - \eta (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t$$

$$Q_{ay} = [14.632,5 (20 - 2,9) - 53.690] 86400 \times 30 \times 10^3$$

$$Q_{ay} = 509.511.418 \text{ kJ olarak bulunur.}$$

Buraya kadar yapılan hesaplar her ay için tekrarlanarak toplam ısı kaybı bulunur ve karşılaştırma yapılarak standarda uygunluğu kontrol edilir. Yukarıdaki veriler ışığında yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı Çizelge 3.11’ de yapılmıştır.

Çizelge 3.11 : Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı.

Aylar	Isı Kaybı			Isı Kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H=H_T+H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_T$ (W)			
Ocak	14.632	17,10	250.207	35.000	19.233	54.233	0,22	0,989	509.511.418
Şubat	14.632	15,60	228.259	35.000	24.237	59.237	0,27	0,975	441.944.100
Mart	14.632	12,70	185.826	35.000	22.603	57.603	0,32	0,956	338.924.560
Nisan	14.632	7,20	105.350	35.000	33.336	68.336	0,67	0,775	135.794.880
Mayıs	14.632	2,00	29.264	35.000	38.556	73.556	2,58	0,321	14.651.342
Haziran	14.632	θ_e yüksek	0	35.000	40.576	75.576	0,00	0,000	0
Temmuz	14.632	θ_e yüksek	0	35.000	39.497	74.497	0,00	0,000	0
Ağustos	14.632	θ_e yüksek	0	35.000	36.628	71.628	0,00	0,000	0
Eylül	14.632	θ_e yüksek	0	35.000	30.799	65.799	0,00	0,000	0
Ekim	14.632	5,90	86.329	35.000	24.624	59.624	0,71	0,755	107.082.467
Kasım	14.632	11,50	168.268	35.000	18.401	53.401	0,33	0,951	304.517.618
Aralık	14.632	16,20	237.038	35.000	16.786	51.786	0,22	0,989	481.650.743
							$Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay}$		2.334.077.128

Çizelge 3.11’ den $Q_{yıl}$, binanın yıllık ısıtma enerjisi, toplam 2.334.077.128 kJ olarak hesaplanmıştır.

3.5 Isı Kazançlarının Hesabı

Isı kazançları hesabında ısı kayıp hesaplarında olduğu gibi standart bulunmamaktadır. Hesaplar MMO' nun "Klima Tesisatı Kitabı" doğrultusunda hesaplanacaktır. Isı kazancı bileşenleri aşağıdaki şekilde sırayla hesaplanacaktır.

Isı kazançları, dış ısı kazançları ve iç ısı kazançları olmak üzere iki şekilde ayrı ayrı hesaba katılır. Dış ısı kazançlarında güneşin çatılardan duvarlardan ve pencerelerden olan ısı iletim ve taşınım ile olan ısı kazancının yanında radyasyonla olan ısı kazançları hesaplanır. İçi ısı kazançlarında ise insanlardan, aydınlatma araçlarından ve elektrikli cihazlardan gelen ısı kazançları hesaba katılır.

3.5.1 Dış ısı kazançları

Dış ısı kazançları binadaki herhangi bir mahalın dış ortam ile temas eden her yapı bileşeninden kazanılan ısı kazançlarının toplamından oluşur. Bu yöntemde tüm dış yüzeylere ışıınım ve taşınım ile gelen ısı iletim ile mahale giren kısmı hesaplanmaktadır. Pencereler, dış duvarlar, tavanlar ve döşemeler ısı kazançlarının olduğu yapı elemanlarıdır.

$$q = U \cdot A \cdot (CLTD) \quad (3.17)$$

formülü ile hesaplanır.

q : soğutma yükü, (W)

U : toplam ısı geçiş katsayısı, (W/m².K)

A : yüzey alanı, (m²)

CLTD : soğutma yükü sıcaklık farkı, (K)

Yapı elemanları için ısı geçiş değerleri ısı kayıp hesaplarında hesaplanmıştır. Bu yöntemde adını koyan parametrelerden birisi olan CLTD değeri soğutma şartları için tanımlanmış, dış yüzeylerde taşınım ve ışıınım etkilerini birlikte göz önüne alan ve yapı elemanlarının ısı depolama etkilerini de içeren bir eşdeğer sıcaklık farkı tanımlamasıdır. CLTD değerleri tablolardan alınarak hesaplama yapılır.

Pencerelerden güneş ışıınımı ile oluşan soğutma yükü hesabı

$$q = A \cdot (SC) \cdot (SCL) \quad (3.18)$$

eşitliği ile hesaplanır.

q : güneş ışıınımından kaynaklanan soğutma yükü, (W)

A : yüzey alanı, (m²)

SC : gölgeleme katsayısı

SCL : güneş soğutma yükü (W/m²)

SCL (Solar Cooling Load) değeri, pencere etrafında herhangi bir gölgeleme elmanı olmaması durumunda referans pencere yüzeyinin birim alanı başına, birim zamandaki güneş ışınımından olan soğutma yükü anlamına gelir. Bu değerler ilgili tablolardan seçilerek denklemde yerine yazılır.

3.5.2 İç ısı kaynakları

İç ısı kaynakları insanlar, aydınlatma cihazları ve elektrikli ısı kaynaklarıdır. Projede hesabın pratik olması açısından tablodan değerler seçilmiştir.

3.5.2.1 İnsanlardan gelen ısı kazancı

İnsanlar için genel aktivite durumları ve giyime uygun olarak çevreye yaydıkları ısı ile ilgili bazı pratik değerler Çizelge 3.12’ de verilmiştir. Genellikle insanlardan kaynaklanan duyulur (nefesle mahale verilen) ve gizli (deri yüzeyinden buharlaşan) ısı kazançları toplam yük içinde önemli bir yüzdeyi kapsar. İnsan tarafından neden olunan gizli ısı kazancı, ani soğutma yükü olarak göz önünde bulundurulabilir. Ancak toplam duyulur ısı kazancı doğrudan soğutma yüküne çevrilemez. Işınım ile yayılan miktar ilk olarak etraftaki cisimler tarafından emilir, daha sonra odanın karakteristiğine bağlı olarak ortama iletilir

Kapalı bir ortamda bulunan insanların, sahip oldukları aktivite derecesine göre iç ortama verdiği duyulur ve gizli ısı miktarları tablolar halinde verilmiştir. Bu değerler, hesap anında mahalde bulunan kişi sayısı ile çarpılarak ısı kazanç değerleri hesaplanmış olur.

Duyulur ısı kazancı;

$$q_{\text{duyulur}} = N \times \text{duyulur ısı kazancı} \quad (\text{W}) \quad (3.19)$$

Gizli ısı kazancı ;

$$q_{\text{gizli}} = N \times \text{gizli ısı kazancı} \quad (\text{W}) \quad (3.20)$$

N : insan sayısı

Çizelge 3.12 : Yapı türüne göre insanlardan kaynaklanan duyulur ve gizli ısı miktarları.

	FAALİYET DURUMU	DUYULUR ISI kcal/h	GİZLİ ISI kcal/h
1	Okullar	70	40
2	Tiyatrolar, Sinemalar	70	40
3	Ofisler, Toplantı Salonları	70	60
4	Konutlar	70	60
5	Oteller	70	60
6	Mağazalar, Dükkanlar	70	60
7	Bankalar	75	70
8	Restaurantlar	80	80
9	Diskotekler, Barlar	95	150
10	Spor Seyir Salonları	95	150
11	Spor Oyun Salonları	150	275
12	Hafif Tezgah Çalışması - Fabrika ve Atölyeler	55	130
13	Orta Tezgah Çalışması - Fabrika ve Atölyeler	75	175
14	Ağır Tezgah Çalışması - Fabrika ve Atölyeler	115	245

Hesaplama yönteminde insanlardan kaynaklanan ısı yükleri yukarıdaki çizelgeye göre mahalın sınıf, ofis ya da toplantı salonu olması durumuna alınmıştır.

3.5.2.2 Aydınlatma araçlarından gelen ısı kazançları

Aydınlatmadan kazanılan ısı bir miktar taşınım ile beraber olmakla birlikte büyük oranda ışıma ile gerçekleşir. Duvarın ya da ısıyı çeken yapı malzemesinin aydınlatma esnasında çektiği ısı bir zaman sonra ortama verilir. Aydınlatma kapandıktan sonra ortamda soğutma yükü bulunur.

Binada 4*18 floresan armatür kullanılmaktadır. Aydınlatma yükü deneysel hesaplar sonucunda pratik olması açısından aşağıdaki Çizelge 3.13' den 20 W/m² olarak alınacaktır.

Çizelge 3.13 : Muhtelif hacimler için aydınlatma yükü.

Muhtelif Hacimler İçin Aydınlatma Yükü	W/m ²
Konutlar, Oteller	10
Konferans ve Toplantı Salonları, Ofisler	25
Mağazalar ve Showroomlar	50

3.5.2.3 Elektrikli cihazlardan gelen ısı kazançları

Soğutma yükü hesabında, bütün cihazlardan (elektrikli, gazlı veya buharlı) olan ısı kazancı göz önüne alınmalıdır. Cihazların uygulama şekillerinin, kullanma programlarının ve tesis montajının farklılıkları nedeniyle bu kazanç miktarı oldukça değişkendir.

Projesi yapılan binada ofis olan mahallerde kişi başı bir bilgisayar bulunmaktadır. Burada amacımız soğutma yüklerinin uzun süren hesaplarını yapmak olmadığından bilgisayar için tablodan verilen duyulur ısı yükünü kullanabiliriz.

Bilgisayarın yaydığı ısı miktarı 116 W, yazıcının yaydığı ısı miktarı ise 290 W olarak alınmıştır.

3.5.2.4 Havalandırma ve hava sızması ile oluşan soğutma yükü

Biri bina içinden gerek isteğe bağlı havalandırma, gerekse istek dışı olarak hava sızması sonucunda akan dış hava iki nedenle önemlidir. Dış hava çoğu zaman, iç havadaki kirleticileri seyreltmek için kullanılır ve bu dış havanın ısıtılması veya soğutulması için gereken enerji, kayda değer miktarda bir mahal şartlandırma yükü teşkil eder. Hava sızması, çatlaklardan aralıklardan ve diğer istek dışı açıklıklardan gerçekleşen kontrolsüz hava akışıdır. İçe veya dışa hava sızması veya doğal havalandırma, rüzgara, iç-dış hava sıcaklık farkına ve cihazların çalışmasına bağlı olan basınç farkları nedeniyle gerçekleşir.

3.4 Isı kazancı tablosunun doldurulması

Yukarıda bahsedilen ısı kazançları her mahal için bir tabloda düzenli bir şekilde gösterilmesi gerekmektedir. Aşağıdaki tabloda örnek bir mahal için hesaplar gösterilmiştir. Çizelgenin sol üst kısmında yapının bulunduğu yer ve dış hava sıcaklıkları belirtilmiştir. Isı kazanç hesaplarında tabloda olmayan Yalova ili için şartları yakın olan il seçilir. Bu projede de İstanbul ili tasarım dış hava şartları kullanılmıştır.

İç hava şartları yaş ve kuru termometre sıcaklıkları, nisbi nem oranları tabloda ilgili yere girilmiştir. Sol tarafta bulunan yapı bileşenlerinin ısı geçiş katsayıları aynı ısı kaybı hesabında olduğu gibi doldurulmuştur. Dış mahale bakan duvar ya da pencerenin toplam alanı girilmiş ısı geçiş katsayısı ve sıcaklık farkı ile çarpılarak iletim ve taşınım ile olan ısı kazancı bulunmuştur. Pencere için de aynı işlemler tekrarlanmıştır yalnız

burada dikkat edilmesi gereken pencere alanının dış duvar alanından minha edilmesi gerekliliğidir. Orta bölümde radyasyonla (ışınım) olan ısı kazancı hesaplanmıştır. Tablonun oda iletim ve taşınım ile ısı kaybının hemen altında sırasıyla insanlardan gelen ısı duyulur ısı kazancı, aydınlatmadan gelen duyulur ısı kazancı, taze havadan gelen ısı kazancı ve elektrikli aletlerden gelen duyulur ısı kazanç değerleri girilmiştir. Gizli ısı kazançları ise tabloda daha önce belirtilmiş değerlerden otomatik olarak tabloda yansımaktadır. Excel tablosuna girilen güneşin saatteki konumuna göre hesaplanan radyasyon ile olan ısı kazancı tabloda saat 8.00 için 12.00 için ve 16.00 için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Bu değerlerden yüksek olanı odaya ait ısı kazancı olarak kabul edilmiştir.

Her mahalin ısı kazanç hesapları tamamlanır ve mahallere koyulacak fan coil veya vrf iç ünitelerin kapasitelerinin belirlenmesi için ısı kazanç hesapları bir tabloda toplanır. Mahale konulacak olan iç ünitenin kapasitesi belirlenirken ısıtma ya da soğutma güçlerinden hangisi yükseğe o kapasite dikkate alınır. Genelde cihaz seçimlerinde cihazın soğutma gücü dikkate alınmaktadır. Çünkü mahallerin soğutma yükleri daha büyük değerlerde çıkmakta ve iç ünitenin ısıtma kapasitesi mahalin ısıtma yükünü karşılamaktadır.

Merdiven boşluklarının ısı kazançları, merdiven boşluklarına en yakın hole; yangın merdivenleri ve tuvaletlerden gelen ısı kazançları ise en yine en yakın komşu hole eklenmiştir. Ek-D1' de binanın tüm mahallerinin hesaplanan toplam ısı kazanç değerleri verilmiştir.

4. VRF VE FAN COİL PROJELERİNİN TASARIMI

4.1. VRF Projesi Tasarımı

Binaya ait VRF projesinde fan coil sisteminde olduğu gibi kaset tipi dört yöne üflemlerli iç üniteler seçilmiştir. Asma tavan ile döşeme arasındaki kat yüksekliğinin ortalama 3-3,5 metre aralığında olması nedeni ile kaset tipi iç üniteler seçilmiştir. Böylece iki sistemin de ilk yatırım maliyetinin kıyaslanması açısından bu seçim uygun olmaktadır. Ayrıca VRF tesisatı uygulamanın kanallı tip cihazlara göre daha kolay olması nedeni ile daha çok tercih edilmektedir. Kanallı tip cihazlar menfezlerin konulması, cihaz önüne kanal yapılması, kanalın yalıtımı ek maliyetler getirmektedir.

4.1.1 İç ünitelerin seçimi

Sistemdeki iç üniteler mahallerin fiziki şartlarına göre hesaplanan ısı yüklerine göre belirlenir. İç ünitelerin ısı kapasite değerleri kataloglarda belirtilmiştir. Mahalin hesaplanan ısı yüküne eşdeğer veya en yakın üst değer kapasitesine sahip iç ünite seçilerek mahale konur. Her mahale konulan iç ünitenin kapasitesi ve adeti Ek D1’de, proje tasarımında seçilen iç ünitelere ait katalog ise Ek F1’de verilmiştir.

4.1.2 Dış ünitelerin seçimi

VRF sistemine ait dış üniteler seçilirken gruplamanın yapıldığı sistemdeki tüm iç ünitelerin pik yüklerinin olduğu saat baz alınır. Soğutma yükü, günün her saati farklı olduğundan soğutma yüklerinin oluşturduğu pik yük hesaplanıp o kapasiteye eşdeğer veya en yakın üst değer kapasitesine sahip dış ünite seçilir.

Bir mahaldeki ısı kazancının değeri hesaplandıktan sonra firmanın kaset tipi cihazlarından en yakın olan kapasiteli cihazı seçilmiştir. Seçimler ısı kazancına göre yapılmıştır çünkü iç ünite cihazlarının ısıtma güçleri mahal için gereken ısı güçlerinden oldukça fazla çıkmaktadır. Projede iç ünitelere ve dış ünitelere bağlanan bakır boruların çapları inç birimi olarak gösterilmiştir. Dış ünitelerin tamamı elektrik tüketiminin daha az olması nedeniyle inverter teknolojisine sahip ünitelerden seçilmiştir. Proje tasarımında seçilen dış ünitelere ait katalog Ek F1’de verilmiştir.

4.1.3 VRF tesisatı projelendirme kuralları

VRF tesisatı çiziminde, daha önce hesaplanan ısı yüklerinin girilmesi ile projenin kolaylıkla çizilmesini sağlayan programlar bulunmaktadır. Kullanılan programda tesisatın çizilmesinde bazı önemli şartlar bulunur. Bu şartlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir:

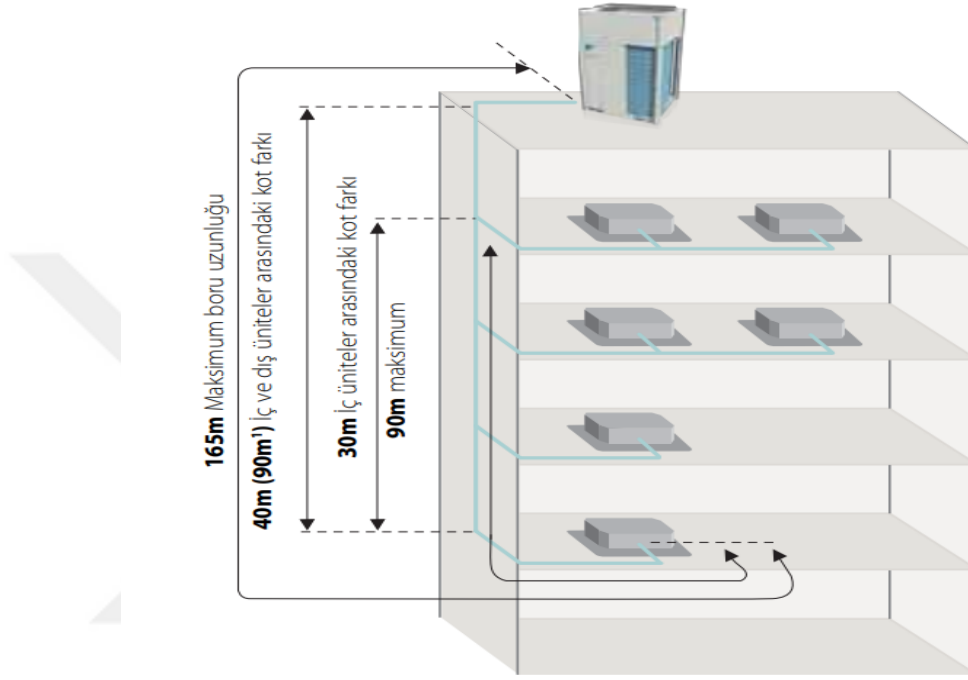
- Bir dış ünite grubunun bağlı olduğu tüm iç üniteler için kullanılan toplam boru uzunluğu 1000 metreden fazla olmamalıdır.
- İlk branşmandan son iç üniteye kadar olan mesafe 90 metreyi geçmemelidir.
- Dış ünite ve ona en uzak olan iç ünite arasındaki eşdeğer uzaklık 235 metreden fazla olmamalıdır.
- Aynı dış ünite grubuna bağlanmış olan iç üniteler arasındaki maksimum mesafe 40 metreden fazla olamaz.

Aşağıda, Sistem1 grubuna ait kurallar örnek olması açısından Çizelge 4.1’de maddeler halinde özetlemiştir.

Çizelge 4.1 : VRF sistemi projelendirme kuralları.

Kurallar	Sınırlar	Projede Uygulanan
Dış üniteler arası maksimum yükseklik farkı	5 metre	0 metre
Bir dış üniteye bağlanan iç ünite sayısı	64 adet	12 adet
İki joint arası maksimum uzaklık	40 metre	20 metre
Dış ünite ile en uzak iç ünite arasındaki uzaklık (m)	40 metre	21 metre
Toplam soğutucu akışkan miktarı (kg)	140 kg	56 kg
İç ünite soğutma sıcaklık aralığı	18 °C -32 °C	27 °C
Kapasite sınır aralıkları	%50,0 - %135	%104,8
En uzak dış ünitenin ilk branşmana olan uzaklığı	10 metre	0 metre
Ana boru eşdeğer uzunluğu	120 metre	14,4 metre
Ana boru gerçek uzunluğu	100 metre	12 metre
Toplam boru uzunluğu	1000 metre	105 metre
En uzak eşdeğer boru uzunluğu	220 metre	50,4 metre
En uzun gerçek boru uzunluğu	180 metre	42 metre
En uzak eşdeğer borunun ilk branşmana uzaklığı	90 metre	36 metre
Dış üniteler arasındaki maksimum yatay uzaklık	25 metre	1 metre
En büyük dış ünitenin eşdeğer boru uzaklığı	10 metre	1 metre

Ayrıca dış ünite grupları bazı projelerde birden fazla üniteden oluştuğundan çoğu markada eş yaşlandırma denilen dış ünitelerin sırayla çalışmasını sağlayan sistemler yer alır. Bu sayede dış üniteler hemen hemen aynı sürelerde çalıştığından aynı koşullarda bakım ve onarım işlemine tabi tutulur ve bir ünite diğeri diğerinden fazla çalışmadığından eşdeğer olarak çalışmış olurlar. Şekil 4.1’de proje tasarımında dikkate alınması gereken sınırlar gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : VRF sisteminde izin verilen maksimum sınırlar [14].

Proje tasarımı yapılan binaya ait kat planları ve kolon şemalarını gösteren projeler Ek E.1’ de tüm katlar için ayrı ayrı gösterilmiştir.

4.2 Fan Coil Sistemi Projesi

Fan coil sistemi projelendirirken de, bina fiziki şartlarına bağlı olarak hesaplanan ısı kaybı ve ısı kazancı hesapları kullanılır. Bu ısı yüklerine göre sırasıyla aşağıdaki adımlarla fan coil projesi çizilir.

4.2.1 İç ünitelerin seçimi

İç üniteler herhangi bir zon (mahal) için hesaplanan ısıtma ya da soğutma yüklerinden en yüksek olanına göre seçilir. Üretici firmaların iç ve dış dizayn şartlarına göre kapasite tabloları bulunmaktadır. Bu tablolardan mahalın ısı yüküne bağlı olarak fan coil ünitenin modeli ve kapasitesi tespit edilir.

Fan coil cihazlarının ısıtma kapasiteleri soğutma kapasitelerine göre oldukça yüksektir. Üreticiler kataloglarında yer alan ısıtma kapasitelerini 70 °C giriş suyu sıcaklığı 60 °C çıkış suyu sıcaklığı olacak şekilde hesaplarlar. Burada serpantine giriş ve çıkış suyu arasında 10 °C farkı vardır oysa soğutma kapasitesi hesaplanırken 7 °C giriş, 12 °C çıkış suyu ve 5 derece sıcaklık farkı olduğu göz önüne alınır. “Δt” nin ısıtmada daha yüksek olması ısıtma kapasitesinin daha yüksek olmasına neden olur. Ayrıca üfleme fanının hangi devirde bu değerleri verdiği ve oda havasının şartları da katalog değerlerinde yer almaktadır. Projede kaset tipi fan coil cihazları kullanılacaktır. Çizelge 4.2 de örnek bir kaset tipi iç ünite için seçim tablosu gösterilmiştir. Proje tasarımında seçilen fan coil iç ünitelere ünitelere ait katalog Ek F.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2 : Firmaya ait fan coil iç ünite seçim çizelgesi [32].

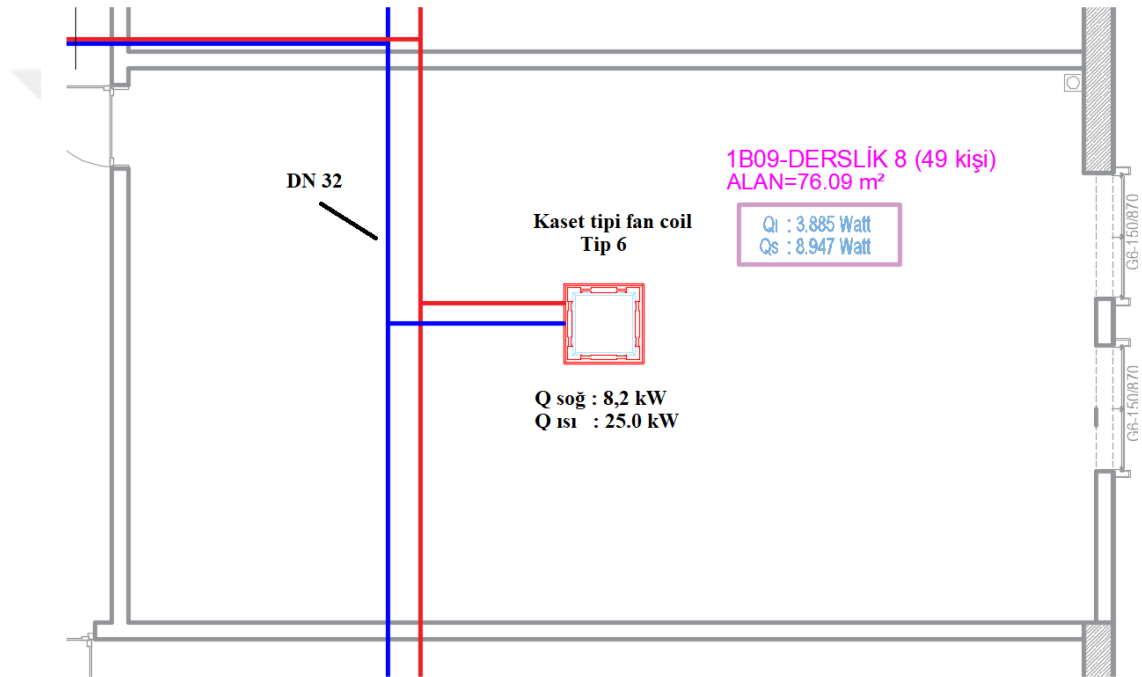
Teknik Özellikler						
Model	MKA-600R	MKA-750R	MKA-850R	MKA-950R	MKA-1200R	MKA-1500R
Nominal hava debisi (Düşük/Orta/Yüksek) (m ³ /h)	720/850/1000	900/1060/1250	1010/1190/1400	1150/1360/1600	1440/1700/2000	1840/1710/2550
Toplam soğutma kapasitesi ¹ (kW)	5,70	7,00	7,27	8,22	10,39	12,90
Duyulur soğutma kapasitesi ¹ kW	4,60	5,70	6,16	7,00	8,80	11,08
Isıtma kapasitesi ² (kW)	16,45	19,62	21,00	23,52	29,83	30,00
Su debisi (Soğutma) m ³ /h	0,98	1,20	1,25	1,41	1,79	2,22
Su debisi (Isıtma) m ³ /h	1,41	1,69	1,81	2,02	2,57	2,58
Su tarafı basınç kaybı (Soğutma) (kPa)	23,80	25,20	27,00	31,20	44,00	40,00
Su tarafı basınç kaybı (Isıtma) (kPa)	44,60	47,12	51,00	60,00	82,21	50,23
Boru çapı (Giriş/çıkış) (inç)	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
Ses basınç seviyesi (Düşük/Orta/Yüksek) ³ dB(A)	36/41/45	37/42/46	38/43/47	39/44/48	40/45/49	41/46/50
Ağırlık ⁴ kg	25,0	25,0	30,5	30,5	30,5	35,0
Boyutlar						
Cihaz boyutları (En*Boy*Yükseklik) mm	840*840*230	840*840*230	840*840*300	840*840*300	840*840*300	840*840*300

- Notlar :**
- 1 Hava giriş koşulları = 27 °C, Su giriş sıcaklığı = 7°C, Su sıcaklık farkı = 5 °C , yüksek devir
 - 2 Hava giriş koşulları = 20 °C, Su giriş sıcaklığı = 70°C, Su sıcaklık farkı = 10 °C , yüksek devir
 - 3 Ses basınç seviyesi hava çıkış ağzından 1 m. mesafede yankısız odada ölçülmüştür.
 - 4 Net ağırlık

Fan coil iç ünitelerinde bulunan fanlar genelde üç hızlıdır. Düşük, orta ve yüksek devir olarak fan hızı kontrol kumandası ile ayarlanabilmektedir. Fan coil iç ünitelerinin de ısıtma ve soğutma kapasiteleri fanın hızına bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle

kataloglarda fanın üç hızına karşılık gelen hava debisi ve yüksek devirde ısıtma – soğutma kapasitesi belirtilmektedir. Kapasite seçimleri yüksek devirde fan coil ünitenin kapasitesine göre yapılır.

Isıtma ihtiyacı 3.885 W, soğutma ihtiyacı ise 8.947 W olarak hesaplanan bir oda için, üretici firmanın katalogunda soğutma ihtiyacını sağlayan değer olarak 8,2 kW gücünde cihaz bulunmaktadır. Bu ünite, odanın ısıtma ihtiyacı olan 3.885 W değerini sağladığından seçilir. Bu şekilde iç ünitelerin seçimi tüm mahaller için tekrarlanır. Şekil 4.2’ de 1B09 numaralı odaya konulan fan coil iç ünitesinin konumu gösterilmiştir.



Şekil 4.2 : 1B09 numaralı mahale konulan fan coil cihazı.

4.2.2 Chiller seçimi

Fan coil her mahalde uygun yerlere yerleştirildikten sonra ısıtma için kazan ve soğutma için de soğuk su üretici, burada scroll kompresörlü chiller seçilir. Projesi yapılan binada toplam soğutma yükü saat 12.00 de ve 554.870 W olarak hesaplanmıştır. Yine üretici firma kataloglarından bu kapasitenin altında olmayan en yakın değer seçilir. Çizelge 4.3’te seçilen chiller için ve firmaya ait katalog ise Ek F.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.3 : Chiller ünitesinin üretici firma kataloğundan seçimi [33].

Teknik Özellikler	30KAV UNITS WITH HIGH ENERGY EFFICIENCY OPTION						
	500	550	600	650	720	800	900
Model							
Nominal soğutma kapasitesi (kW)	517	575	611	661	731	819	907
SEER (Ecodesign) (kW/kW)	5,32	5,32	5,40	5,38	5,44	5,36	5,31
ESEER (Ecodesign) (kW/kW)	5,11	5,13	5,15	5,13	5,25	5,15	5,11
SEER (Ecodesign) (Option 119+) (kW/kW)	5,43	5,43	5,50	5,47	5,53	5,47	5,41
ESEER (Eurovent) (Option 119+) (kW/kW)	5,22	5,23	5,25	5,24	5,36	5,26	5,21
EER (Eurovent) (kW/kW)	3,49	3,41	3,42	3,32	3,37	3,35	3,29
Energy class (Eurovent) (kW/kW)	A	A	A	A	A	A	A
Ses basınç düzeyi							
Standart ünite dB(A)	96	96	97	98	99	98	100
Düşük ses seçeneği dB(A)	95	95	94	96	97	96	98
Çok düşük ses seçeneği dB(A)	90	91	91	92	94	92	94
Boyutlar (En/Boy/Yükseklik) (mm)	6735	6735	6735	6735	7925	9120	9120
	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253
	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297
Soğutucu akışkan	R-134a						

Çizelge 4.3’ te soğutma kapasitesi 611 kW olan hava soğutmalı su soğutma grubu (chiller) seçimi gösterilmiştir. Chiller soğutma grubu seçiminde en önemli kriterlerden biri enerji verimliliğidir. Çünkü soğutma maliyeti işletme veya kullanıcılar için ciddi maliyetler getirmektedir. VRF dış ünitelerinde de olduğu gibi chiller grubunda da EER, ESEER ve IPLV olarak adlandırılan enerji verimlilikleri tanımları, ilgili başlıklarla açıklanmıştır.

4.2.2.1 EER (Energy Efficiency Ratio)

“Enerji verimlilik değeri” olarak tanımlanır. Bir soğutma cihazında evaporatörde elde edilen soğutma kapasitesinin (kW), cihazın tükettiği toplam elektrik enerjisine (kW) oranıdır. Örnek olarak yukarıdaki tabloda seçtiğimiz cihazın EER değeri 3.42 olarak verilmiştir. Buradan cihazın tam kapasite ile çalışırken çekeceği güç=611/3.42 = 178,65 kW olarak bulunabilir.

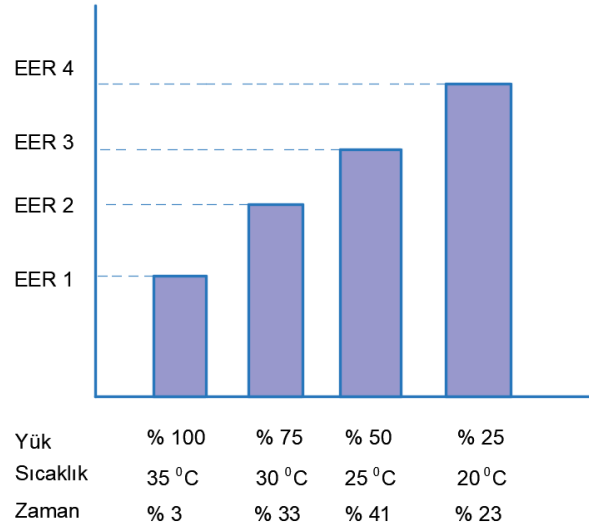
4.2.2.2 ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio)

Bir sezon çalışma boyunca cihazın tam yükte, % 75 yükte, % 50 yükte ve % 25 yükte ne kadar çalışacağını öngörerek hesaplanan verimlilik değeridir.

$$ESEER = 0,03 \cdot EER1 + 0,33 \cdot EER2 + 0,41 \cdot EER3 + 0,23 \cdot EER4 \quad (4.1)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Gerçek tüketime daha yakın değerler verir. Şekil 4.3'te Eurovent standartlarına göre chillerlerin kısmi yük oranları verilmektedir.



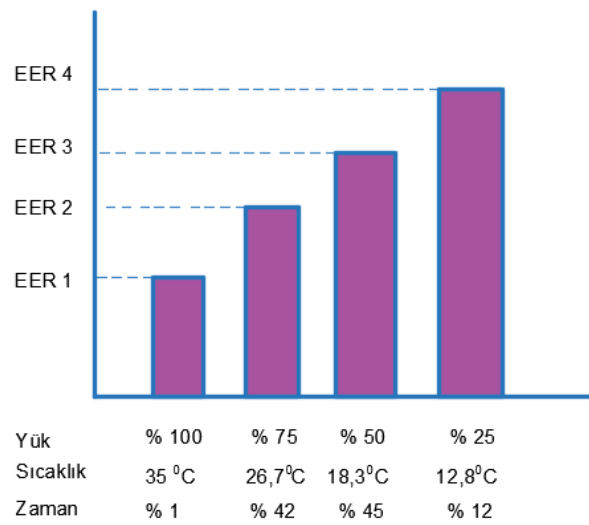
Şekil 4.3 : ESEER değeri hesap katsayıları

4.2.2.3 IPLV (Integrated Part Load Value)

“Entegre Edilmiş Kısmi Yük Değeri” olarak ifade edilebilir. AHRI standartlarına göre chillerlerin kısmi yük oranları Şekil 4.4'te gösterilmiştir.

$$IPLV = 0,01 \cdot EER1 + 0,42 \cdot EER2 + 0,45 \cdot EER3 + 0,12 \cdot EER4 \quad (4.2)$$

bağıntısı ile hesaplanır.



Şekil 4.4 : IPLV değeri hesap katsayıları

Avrupa ve ABD’ de çıkarılan yasalar ve yönetmelikler ile her geçen gün enerji tüketimine daha fazla odaklanılmakta ve tüketimin ölçümle doğrulanması istenmektedir. Özellikle değişken frekans sürücülerin kullanımının artması ile endüstri, soğutma gruplarının kısmi yüklerde veya tasarım koşulları dışında oluşan çalışma saatlerinin büyük çoğunluğunu tanımlayan IPLV kısmi yük değerine yönelmiştir [34].

Chiller seçiminde EER, ESEER ve IPLV değerleri karşılaştırılarak enerji verimliliği yüksek bir cihaz seçilmelidir. Enerji tüketimi hesabı ve karşılaştırması yapılırken vrf dış ünitelerinin ve chiller grubunun ESEER değerleri baz alınacaktır. Seçimi yapılan chiller soğutma grubunun atmosfere açık alanda çalıştırılması gerektiğinden teras katında yerleştirilmesi uygun görülmüştür.

4.2.3 Kazan seçimi

Bölüm 3’te bina için toplam ısı kaybı 419.317 W olarak hesaplanmıştı. Kazanın verimliliğini de hesaba katılarak binanın ısıtma yükünü karşılayacak şekilde bir kazan seçilmelidir. Son yıllarda kendinden brülörü olan premiks brülörlü yoğuşmalı kazanlar verimliliğin yüksek olmasından dolayı öne çıkmaktadır. Projedeki kapasite için kısmi yükte ortalama verimleri %95-%96 arasında değişmektedir. Ortalama olarak %95 verimli kabul edilirse istenilen kazanın kapasitesi $419.317 / 0,95 = 441.386$ W olarak bulunur. Seçilecek olan markanın kataloğundan bu değerden küçük olmayan en yakın kapasiteli kazan seçilir. Çizelge 4.4’te Hoval marka yer tipi yoğuşmalı kazanın seçim kataloğu gösterilmektedir. Kazan seçimi 80-60 °C kapasitesi baz alınarak yapılmıştır,

Çizelge 4.4 : Yoğuşmalı yer tipi kazan için seçim kataloğu [35].

Teknik bilgiler		(125)	(150)	(200)	(250)	(300)	(350)	(400)	(450)	(500)	(575)	(650)	(720)	(850)	(1000)
Nominal kapasite 40/30 °C	kW	28-123	28-150	44-200	49-250	57-300	58-50	97-400	97-450	97-500	136-575	136-650	142-720	166-850	224-1000
Nominal kapasite 80/60 °C	kW	25-113	25-138	39-185	44-230	51-278	51-320	87-370	87-410	87-460	122-524	122-592	127-655	148-776	199-912
Kısmi yükte kazan verimi 30%* (EN 303)	%	106.9 / 96.3	106.9 / 96.3	106.7 / 96.1	106.5 / 95.9	107.0 / 96.4	107.3 / 96.7	107.5 / 96.8	107.5 / 96.8	107.6 / 96.9	107.6 / 96.9	107.5 / 96.8	107.7 / 97.0	107.7 / 97.0	107.7 / 97.0
Maks. işletme basıncı	bar	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
Kazan su hacmi	litre	206	194	359	341	318	428	411	387	375	549	529	478	860	793
Ağırlık	kg	383	409	634	672	724	865	903	955	981	1283	1328	1438	1743	1893
Boyutlar G / Y / D	mm	820 / 1853 / 1336		930 / 1953 / 1684			1110 / 2100 / 1775			1290 / 2116 / 1928			1550 / 2169 / 2243		

Seçilen kazan nominal kapasitede 80-60 °C çalışma rejiminde 97 ile 500 kW arasında ısıtma gücüne sahiptir. Bu projede de ihtiyaç olan 441.386 W kapasiteyi sağladığından seçim uygundur. Ek F.1’de seçilen kazanın teknik kataloglarını gösteren bilgiler verilmiştir.

4.2.4 Sirkülasyon pompalarının kapasitelerinin ve boru çaplarının belirlenmesi

Fan coil projesi iki borulu olarak tasarlanmıştır. Yaz dönemi soğutmada ve kış dönemi ısıtmada aynı hat kullanılacağından boru çapları yüksek ısı yükünün olduğu döneme göre hesaplanmalıdır. Örneğin 1B04 numaralı mahalın soğutma yükü 8.940 W ve ısıtma yükü de 3.136 W olarak hesaplanmıştır. Bu mahale konulacak cihaz için soğutma boru çapı tablodan hesaplanırsa, kapasite aralığı 1.600 – 3.250 kcal olan 1 ¼ inç boru çapı aralığında bulunur. Isıtma için aynı işlem tekrarlanırsa 3.136 watt için ¾ inç çapında boru gerekmektedir. Aynı fan coil için, soğutmada 1 ¼ inç ve ısıtmada ¾ inç çapında boru karşılık geldiği görülmektedir. Ancak sistem iki borulu olduğundan burada büyük çıkan çapı yani soğutma için gereken çap kabul edilir. Çizelge 4.5'te aynı kapasitelerde soğutma yükü için gereken boru çaplarının ısıtma için gerekenden büyük olduğu görülebilir.

Çizelge 4.5 : Isıtma ve soğutma güçlerine göre uygun boru çapları.

Isıtmada boru çapı tablosu				Soğutma boru çapı tablosu			
Kcal / h - Kcal / h			kW - kW	kcal / h - kcal / h			kW - kW
0 - 2.000	1/2"	DN 15	0,0 - 2,3	0 - 1.600	1/2"	DN 15	0,0 - 1,9
2.000 - 6.000	3/4"	DN 20	2,3 - 7,0	1.600 - 3.250	3/4"	DN 20	1,9 - 3,8
6.000 - 12.000	1"	DN 25	7,0 - 14,0	3.250 - 6.500	1"	DN 25	3,8 - 7,6
12.000 - 24.000	1 1/4"	DN 32	14,0 - 27,9	6.500 - 12.950	1 1/4"	DN 32	7,6 - 15,1
24.000 - 40.000	1 1/2"	DN 40	27,9 - 46,5	12.950 - 19.800	1 1/2"	DN 40	15,1 - 23,0
40.000 - 75.000	2"	DN 50	46,5 - 87,2	19.800 - 36.250	2"	DN 50	23,0 - 42,2
75.000 - 160.000	2 1/2"	DN 65	87,2 - 186,0	36.250 - 75.600	2 1/2"	DN 65	42,2 - 87,9
160.000 - 270.000	3"	DN 80	186,0 - 314,0	75.600 - 113.400	3"	DN 80	87,9 - 131,9
270.000 - 450.000	4"	DN 100	314,0 - 523,3	113.400 - 234.000	4"	DN 100	131,9 - 272,1
450.000 - 700.000	5"	DN 125	523,3 - 814,0	234.000 - 403.000	5"	DN 125	272,1 - 468,6
700.000 - 1.200.000	6"	DN 150	814,0 - 1.395,3	403.000 - 655.000	6"	DN 150	468,6 - 761,6
1.200.000 - 2.500.000	8"	DN 200	1.395,3 - 2.907,0	655.000 - 1.425.000	8"	DN 200	761,6 - 1.657,0
2.500.000 - 6.000.000	10"	DN 250	2.907,0 - 6.976,7	1.425.000 - 2.250.000	10"	DN 250	1.657,0 - 2.616,3

Proje çiziminde fan coil kapasiteleri toplanarak gerekli olan çap değeri tablodan seçilerek ilerlenir.

Sirkülasyon pompaları seçiminde iki parametre baz alınarak hesap yapılır. Bunlar debi (m^3/s) ve basınçtır (mSS). Gerekli olan basıncı hesaplamak için fan coilere çekilen boru hatlarından sirkülasyon pompalarına yatayda ve düşeyde en uzak olan hat alınır. Bu hat kritik hat olarak tanımlanır ve daha sonra kritik hattın basınç kaybı hesabına geçilir. Kritik hat basınç kaybı hesabında bazı parametrelerin bilinmesi ve ona göre işlem yapılması gerekir. Örneğin sürtünme kaybı için kullanılan çelik borunun ξ değerleri alınarak birim metre başına sürtünme kaybı hesabı yapılır. Ara parça

elemanları örneğin dirsek, redüksiyon, vana, pislik tutucu, çekvalf vb. gibi elemanlar hesaba katılarak basınç kaybı bulunur.

$$H = \sum (L \cdot R) + \sum Z \text{ (mmSS/m)} \quad (4.3)$$

formülünde yerine konularak bulunur. Bu denklemde;

L : Boru parçasının uzunluğunu (m)

R : Metre boru başına basınç kaybı (mmSS/m)

Z : Özel direnç kayıpları (mmSS/m)

Çizelge 4.6 : Boru çapı hesabı çizelgesi

BORU ÇAPI HESABI ÇİZELGESİ														Sayfa			
..... Binası														Kat			
a	b	c	d	Yaklaşık boru çapına göre					Değiştirilmiş boru çapına göre					Fark			
Boru Parçaları	Isi Miktarı	Sıcaklık farkı ...°C olduğuna göre isi miktarı	Boru Parçası Uzunluğu	d	W	R	LR	$\sum \xi$	Z	d	W	R	LR	$\sum \xi$	Z	LR	Z
No	kcal/h	kcal/h	m	m/s	$\frac{\text{mmSS}}{\text{m}}$	mmSS		mmSS		m/s	$\frac{\text{mmSS}}{\text{m}}$	mmSS		mmSS		mmSS	mmSS

Bağlantı elemanlarından oluşan basınç kayıpları ise Çizelge 4.6'ya göre doldurulur. Tabloda her bağlantı elemanına karşılık gelen basınç kaybı değeri toplanarak o hattaki toplam basınç kaybı bulunur. Bulunan basınç kaybına %10 eklenerek sirkülasyon pompasının gerekli basınç değeri hesaplanır.

Sirkülasyon pompalarının debi hesabı ise basınç hesabına göre daha kolaydır. Sirkülasyon pompasının debisi V_p , Denklem 4.4'e göre hesaplanır.

$$V_p = Q_K / [C \cdot g \cdot (T_g - T_d)] \quad (4.4)$$

Q_K : Tesisin toplam ısı ihtiyacı

C : Suyun özgül ısınma ısısı ($C = 1 \text{ kcal/Kg}^\circ\text{C}$)

g : Suyun yoğunluğu (Kg/m^3)

$T_g - T_d$: Sisteme gidiş ve dönüş sıcaklıkları arasındaki fark ($^\circ\text{C}$)

90/70 sıcak sulu sistemlerde $T_g - T_d = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $g = 1000 \text{ Kg/m}^3$ seçilirse

$V_p = Q_K/20.000$ (m³/h) ifadesi bulunur.

Sirkülasyon pompaları seçiminde istenilen debi ve basınca göre seçim yapılır. Bu işlemde sirkülasyon pompasının basma yüksekliği debi karakteristik eğrileri kullanılarak istenilen basınç ve debiyi sağlayan pompalar seçilir. Örnek olarak chiller hattına basan pompanın seçiminde aşağıdaki yol izlenir. Burada not edilmesi gereken chiller cihazlarının güçleri 7-12 °C arasında hesaplandığıdır. Genel olarak sulu soğutma sistemlerinde bu aralığa göre seçim yapılır.

Chiller hattı soğutma kapasitesi : 554.870 watt

Pompa debisi (V_p) = $554.870 / [(12-7) °C] = 110,97$ m³/h olarak bulunur.

Projesi yapılan binanın, fan coil sistemi projelerine ait kat planları ve kolon şeması Ek E.2' de verilmiştir.



5. VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNDE MALİYET HESABI

Bina ısı kaybı ve kazançları her iki sistem için de eşdeğer alındığında her bir sistem için gerekli maliyet hesabı ilgili başlıkta verilmiştir.

5.1 VRF Klima Sistemi Metraj Hesabı

VRF klima sisteminin maliyetinin hesaplanması için öncelikle sistemin tüm elemanlarının miktarlarının bulunması gerekir. Bu nedenle fiyat tekliflerine esas olacak metrajların hesabı yapılmalıdır. VRF klima tesisatındaki elemanlar dış üniteler, kaset tipi iç üniteler, iç ünitelere ait uzaktan ya da kablolu kumandalar, Y ve T bakır bransmanlar, bakır borular, kauçuk yalıtım, elektrik kabloları ve drenaj hattı için kullanılan polietilen borudan oluşur.

5.1.1 Dış ünite gruplarının hesabı

Projesi yapılan binada VRF sistemine ait dış ünite grupları 5 bölümden oluşmaktadır. Çizelge 5.1’de tüm sistemlere ait ünitelerin kapasite değerleri ve sistemin toplam soğutma gücü verilmiştir.

Çizelge 5.1 : Projede kullanılan dış ünitelerin kapasite değerleri.

Dış ünite grubu adı	Dış ünite soğutma gücü
Sistem 1	20 Hp
Sistem 2	48 Hp
Sistem 3	42 Hp
Sistem 4	40 Hp
Sistem 5	60 Hp
Toplam soğutma gücü	210 Hp

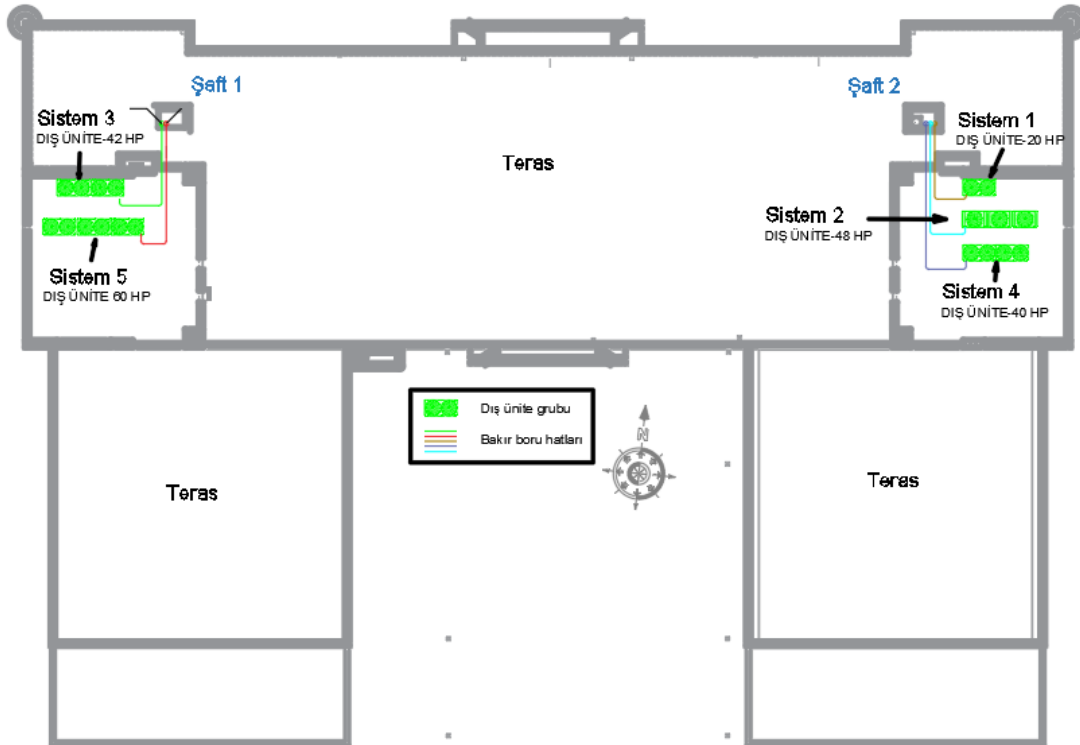
Dış ünitelerin toplam soğutma gücü 210 HP (588 kW) olarak hesaplanmıştır. İç ünitelerin toplam soğutma kapasiteleri ise 218,3 Hp (611 kW) hesaplanmıştır. Vrf klima tesisatında dış ünitelerin toplam gücü ile iç ünitelerin toplam gücü arasındaki fark yüzde olarak hesaplanıp oranlandığında çıkan sonuca diversite denmektedir. Bu fark hem ısıtma hem soğutmanın yapıldığı projelerde %10 oranını aşmadığı zaman problem teşkil etmemektedir. Bütün mahallerde iç ünitelerin hepsinin tam güçte

çalışması beklenmediği için bina işletme koşullarına uygun değerde diversite oranı kabul edilebilir. Projemizde diversite oranı (DO) hesaplanacak olunursa;

$$DO = 218,9 \text{ HP} / 210 \text{ HP} = \%104 \text{ olarak bulunur.}$$

Çizelge 5.1' de verilen güçleri tek bir dış ünite ile büyük güçler gerekli olduğunda sağlamak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle VRF dış ünite gruplarında kombinasyonlar yapılarak istenilen güçler elde edilir. Bu projede de sistem 1 de 20 HP gücündeki dış ünite grubu iki kompresörlü tek bir dış üniteden, sistem 2 deki 48 HP gücündeki dış ünite grubu 3 adet 16 HP gücündeki dış ünitelerden, sistem 3 deki 42 hp gücündeki dış ünite grubu 2 adet 22 HP gücündeki dış ünite gruplarından, sistem 4 deki 40 HP gücündeki dış ünite grubu 2 adet 20 HP gücündeki dış ünite gruplarından ve sistem 5 deki 60 HP gücündeki dış ünite grubu da 3 adet 20 HP gücündeki dış ünite gruplarından kombinasyonlar yapılarak oluşturulmuştur.

VRF klima tesisatında kullanılan dış ünite gruplarının teras katındaki konumları ve HP değeri olarak soğutma kapasiteleri Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 : Projede kullanılan dış ünitelerin teras katındaki konumları.

5.1.2 İç ünitelerin hesabı

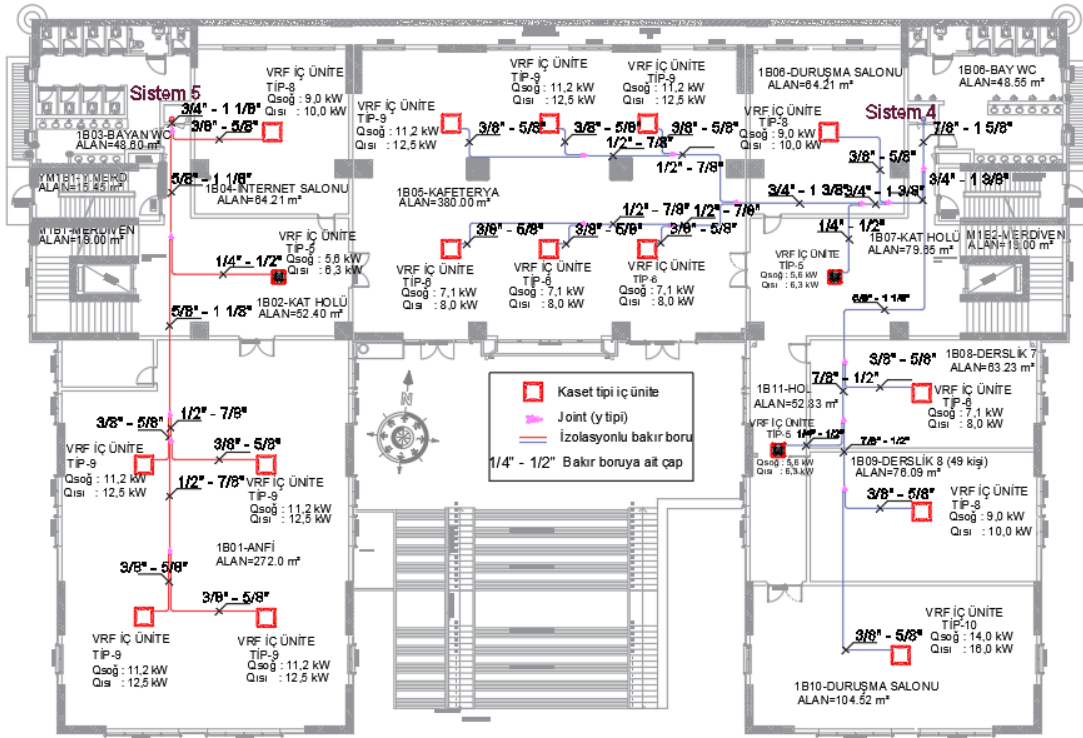
İç üniteler havayı eşit olarak dört yöne verimli vermesi için dört yöne üflemlerli kaset tipi olarak seçilir. Kaset tipi seçilmesinin bir diğer önemli tarafı da kanallı cihazlara göre daha kolay montajı olması ve önünde kanallardan yapılan üfleme kutusunun yapılma mecburiyetinin olmamasıdır. Ayrıca kanallı tip cihazlarda menfez konulması gerekliliği vardır. Çizelge 5.3'te projede kullanılan kaset tipi cihazların adetlerini ve kapasitelerini göstermektedir.

Çizelge 5.2 : Projede kullanılan iç ünitelerin kapasite değerleri

İç ünite gücü	Sayısı	Toplam gücü
2,5 Hp (7,1 kW) dört yöne üflemlerli kaset tipi	11	37,5 HP
3,2 Hp (9 kW) dört yöne üflemlerli kaset tipi	8	16 HP
4,0 Hp (11,2kW) dört yöne üflemlerli kaset tipi	24	104 HP
0,8 Hp (2,2 kW) dört yöne üflemlerli kompakt kaset tipi	18	18,4 HP
1,0 Hp (2,8 kW) dört yöne üflemlerli kompakt kaset tipi	18	9 HP
1,25 Hp (3,6 kW) dört yöne üflemlerli kompakt kaset tipi	6	7,5 HP
1,7 Hp (4,5 kW) dört yöne üflemlerli kompakt kaset tipi	7	11,9 HP
2,0 Hp (5,6 kW) dört yöne üflemlerli kompakt kaset tipi	9	14 HP
Toplam	101 adet	218,9 HP

Kapasitesi nispeten düşük olan iç üniteler klima üreticileri tarafından daha küçük boyutlarda üretilmekte ve buna kompakt iç ünite adı verilmektedir. 60 cm x 60 cm boyutlarında üretilmektedir. Bu projede de 2,2 kW, 2,8 kW, 3,6 kW, 4,5 kw ve 5,6 kW soğutma kapasitesindeki iç üniteler kompakt tiptir. Diğer yüksek kWasiteli iç üniteler ise 90x90 cm boyutlarına sahiptir.

Şekil 5.2' de 1. bodrum kata ait VRF sisteminin projesi verilmiştir. VRF sistemine ait projede kullanılan iç ünitelerin ısıtma ve soğutma kapasiteleri ve sistemde kullanılan izolasyonlu bakır boruların çapları gösterilmiştir. Ek E.1'de ise her mahale konulan iç ünitenin ısıtma ve soğutma kapasiteleri, adetleri tüm kat planları için projede gösterilmiştir.



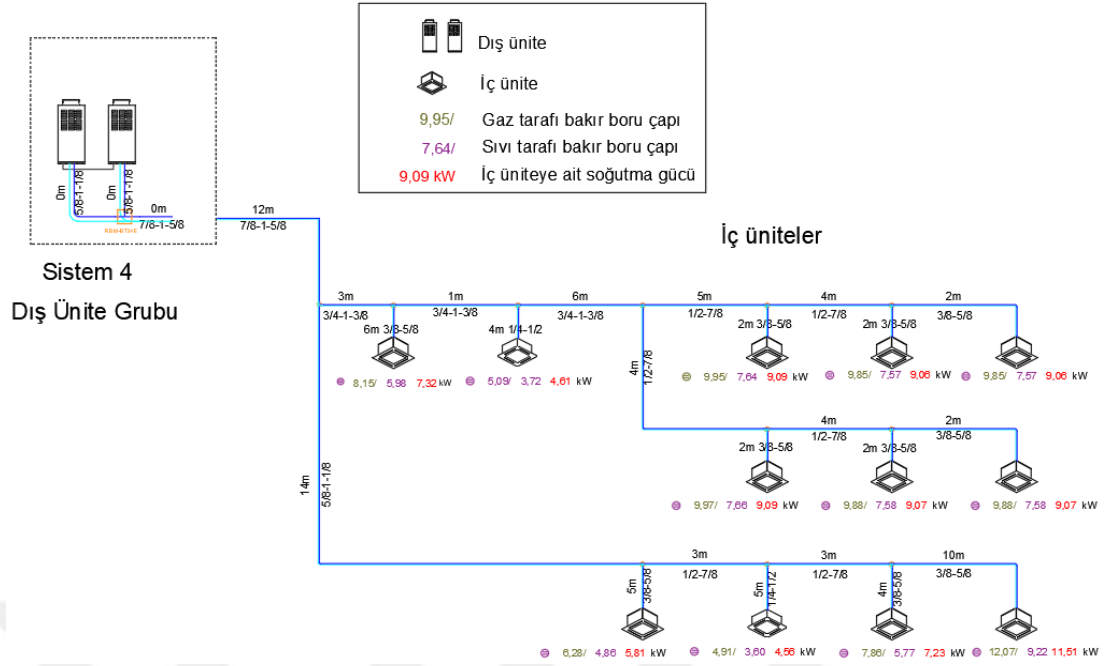
Şekil 5.2 : 1. Bodrum kata ait VRF projesi.

5.1.3 Bakır boru, joint elemanları ve kauçuk yalıtım hesabı

Projede kullanılan bakır boru metrajı programa girilen kat yükseklikleri ve bazı parametreler ışığında otomatik olarak hesaplanabilmektedir. VRF klima tesisatındaki bakır borular üreticiler tarafından izoleli bakır boru diye adlandırılan kauçuk yalıtım malzemesine sarılı olarak piyasaya sürülmektedir.

VRF projesinde iç ünitelerin ve dış ünitelerin mimari projede gösterildiği kat planı projelerinin yanında sistemdeki dikey boruların ölçülmesi ve projenin daha rahat okunabilmesi amacı ile kolon şeması adı verilen çizimler de yer alır.

Kolon şemasında her sisteme ait grubun dış ünite grubu, dış ünite grubuna bağlı olan iç üniteler ve kapasiteleri, jointler ve yatay ile dikey bakır boruların çapları gösterilir. Şekil 5.3' te Sistem 4' e ait kolon şeması gösterilmiştir. VRF sistemine ait tüm kolon şemalarını içeren projeler Ek E.1'de verilmiştir.



Şekil 5.3 : Sistem 4 grubuna ait kolon şeması.

Projede bulunan beş sistemin de kat planı projelerinden ve kolon şemalarından faydalanılarak toplam bakır boru uzunlukları çaplara göre hesaplanır. Çizelge 5.4' de gaz tarafı ve sıvı tarafı ayrı ayrı verilerek diğer kısımda da toplam bakır boru miktarı verilmiştir. Bakır boru çapları piyasada inç uzunluk ölçüsü ile bilinir. Burada da çaplar inç cinsinden verilmiştir.

Çizelge 5.3 : Projede kullanılan toplam bakır boru uzunlukları

Bakır boru çapı	Gaz tarafı (m)	Sıvı tarafı (m)	Toplam (m)
1/4 "	0	236	236
3/8 "	180	348	528
1/2 "	69	113	182
5/8 "	335	94	429
3/4 "	0	47	47
7/8 "	113	51	164
1 1/8 "	123	0	123
1 3/8 "	18	0	18
1 5/8 "	51	0	51

Ana dağıtım borularından alınacak olan branşmanlar VRF klima sisteminde joint denilen elemanlarla yapılmaktadır. Bu joint elemanları ile sıvı ve gaz tarafındaki yüksek basınçtaki havayı ya da sıvıyı az kayıpla bakır boru içerisinde dolaştırmak mümkün olmaktadır. Projede toplamda 101 adet Y joint kullanılmıştır. Bakır borular

üretici firmalardan kauçuk yalıtımı ile beraber gelmektedir. Ayrıca yalıtım kaynak yerlerine ve joint elemanları için gerekmektedir.

5.1.4 İç ünitelere ait bireysel kumanda ve merkezi kumanda cihazı

VRF klima sisteminde iç ünitelerin bireysel kontrolü için duvar tipi kablolu kumanda ya da uzaktan kumanda opsiyonları vardır. Binanın üniversite binası olarak ortak kullanım amacı olduğundan duvar tipi kablolu kumanda tercih edilmiştir. Her iç üniteye bir adet duvar tipi kablolu kumanda gerektiğinden toplam iç ünite sayısı olan 101 adet kablolu kumanda kullanılmıştır. Kablolu kumandalarda haftalık program yapılarak sabah istenilen saatte çalışmaya başlatabilme akşam istenilen saatte iç üniteyi kapatabilme fonksiyonları bulunmaktadır. Bu da klimaların gereksiz yere çalışmasını önleyerek tasarruf sağlanmış olacaktır.

VRF klima sistemi üreticilerinin hemen hepsinde merkezi kumanda cihazı denilen tüm klimaların tek bir cihazda kontrol edilebilmesini sağlayan bir ünite bulunmaktadır. Bu cihaz haberleşme kablosu ile bütün iç üniteleri kontrol edebilmektedir. Örneğin tüm iç üniteleri aynı anda kapatabilme ya da açma, istenilen iç üniteleri kapatıp açma, haftalık, aylık ya da yıllık program yaparak iç ünitelerin çalışma zamanlarını, sıcaklık kontrolünü yapabilmektedir. Bu özellikleri ile merkezi kumanda cihazı tek başına sistemin otomasyonu yapabilmektedir. Üreticilere özgü değişik özellikte merkezi kumanda cihazı işlevleri olmasına rağmen hemen hepsinde saydığımız özelliklerin birçoğu bulunmaktadır. Bu projede de 101 adet iç ünitenin merkezi kontrolünün sağlanması için bir adet merkezi kumanda cihazı kullanılmıştır.

5.1.5 Sistemde kullanılan toplam soğutucu akışkan miktarı

VRF klima sistemlerinde genellikle akışkan olarak doğaya zarar vermeyen R410A gazı kullanılmaktadır. R410A soğutucular basınç altında sıvılaştırılmış uçucu ya da çok uçucu florinli hidrokarbonlardır. Tutuşmaz ve uygun biçimde kullanıldığında sağlığa zararlı değildir. Dış üniteler üretim tesislerinde içerisinde bir miktar R410A gazı ile gelmektedir. Her sisteme de borularda ve iç ünitelerde olması gereken miktar kadar gaz ise sisteme test esnasında verilir. Çizelge 5.5' te her sisteme ait dış ünite grubundaki mevcut R410A miktarı ve eklenen miktar gösterilmiştir.

Çizelge 5.4 : Projede kullanılan toplam soğutkan gaz miktarı

Sistem numarası	Dış ünite de bulunan R410A miktarı (kg)	Borular için eklenen R410A miktarı (kg)	Toplam
Sistem 1	11,5	18,57	30,07
Sistem 2	34,5	34,15	68,65
Sistem 3	23	39,6	62,6
Sistem 4	23	36,1	59,1
Sistem 5	34,5	60,8	95,3
Toplam	126,5	189,22	315,72

VRF sistemi istenilen basınçta çalışırken Çizelge 5.4'te verilen boru hesaplarına bağlı olarak yaklaşık 189,22 kg kadar soğutucu (R410A) ilave edilir.

VRF sisteminin tamamı dikkate alındığında; toplam 210 HP gücünde dış ünite grubu, toplamda 218,3 HP gücünde 101 adet iç ünite ve 101 adet kablolu duvar tipi kumanda ve 1 adet merkezi kumanda cihazı, değişen çaplarda bakır boru ve 98 adet Y joint elemanı, toplam 315,72 kg R410A gazı ile birlikte sistem tamamlanmıştır.

5.2 VRF Klima Sisteminin Maliyet Hesabı

Metrajı yukarıda detaylı olarak yapılan VRF klima sisteminin maliyeti için, klima sistemlerinin üretim ve satışını gerçekleştiren 2 firmadan fiyat alınmış ve alınan bu rakamlar ile Çizelge 5.5 oluşturulmuştur. Firmalar, cihazların şantiye sahasına getirmekten, cihazların montajını yapıp çalışır halde tesliminden sorumlu olarak fiyatı vermişlerdir. Fiyat tekliflerinin hangi işleri kapsadığı teklif mektubunda belirtilmiştir. Fan coil tesisatının maliyeti de yine aynı firmalardan alınarak kullanılmıştır. Fiyat teklifine dahil olan işler;

- İç ünitelerin yerlerine montajı, üniteler arası bakır boru tesisatının çekilmesi ve bransman kitlerinin yerleştirilmesi
- Dış ünitenin yerine yerleştirilmesi, yatay ve düşey, taşıma ve yerleştirme
- İç üniteler arası ve dış üniteye bağlı sinyalizasyon kablusunun çekilmesi
- İç üniteler arası ve dış üniteye bağlı bakır boru izolasyonlarının yapılması
- Sistemin azotla kaçak testinin yapılması
- Sistemlerin işletmeye alınması

Çizelge 5.5' te iki üretici firmadan alınan dış ünitelerin, iç ünitelerin, kablolu uzaktan kumandaların, refnet joint, bransmanların ve montaj yapılarak devreye alınma işleminin yer aldığı fiyat teklifleri gösterilmektedir. İki üretici firmadan alınan fiyat

tekliflerinde % 10 indirim yapılmıştır. Ortalama fiyat ise iki firmadan alınan tekliflerin aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.5 : Fiyat teklifleri ve yaklaşık maliyet hesabı.

Sıra No	Ürün grubu	Birimi	1. Firma Teklif (TL)	2. Firma Teklif (TL)	İndirim Oranı %	Ortalama Fiyat (TL)
1	Dış Ünite Grubu Toplam Soğutma gücü 210 Hp (frekans konvertörlü)	Adet	430.931,10	479.807,47	%10,00	409.832,35
2	Projede belirtilen kapasitelerde toplamda 101 adet İç ünite	Adet	423.958,02	521.446,32	%10,00	425.431,95
3	Kablolu kumanda (101 adet)	Adet	20.355,00	33.120,40	%10,00	24.063,00
4	Merkezi kumanda cihazı	Adet	9.221,24	12.790,80	%10,00	9.905,42
5	Refnet joint ve bransmanlar	Adet	35.385,84	52.077,12	%10,00	39.358,33
6	Bakır borulama, R410A gaz dolumu, montaj ve devreye alma	Metre	232.085,64	250.716,00	%10,00	217.248,58
	Toplam		1.151.935,84	1.349.958,11		1.134.360,09

VRF klima tesisatının binaya uygulanmasının montaj ve devreye alma işlemleri dahil çalışır halde teslimi piyasa ortalama fiyatları ile 1.134.360,09 TL (Kdv hariç) olarak hesaplanmıştır. VRF tesisatının piyasa fiyatları ile KDV dahil toplam 1.338.544,92 TL olarak bulunmuştur. Fiyatların alındığı tarihteki dolar kuru değişkenlik göstermekle birlikte 1 Dolar 5,62 TL olarak ve 1 Euro ise 6,35 TL olarak alınmıştır (3 Temmuz 2019).

5.3 Fan Coil Sisteminin Metraj Hesabı

Fan coil projesinde ısı üreticisi olarak bir adet yer tipi yoğuşmalı kazan, bir adet soğuk su üreticisi olarak chiller, toplamda 101 adet fan coil iç ünitesi bulunmaktadır. Metrajı yapılacak olan sistemlerde boru, vana, pislik tutucu çekvalf, genişleme tankı, emniyet ventili, boru yalıtımı, hava tüpleri gibi elemanların sayısı ve uzunlukları hesaplanır.

5.3.1 Soğutucu ünite (chiller), kazan ve iç ünitelerin metraji

Daha önce hesaplandığı gibi sistemde 460 kW (80-60 °C) gücünde bir adet yer tipi premiks brülörlü yoğuşmalı kazan ve 611kW (7-12 °C) gücünde soğutucu ünite (chiller) seçilmişti. Projede ısı kayıp ve kazanç hesaplarına göre mahallere konulan fan coil iç ünitelerin kapasiteleri bulunduktan sonra toplam adetleri hesaplanmıştır. Çizelge 5.6'da kapasitelere göre fan coil adetleri verilmiştir.

Çizelge 5.6 : Katlara göre fan coil iç ünite tipleri ve sayıları.

Fan coil tipi	Soğutma Kapasitesi (kw)	Isıtma Kapasitesi (kw)	2. Bodrum Kat	1. Bodrum Kat	Zemin Kat	1. Kat	2. Kat	Toplam Adet
Tip 1	3	6,8	4	-	-	28	2	34
Tip 2	3,7	8,6	-	-	2	4	-	6
Tip 3	4,5	10,3	-	-	-	4	3	7
Tip 4	5,7	16,4	2	3	-	-	2	7
Tip 5	7	19,6	2	3	4	4	1	14
Tip 6	8,2	23,5	-	5	-	-	4	9
Tip 7	10,4	29,8	8	8	8	-	-	24
			16	19	14	40	12	101

Projede her iç üniteye ait birer adet oda termostatı yer alır. Her fan coil bağımsız olarak kontrol edilebileceğinden toplamda 101 adet de oda termostatı bulunmalıdır.

5.3.2 Çelik boruların ve sirkülasyon pompalarının metraji

Fan coil projesinde hesaplanan çelik boru chiller grubundan kazan dairesindeki pompalara ve sistem pompalarından fan coil iç ünitelerine kadar olan çelik borulardan ve kazan dairesindeki kollektör gruplarına gelen dönüş borularından oluşur. Sistemde bulunan değişen çaplarda çelik borular anti pas ile boyanmalı ve üzerine uygun çaplarda ısı yalıtım malzemesi kaplanmalıdır. Çizelge 5.7'de projede kullanılan toplam boru metraji çaplara göre verilmiştir. Ek E.2' de tüm kat planlarına ait fan coil tesisatı projesinde boru çapları da gösterilmiştir.

Çizelge 5.7 : Projedeki çelik boru metraji.

Çelik boru çapı (inç)	Uzunluk (metre)
1/2 "	20
3/4 "	88
1 "	320
1 1/4 "	245
1 1/2 "	135
2 "	142
2 1/2 "	160
3 "	80
4"	75
5"	95
6 "	170
8"	112
10 " (Kollektör için)	15

Sirkülasyon pompaları sistemde toplamda 9 adet bulunmaktadır. Bu pompaların chiller grubuna basan hattında iki adet asıl bir adet yedek pompa bulunmaktadır. Sisteme basan hatlar toplamda iki adet olduğundan her hatta iki asıl bir de yedek pompa bulunmaktadır.

5.4 Fan Coil Tesisatının Maliyet Hesabı

Fan coil projesinde bulunan bütün malzemelerin fiyatları üç değişik firmadan alınarak hesaplanmıştır. Fiyat karşılaştırmasının tutarlı olması açısından VRF tesisatı fiyatları alınan firmalar seçilmiştir. Chiller ve yoğuşmalı kazan fiyatları Daikin, Alarko ve York markalarından alınmıştır. Firmaların teklifleri dolar ve euro cinsinden verilmiş olup Ekim ayı döviz kuru baz alınarak Türk lirasına çevrilmiştir. Boru, vana, sirkülasyon pompaları, vana ceketleri, genişleme tankları, taş yünü izolasyon malzemeleri ve işçilik fiyatları da piyasadaki sektöründe bilinen markalardan alınmıştır.

Çizelge 5.8'de, ilk sütunda malzemenin cinsi, diğer sütunlarda da firmalardan alınan fiyatlar ve en son sütunda ise bu fiyatların ortalaması alınarak yaklaşık maliyet hesabı yapılmıştır. Başlangıçta fan coil sisteminin ana elemanları olan kazan, chiller ve fan coil iç ünitelerinin piyasa fiyatları verilmiştir.

Çizelge 5.8 : Fan coil, chiller ve kazanın piyasa fiyatı.

Sıra	Malzeme cinsi	1. marka fiyatı (TL)	2. marka fiyatı (TL)	3. marka fiyatı (TL)	İskonto oranı (%)	Ortalama fiyat (TL)
1	Hava soğutmalı kondenserli, vidalı kompresörlü su soğutma grubu (Chiller) 600 kW Frekans Kontrollü (Montaj ve devreye alma dahil)	505.909,80	717.060,00	614.601,00	10,00	551.271,24
2	500 kW ısıtma kapasitesine sahip premiks brülörlü yer tipi yoğuşmalı kazan (Programlama modülü,montaj dahil)	90.321,00	94.350,00	92.820,00	10,00	83.247,30
3	Toplamda 101 adet projedeki kapasitelerde kaset tipi dört yöne üflemler fan coil ve oda termostadı (Montaj dahil)	506.742,12	708.900,00	572.404,62	10,00	536.414,02
					Toplam	1.170.932,56

Yer tipi premiks brülörlü (karışım havalı, kendinden brülörlü) 500 kW ısıtma kapasitesindeki kazan, 600 kW soğutma kapasitesindeki hava soğutmalı su soğutma grubu (chiller) ve toplamda 101 adet kaset tipi fan coil iç ünitelerinin toplam fiyatı KDV hariç 1.147.973,10 TL olarak bulunmuştur.

Yapılan projede maliyeti nispeten yüksek olan cihazların piyasa ortalama fiyatları bu şekilde alınmış oldu. Fan coil tesisatı büyük çaplarda çelik boru ve bunlara bağlı olarak da büyük çapta vana, pislik tutucu, çekvalf gibi elemanlar da içerir. Ayrıca boruların boyanması, ısı izolasyonlarının yapılması gereklidir. Bu malzemeler ve işçilikleri de belirli bir maliyet getirmektedir. Çizelge 5.9’da, kdv hariç olarak projede metrajı çıkarılan malzemelerin üç firmadan alınan fiyatları, indirim oranları ve bu fiyatların ortalamaları alınarak oluşturulan yaklaşık piyasa değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 5.9 : Fan coil tesisatı malzeme ve işçilik fiyatları.

Sıra	Malzeme cinsi	1. marka fiyatı (TL)	2. marka fiyatı (TL)	3. marka fiyatı (TL)	İskonto oranı (%)	Ortalama fiyat (TL)
1	Sirkülasyon pompaları (Frekans kontrollü, kuru rotorlu, inline tip) 9 adet	28.356,00	25.398,00	36.210,00	10,00	26.989,20
2	Fan coil bağlantı vanaları (303 adet)	6.630,00	6.120,00	7.344,00	10,00	6.028,20
2	Küresel vanalar (değişen çaplarda 27 adet)	6.528,00	5.916,00	7.395,00	10,00	5.951,70
3	Çekvalfler, psilik tutucu ve kompasnsatörler (9 adet)	4.284,00	4.131,00	5.304,00	10,00	4.115,70
4	Hava tüpleri (6 adet)	1.530,00	1.285,20	1.519,80	10,00	1.300,50
5	Genleşme tankları (500 lt)	1.892,10	1.785,00	2.091,00	10,00	1.730,43
6	Cam yünü esaslı alüminyum folyolu izolasyon	29.070,00	24.990,00	33.150,00	10,00	26.163,00
7	Vana ceketleri (çeşitli çaplarda 32 adet)	3.978,00	3.661,80	4.794,00	10,00	3.730,14
8	Siyah çelik boru (Değişen çaplarda 1520 metre)	79.560,00	85.680,00	91.800,00	10,00	77.112,00
9	Anti pas ve yağlı boya işleri	4.590,00	4.080,00	4.896,00	10,00	4.069,80
10	Termometre ve manometreler	1.224,00	1.020,00	1.428,00	10,00	1.101,60
11	İşçilik ve devreye alma	96.900,00	96.900,00	96.900,00	0,00	95.000,00
Toplam						253.292,27

Fan coil tesisatının toplam maliyeti, piyasa ortalama fiyatları ile KDV dahil 1.680.585 TL olarak hesaplanmıştır. Fiyatların alındığı tarihteki dolar kuru değişkenlik göstermekle birlikte VRF tesisatının maliyet hesabında olduğu gibi 1 Dolar 5,62 TL olarak ve 1 Euro ise 6,35 TL olarak alınmıştır (3 Temmuz 2019).

Çizelge 5.10' da VRF sistemi ile fan coil sistemin ilk yatırım maliyetleri gösterilmiştir. İlk yatırım maliyetlerinde fan coil sistemin VRF sistemine göre yaklaşık %20 daha maliyetli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 5.10 : İki sistemin ilk yatırım maliyet tutarları

Sistem	Toplam maliyet (TL)
VRF tesisatı	1.338.544,92
Fan coil tesisatı	1.680.585,00

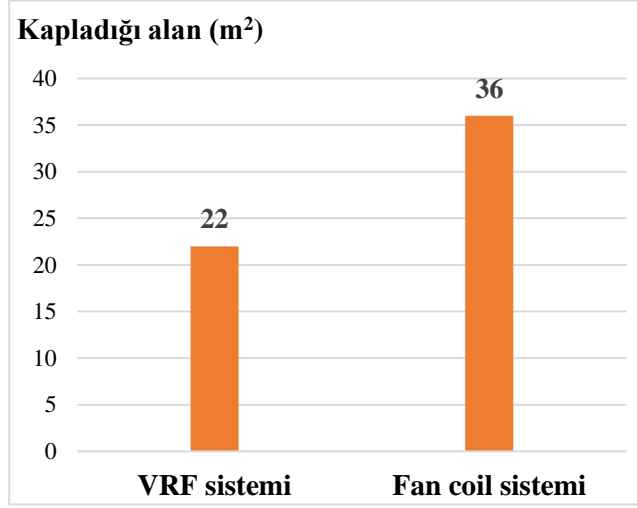
6. VRF VE FAN COİL SİSTEMLERİNE AİT PROJE TASARIM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Buraya kadar yapılan işlemlerde iki sistemin karşılaştırılması için öncelikle projenin yapılacağı binanın mimari özellikleri tanıtıldı ve binada kullanılan yapı malzemeleri tespit edildi. Projelerin hazırlanması için ısı kaybı ve ısı kazancı hesaplandı bunun için de dış duvar, pencere, kapı ve iç duvar gibi yapı elemanlarının ısı iletim katsayıları bulundu. Daha sonra iki sistemin de kış dönemi ısıtma periyodunda işletme maliyetinin hesaplanması için binanın yıllık ısı ihtiyacı hesaplandı. Sırasıyla VRF sisteminin ve fan coil sisteminin projeleri çizilerek metrajı yapıldı ve ilk yatırım maliyetleri hesaplandı. Bu bölümde de iki sistemin yatırımcılar ve kullanıcılar için önemli olan kriterleri göz önünde proje tasarım sonuçları baz alınarak karşılaştırılması yapılmıştır.

6.1 Yerin Verimli Kullanımı Açısından Karşılaştırma

Yapılması tasarlanan ısıtma-soğutma sistemlerinin mimari projeye göre uygun seçilmesi önemlidir. Çoğu zaman yatırımcılar mahalleri verimli kullanmak için mekanik sistemlerin az yer kaplamasını talep ederler. Bu nedenle tasarımcılar tecrübelerini kullanarak yatırımcıların taleplerini karşılayan sistemler seçmek zorunda kalır. Projesi yapılan VRF ve fan coil sistemlerinin binada kapladığı yer bakımından aralarında ciddi fark bulunmaktadır. VRF sisteminde dış üniteler sadece teras katında bulunmakta ayrıca bir kazan dairesine gerek duyulmamaktadır. Oysa fan coil sisteminde kazan dairesi bulunmak zorunda ve sirkülasyon pompaları, genişleme tankları, çekvalf ve pislik tutucu gibi birçok yardımcı elemana ihtiyaç duyulmaktadır. VRF sisteminde dış üniteler içi sadece teras kat kullanılmıştır. Sistem hava soğutmalı olduğu için atmosfere açık alanın kullanımı zorunlu olmaktadır. Sistemin dış ünitelerinin boyutları chiller ünitesine göre daha kompakt, daha taşınabilir olmaktadır. VRF sistemi dış üniteleri teras katta toplam 22 m² yer kaplamaktadır. Fan coil sistemi ise teras katta chiller ünitesi teras katta 16 m² yer kaplamakta ancak kazan dairesine ihtiyaç duymakta ve kazan, pompa ve diğer yardımcı elemanlar için toplam minimum 20 m² mahale gerek duyulmaktadır. Toplamda chiller ünitesi ve kazan dairesi ihtiyaç

duyulan alanı 36 m² olmaktadır. Fan coil sistemi dış ünitelerinin ihtiyaç duyduğu alan VRF sistemine göre %39 daha fazla olmaktadır. Ağırlık bakımından karşılaştırıldıklarında fan coil sistemi elemanları VRF sistemine göre daha ağırdır. Sadece soğutucu ünite olan chiller yaklaşık 4500 kg ağırlığındadır. Oysa projede kullanılan tüm VRF dış ünitelerinin toplam ağırlığı yaklaşık 3650 kg dır. Şekil 6.1’de iki sistemin dış ünitelerinin kapladığı alan bakımından karşılaştırması gösterilmiştir.



Şekil 6.1: VRF ve fan coil sisteminin dış ünitelerinin kapladığı alanlar.

6.2 İşletme Kolaylığı ve Servis Açısından Karşılaştırma

İklimlendirme sistemlerinde işletmenin kolay ve ekonomik olması ayrıca servis hizmetlerinin hızlı ve erişilebilir olması kullanıcılar için oldukça önemlidir. Fan coil sisteminde çok daha fazla eleman olduğundan birçok firmadan ürünlerin sistemde yer alması kaçınılmaz olmaktadır. Örneğin chiller ünitesi firması ile yoğuşmalı kazan firması ve sirkülasyon markaları genelde farklıdır. Bu nedenle birçok markadan servis hizmeti beklenmek zorunda kalınmaktadır. VRF sisteminde ise bütün sistem tek bir marka tarafından yapılıp devreye alındığından bu konuda fan coil sistemine göre servis ulaşımı konusunda daha avantajlıdır.

Sistemin işletme kolaylığı genelde yatırımcılar tarafından göz ardı edilse de aslında kullanıcılar için çok önemlidir. Bu iki sistem bu konuda karşılaştırıldığında açık ara VRF sisteminin işletmesi çok daha kolay olmaktadır. Çünkü fan coil sisteminde ısıtma ünitesi olan kazan doğalgaz ile çalışmakta kazanın ve sirkülasyon pompalarının bulunduğu sistemin ayrı ayrı bakımı gerekmektedir. Ayrıca genişleme deposu, pislik tutucu, vana vb. elemanların periyodik bakımı gerekmektedir. Kısaca fan coil sistemi

daha çok elemandan olduğundan daha işletmesi VRF sistemine göre daha zordur. VRF sistemi ise bir dış üniteler ve iç ünitelerden olduğundan, sistemi meydana getiren parçaların azlığı nedeni ile daha kolay bir işletmeye sahiptir.

6.3 Arıza ve Yedekleme Açısından Karşılaştırma

VRF sisteminde her dış üniteye belli sayıda iç ünite bağlanarak sistem kısım kısım çalıştırılabilmektedir. Örneğin projesi yapılan binada beş ayrı sistem bulunmaktadır. İç ünite ya da dış ünitenin birinde meydana gelen herhangi bir arızada sistemin tamamını devreden çıkarmadan sadece arıza olan sisteme müdahale etmek mümkün olmaktadır. Bu sayede kullanıcıların sadece bir kısmı bu durumdan etkilenmektedir. Ayrıca VRF klima sisteminde eş yaşlandırma denilen bir sistem bulunmaktadır. Bu sistemde dış ünitelerin hepsi tam kapasitelerde çalışmadığı zamanlarda kompresörler sıra ile ilk çalışmayı yapmaktadır. Bu sayede sürekli aynı kompresör ilk devreye giren olmadığından kompresörler hemen hemen aynı süre çalışmış olur eşit şekilde yaşlanmış olurlar. Fan coil sisteminde ise chiller tek başına bir dış ünite görevi gördüğünden yedeklenmesi mümkün değildir. Herhangi bir arıza durumunda sistem tamamen kapatılmakta ve kullanıcıların tamamı bundan etkilenmektedir.

6.4 Bakım ve Parça Maliyetleri Açısından Karşılaştırma

Bakım maliyetleri karşılaştırıldığında VRF sistemi daha az elemandan olduğundan daha avantajlıdır. Fan coil sisteminde ısıtma ve soğutma ünitelerinin ayrı oluşu ve sistem parçalarının çok oluşu nedeni ile bakım maliyetleri VRF sistemine göre daha fazladır.

İki sistemin de iç ünitelerinin bakım maliyetleri ortalama olarak aynıdır. İki sistemde de iç üniteler kaset tipi olduğundan genelde bakım iç üniteye ait hava filtresinin temizliği olmaktadır. Ancak fan coil iç ünitesine ait su giriş küresel vana ve iki yollu vanaların ve pislik tutucuların bakımı maliyeti artırmaktadır. Fan coil sisteminde chiller ünitesinin parça maliyetleri de VRF sistemi dış ünitelerine göre daha maliyetli olmaktadır.

6.5 Montaj ve Devreye Alma Kolaylığı Açısından Karşılaştırma

Fan coil sisteminde kullanılan borular çelik borulardır. Çelik boruların nispeten daha ağır oluşu sistemin ağırlığını artırmakta ve montaj sürelerini de uzatmaktadır. VRF

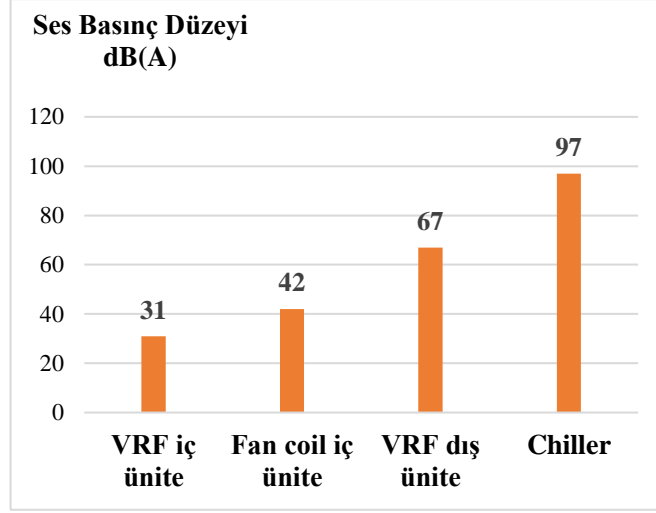
sisteminde ise, hem sistemin kısımlara ayrılması hem de bu sistemin kendi özelliğinden dolayı en büyük bakır boru çapları 2 inç' ten daha küçük çaptadır. Bu durum hem sistemi hafifletmekte hem de montaj kolaylığı sağlamaktadır. Ayrıca fan coil sisteminde kullanılan çelik borularının izolasyonu VRF sistemine göre daha uzun montaj süresi gerektirmektedir. VRF sisteminde çapların fan coil sistemine göre küçük oluşu bakır borularının izolasyonlu olarak piyasada bulunabilme imkanı sağlamakta ve bu da montaj süresini kısaltmaktadır.

Fan coil sisteminde kazan, chiller ünitesi, pompa grupları, iç üniteler, doğalgaz gibi devreye alınması gereken birçok sistem bulunmaktadır. Bu durum sistemi devreye alma işlemlerini uzatmaktadır. VRF sisteminde ise sistem dış ve iç ünitelerden oluştuğundan fan coil sistemine göre daha kolay ve kısa montaj süreleri olmaktadır.

6.6 Gürültü Düzeyi Açısından Karşılaştırma

Kullanıcıların konforu için cihazların gürültü düzeyleri dikkate alınması gereken bir değerdir. Gerek fan coil iç üniteleri gerekse VRF iç üniteleri bir fan ihtiva etmelerinden dolayı fan motorunun sesi ve hava akışının sesinden dolayı bir düzeyde ses çıkarmaktadır. Ayrıca sistemlerin dış ünite gruplarının bulunduğu yere yakın olan mahaller için ses düzeyleri daha önemli olmaktadır. Çünkü dış ünitelerin sesleri daha yüksek düzeyde ve rahatsız edici boyutlarda olabilmektedir.

Sınıflar ve ofisler için rahatsız etmeyecek düzey ses basınç düzeyi genel olarak 45 dB(A) olarak kabul edilmiştir. 7,0 kW soğutma kapasitesinde fan coil ve VRF iç ünitelerinin orta düzeyde fan hızlarında, cihazdan bir metre uzaklıkta ses basınç düzeyleri karşılaştırıldığında VRF iç ünitesinin 31 dB(A), fan coil iç ünitesinin ise 42 dB(A) olduğu katalog değerlerinden tespit edilmiştir. İki iç ünitenin de izin verilen ses basınç düzeylerine sahip olduğu ancak VRF klima iç ünitesinin daha sessiz olduğu görülmektedir. Şekil 6.2' de sistemlere ait iç ve dış ünitelerin ses basınç düzeyleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 6.2 : İç ve dış ünitelerin ses basınç düzeyleri.

Dış ünitelerin ses düzeyleri karşılaştırıldığında, chiller ünitesinin 97 dB(A) ses basınç düzeyinin rahatsızlık verebilecek boyutta olduğu ve 67 dB(A) ses basınç düzeyine sahip olan VRF dış ünitelerine göre daha gürültülü olduğu görülmektedir.

6.7 Mevsim Geçişlerindeki Konfor Açısından Karşılaştırma

Binanın konumu bazı mahallerin ısıtma ihtiyacına ihtiyaç duyarken bazı mahallerin ise soğutma ihtiyacı duymasına neden olabilir. Bu durum genelde mevsim geçişlerinde oluşur.

VRF klima sistemleri gaz hattı ve sıvı hattı olarak iki borulu imal edilirler ve bu nedenle yaz ve kış dönemlerinde ya soğutma ya da ısıtma yapabilmektedir. Dolayısı ile mevsim geçiş dönemlerinde aynı anda ısıtma ve soğutma yapamaz. Ancak son zamanlarda üç borulu VRF sistemleri birkaç marka tarafından uygulanmaktadır. Yine de, fiyatlarının yüksek oluşu nedeni ile yatırımcılar tarafından iki borulu olanları tercih edilmektedir. Öte yandan fan coil sistemlerinde, hem dört borulu hem de iki borulu sistemler yıllardır uygulanmaktadır. Dört borulu sistemler mevsim geçişlerinde oldukça konforlu ortam sunarlar. Sistemdeki bazı mahaller ısıtma yaparken diğerleri ihtiyaca göre soğutma modunda çalışabilir. Ancak dört borulu sistemler iki borulu olanlara göre daha maliyetli oluşları nedeni ile bazı yatırımcılar iki borulu fan coil sistemlerini seçebilmektedir.

6.8 İlk Yatırım Maliyeti Açısından Karşılaştırma

Yapılması tasarlanan iklimlendirme sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri sistem seçimlerinde önemli parametrelerdendir. Yapılacak olan sistemin konfor şartlarını sağlayabilen en ekonomik sistem olması istenir. Bu nedenle sistemlerin proje aşamasında yaklaşık maliyetlerinin hesaplanması gerekmektedir. Önceki bölümde karşılaştırdığımız iki sistemin de önce metrajlarını çıkarıp daha sonra da maliyet hesapları yapılmıştı. VRF klima sistemi toplam maliyeti 1.338.544,92 TL, fan coil sistemi ise 1.680.585 TL olarak hesaplanmıştı. Yapılan proje için yatırım maliyetleri karşılaştırıldığında fan coil sisteminin bu proje için ilk yatırım maliyeti olarak 342.040 TL daha maliyetli olduğu görülmektedir.





Fan coil sisteminde ısıtmanın ayrı bir sistemle (doğal gaz ile çalışan kazan) soğutma sisteminin chiller soğutucu ünitesi ile çalışması sistemi oluşturan ünite sayısını ve aynı doğrultuda yatırım maliyetini artırmaktadır. İki sistem arasındaki %20 maliyet farkının temelini bu durum oluşturmaktadır. Eyriboyun, M. 1997 yılında yaptığı çalışmada iki sistemin ilk yatırım maliyetleri karşılaştırmış ve VRF sistemini %14 daha ekonomik olarak bulmuştur. Yalçın, D., 2008 yılında yaptığı çalışmada ise VRF sisteminin 30 yıllık kullanım ömrü boyunca ekonomik analizinde daha avantajlı olduğunu belirtmiştir.

Maliyet hesapları genelde yaklaşık olarak yapılmaktadır. Sistemin yaklaşık maliyet hesabını etkileyen birçok durum vardır. Bunların başında değişen piyasa fiyatları, markalar arasında rekabetten kaynaklanan indirim oranları, markaların kalite durumlarına göre değişen fiyatlar, işçilik ücretleri, sistemin kurulumu göz önünde bulundurulamayan ek giderler, şantiye giderleri gibi maliyetler sayılabilir. İki sistemin maliyetinin karşılaştırmasının daha doğru sonuçları vermesi için iç ünitelerin ve dış ünitelerin fiyatları aynı markalardan fiyatlar alınarak hesap yapılmıştır. Ancak fan coil sistemi maliyet hesabında kazan, baca, sirkülasyon pompaları, çelik boru vb malzemelerin fiyatı üreticilerin farklı marka olması nedeni ile piyasada bilenen diğer markalardan alınmıştır.

6.9 Akışkana Göre Gerekli Elektriksel Güç İhtiyacı Bakımından Karşılaştırma

İki sistemde de kullanılan akışkanlar farklı olduğundan, akışkanları çevirmek için gereken elektriksel güçler de farklı olmaktadır. Fan coil sistemi sulu sistem

olduğundan sistemdeki pompalar su çevirir. VRF sisteminde ise soğutucu akışkan R410a kullanılmaktadır. Aynı miktarda ısı transferi sağlamak için soğutucu akışkan suya göre daha az debiye gereksinim duymaktadır dolayısı ile daha az elektriksel güç ihtiyacı duymaktadır.

Madde	Güç Gereksinimi (kW)	%	Harcama Yeri	Tesisat Boyutları
Soğutkan	2,5	100	İç ünite fanı	Sıvı  Gaz  Ø 25,4 mm Ø 65 mm
Su	4,7	188	Pompa + iç ünite fanı	  Ø 89 mm x 2

Şekil 6.3 : Akışkana göre güç ihtiyacı bakımından karşılaştırma [2].

Şekil 6.4' te de görüldüğü gibi fan coil sistemine ait boru çapları VRF sistemine göre daha büyük çaplıdır. Soğutucu akışkanlı sistemlerdeki güç gereksinimi 100 olarak kabul edilirse, tamamen su ile çalışan sistemlerde bu rakam 188'e çıkmaktadır. Tesisat bakımından da soğutucu akışkanlı tipler daha avantajlıdır. Soğutucu akışkanlı sistemlerde, 25.4 mm ve 65 mm çapında iki boru ile iş görülebilirken, sulu sistemlerde 89 mm çapında iki boru gerekmektedir.

6.10 İşletme Maliyetleri Açısından Karşılaştırma

İşletme maliyeti, sistemden talep edilen konforun sağlanması için gereken maliyet hesabı olarak ele alınmıştır. Isıtma ve soğutma için gereken yakıt ya da elektrik gideri hesaplanarak iki sistemin karşılaştırılmasının yapılması esasına dayanır. VRF sistemi yaz döneminde soğutma ve kış döneminde ısıtmayı aynı dış ünitelerden sağlamaktadır. Dış ünitelerin işletilmesi için elektrik tüketimi gerekir. Fan coil sisteminde ise yaz dönemi ısıtma ihtiyacı için chiller ünitesi elektrik kullanmakta ancak ısıtma ihtiyacında kazan doğalgaz ile çalışmaktadır. Bu yüzden sistemlerin işletme maliyeti karşılaştırılırken yaz dönemi ve kış dönem için ayrı ayrı tüketim hesabının yapılması daha uygun olmaktadır.

6.10.1 Yaz dönemi soğutma giderleri açısından karşılaştırma

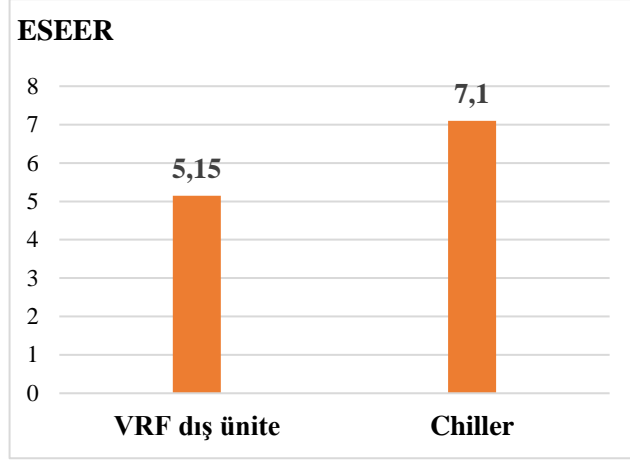
Soğutma modunda hem chiller hem de VRF dış ünitelerinin elektrik tüketimi hesabı yapılarak karşılaştırma yapılması uygun olmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken

husus, VRF sisteminde cihazların tükettiği elektrik miktarının dış üniteler ve iç ünitelerden oluştuğu, ancak fan coil sisteminde ise soğutucu ünitenin yani chiller cihazının ve iç ünite fan coil cihazlarının yanında, sistemdeki suyun çevrimini sağlayan sirkülasyon pompalarının da bu tüketime dahil olduğudur.

Soğutma hesabı tüketim giderleri ısıtma ihtiyacından farklı olarak değişkenlik göstermektedir. TS 825'te yıllık ısı enerjisi ihtiyacı hesabı bulunmakta ancak yıllık soğutma hesabı ile ilgili bir standart getirilmemiştir. Bu nedenle soğutma giderleri hesabında iki sistem yüzde olarak karşılaştırılacaktır. Yüzde olarak kıyaslamada yıllık tüketim reel olarak tüketilen enerji bilindiğinde, iki sistem gerçek anlamda tüketim olarak değerlendirilebilecektir.

VRF sisteminde ve fan coil sisteminde soğutucu ünitelerinin sezonluk verimlilik düzeyleri olan ESEER değerleri alınarak karşılaştırma yapılacaktır. Önceki bölümlerde sezonsal verimlilik değerinin hesaplanması ve neden ESEER değerlerinin daha gerçekçi tüketim değerlerini verdiğinden bahsedilmişti. Ancak kısaca EER ve ESEER değerlerinin nasıl bulunduğu burada değinmek yerinde olacaktır. EER değeri bir soğutucu ünitenin verdiği ısı gücünün çektiği elektrik gücüne oranı olarak tanımlanır. Uygulamada çalışma şartları sürekli değişken olduğundan COP ve EER değerleri de sürekli değişmektedir. Bu yüzden bu değerler anlık değerlerdir. ESEER bir sezon çalışma boyunca cihazın tam yükte, %75 yükte, %50 yükte ve %25 yükte ne kadar çalışacağını öngörerek hesaplanan verimlilik değeridir. Gerçek tüketime daha yakın değerler verir.

Daha önce seçilen soğutucu ünitelerin ESEER değerleri chiller için 5,15 ve VRF için ise 7,10 olarak üretici firmaların kataloglarından alınmıştı. Bu rakamlardan göze çarpan, vrf klima sisteminin daha yüksek ESEER değerine sahip olması nedeni ile daha verimli yani daha az elektrik tüketimi gerçekleştirebilmesidir.



Şekil 6.4 : İki sistemin ESEER değerlerinin karşılaştırılması.

Şekil 6.5'ten görüleceği gibi sezonsal verimlilikte (VRF sisteminde enerji kaynağı sadece elektrik olduğundan), elektrik tüketiminde VRF sisteminin fan coil sistemine göre %27 oranında daha az tüketime sahip olduğu görülmektedir. VRF sisteminde sadece dış ünitelerin çektiği elektrik gücü varken fan coil sisteminde chiller soğutucu ünitesinin yanında sistemdeki akışkan olan suyu da tesisatta dolaştırmak için sirkülasyon pompalarının da çektiği güç bulunmaktadır. Bu fan coil sisteminin elektrik tüketimini bir miktar daha artırmaktadır.

6.10.2 Kış dönemi ısıtma giderleri açısından karşılaştırma

Kış döneminde VRF klima sistemi yaz döneminde olduğu gibi yine elektrik tüketir, fan coil sisteminde ise yer tipi yoğunmalı kazan doğal gaz tüketimi yapar. Elektrik birim fiyatları ile doğalgazın alt ısı değerleri ve kazan verimi bulunarak karşılaştırma yapılır. Bölüm 3'te yıllık ısı enerjisi ihtiyacı, projesi yapılan bina için, 2.334.077.128 kJ olarak hesaplanmıştı. Elektrik birim fiyatı vergiler dahil son tüketiciye tek zamanlı tarife ile belirlenen, Yalova iline dağıtım yapan firmadan alınarak hesaplanmıştır. Doğalgaz fiyatı birim fiyatı ise yine Yalova ilinde yetkili gaz dağıtım firmasından, vergiler dahil olarak alınmıştır. Çizelge 6.1'da elektrik ve doğalgaz birim fiyatları verilmiştir.

Çizelge 6.1 : Elektrik ve doğal gazın birim fiyatları.

Enerji çeşidi	Birim Fiyat
Elektrik	0,4612 TL/kWh
Doğal gaz	1,1289 TL/m ³

Fan coil ile ısıtmada yıllık tüketim bedeli hesabı;

Doğal gaz üst ısı değeri 9.155 kcal ya da 10,62 kWh değerine eşittir. Kazanın verimi ise 0,95 olarak katalog değerinden Bölüm 4’ te bulunmuştu. Bu değerler Denklem 6.1 deki eşitlik yardımıyla binanın fan coil sistemi ile yıllık yakıt tüketiminin TL karşılığı değeri bulunabilir. Yıllık yakıt tüketim bedeli (YYTB);

$$YYTB \text{ (TL)} = \frac{\text{Binanın yıllık ısı enerjisi ihtiyacı} \cdot \text{Doğalgaz birim fiyatı}}{\text{Kazan verimi} \cdot \text{Doğalgaz üst ısı değeri}} \quad (6.1)$$

$$YYTB \text{ (TL)} = (2.334.077.128 \text{ kJ} \cdot 1,1289 \text{ TL/m}^3) / (10,62 \text{ kWh} \cdot 0,95) \\ = 72.546 \text{ TL olarak bulunur.}$$

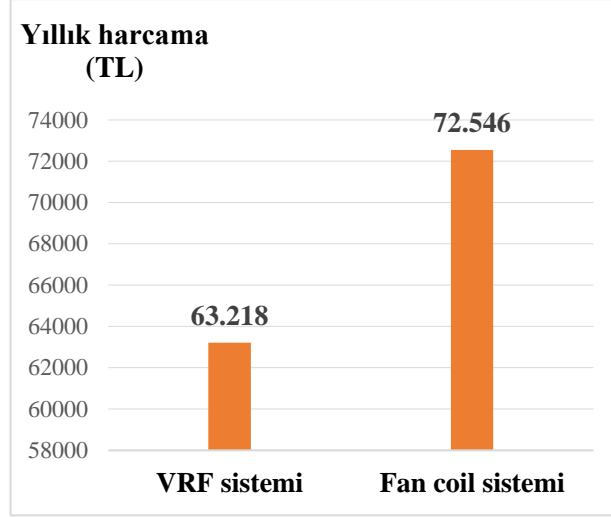
VRF klima sistemi ile ısıtmada yıllık tüketim bedeli hesabı :

VRF klima sistem ile ısıtma yapılırken dış üniteler enerji olarak sadece elektrik kullanacağından burada elektrik tüketimi hesaplanacaktır. Isıtma periyodundaki sezonsal verimlilik değeri (SCOP) üretici kataloğundan 4,73 olarak alınmıştır. Elektrik birim fiyatı 0,4612 TL/kWh olduğu bilindiğine göre VRF sistemi kullanıldığında binanın toplam elektrik tüketim bedeli Denklem 6.2 ye göre aşağıdaki gibi hesaplanır. Yıllık elektrik tüketim bedeli (YETB);

$$YETB \text{ (TL)} = \frac{\text{Binanın yıllık ısı enerjisi ihtiyacı} \cdot \text{Elektrik birim fiyatı}}{\text{SCOP}} \quad (6.2)$$

$$\text{Yıllık elektrik tüketim bedeli (TL)} = (2.334.077.128 \text{ kJ} \cdot 0,4612 \text{ TL/ kWh}) / 4,73 \\ = 63.218 \text{ TL}$$

olarak hesaplanır.



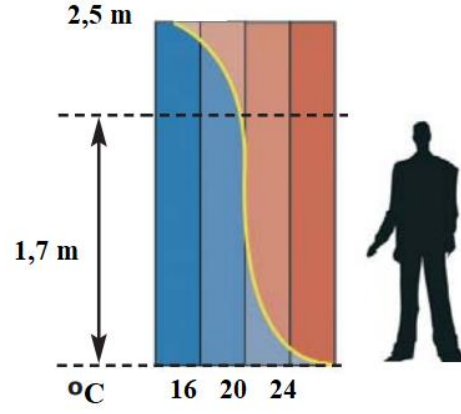
Şekil 6.5 : İki sistemin yıllık tüketim değerlerinin karşılaştırılması.

Şekil 6.5’ de gösterildiği gibi, her iki sistemdeki yıllık enerji tüketimleri göz önüne alındığında, ısıtma periyodunda, VRF sisteminin fan coil sistemine göre %13 oranında daha ekonomik olduğu görülmektedir.

6.11 Termal Konfor Açısından Karşılaştırma

Termal konfor, genel olarak bir işyerinde çalışanların büyük çoğunluğunun sıcaklık, nem, hava akımı gibi iklim koşulları açısından gerek bedensel gerekse zihinsel faaliyetlerini sürdürürken belli bir rahatlık içinde bulunmalarını ifade eder. Kış şartları için yani ısıtma periyodu için, operatif sıcaklık $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, bağıl nem %30 ile %70 aralığında, zeminden 0.1 m ve 1.1 m yükseklikler arasındaki düşey hava sıcaklığı farkının $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ den az olması, zemindeki yüzey sıcaklığının $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında kalması (fakat yerden ısıtma sistemlerinin $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ için dizayn edilebileceği) ideal olarak kabul edilir [36].

Termal konfor insanların hissettiği sıcaklığın vücutları boyunca uygun şartlarda olması esasına da dayanmaktadır. Örneğin bir insan için ideal sıcaklık eğrisi incelendiğinde, ayakların bulunduğu ortamın vücudun kafa bölgesine göre daha sıcak olması gerektiği görülür. Şekil 6.7’de insan ortalama boyunun konforlu sıcaklık düzeyini gösterilmiştir. Şekilden görüleceği gibi ayakların temas yüzeyinin ortalama $26\text{ }^{\circ}\text{C}$, baş bölgesinin ise ortalama $18\text{-}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ aralığında olması iyi konfor düzeyi olarak kabul edilir.



Şekil 6.6 : İnsan vücudu için ideal ısınma eğrisi [37].

İdaele en yakın konfor sağlayan sistem yerden ısıtma sistemleri olmaktadır. Karşılaştırılan sistemlerin ikisinin de iç üniteleri kaset tipi olduğundan ısınan havayı tavandan üflemetedir. Bu durum ideal ısınmaya yakın şartlar sunmamaktadır. Özellikle iyi planlanmayan projelerde iç ünitelerin fan hızları yüksek ve atış ağızları ayarlı değilse konforsuz bir ortam oluşturacaktır. Soğutma periyodunda ise tavandan üfleyen sistemler genel olarak konforlu çözümler sunmaktadır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1 Sistemlerin Karşılaştırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Karşılaştırılan her iki sistem göz önüne alındığında, VRF sistemi tesisatında soğutucu akışkan, fan coil sisteminde ise su bulunmaktadır. Soğutucu akışkanın kilogram başı verdiği ısı miktarı sudan fazladır [38]. Buradan başlanırsa, VRF sisteminin suya göre daha az akışkan sirküle ederek, aynı ısı miktarını verebildiği görülmektedir. Bu durum daha küçük boru çapları kullanma şansını doğurmuştur. Ayrıca sistemde dolaşan akışkan için daha az pompa gücü gerektirmektedir.

Isıtma soğutma sistemlerinin kolay uygulanabilir olması ve binada az yer yer tutması hem kullanıcı hem de yatırımcılar için istenen bir durumdur. Bu bakımdan incelendiğinde VRF klima sisteminin kazan dairesi zorunluluğunun olmaması ve daha kolay taşınabilir olması nedeni ile avantajlı olduğu görülmektedir.

İklimlendirme sistemlerinde işletmenin kolay yapılabilmesi ve ekonomik olması ayrıca servis hizmetlerinin hızlı ve erişilebilir olması kullanıcılar için oldukça önemlidir. Fan coil sisteminin VRF sistemine göre daha fazla ekipmana sahip olması hem işletme hem de servis yükü açısından daha maliyetli hale getirmektedir. Yine arıza durumunda sistemler incelendiğinde, fan coil sisteminde servislerin çeşitli markalardan ve daha fazla sayıda olması işletme esnasında VRF sistemine göre daha fazla yük ve maliyet getirecektir. Bu durum bakım ve parça giderlerini artıracaktır.

Mekanik sistemlerin ilk yatırım maliyetleri yatırımcılar için oldukça önemlidir. Bir sistem çok verimli ancak yapım maliyeti ve bakım maliyeti çok ise bu sistem doğru sistem olmayabilir. Doğru sistemi seçmede değerlendirmenin sağlıklı yapılabilmesi için, binanın kullanım amacından mimari özelliklerine, yapılması tasarlanan sistemlerin işletme maliyetlerinden bakım maliyetine kadar hatta kullanıcıların eğitim düzeyine kadar bütün parametreler birlikte göz önünde bulundurulmalıdır. Son yıllarda sistem seçimleri daha doğru temellere oturmuş olsa da, bazı projelerde yatırım maliyeti ucuz olanların ya da alışılmış ve bilinen sistemlerin uygulandığı görülmektedir. Bu durum, ilerleyen yıllarda işletme giderlerinin artmasına ve yatırım

maliyeti düşük sistemlerinin daha büyük işletme maliyeti getirmesine neden olmaktadır.

İki sistemin karşılaştırılan konfor şartlarından biri de gürültü düzeyidir. İki sistemin de iç ünitelerin ses düzeyleri birbirine yakın olsa da VRF iç ünitesinin daha düşük gürültü düzeyine sahip olduğu görülmüştür. Dış ünitelerde ise fan coil sistemine ait chiller hem tasarım olarak büyük ve tek bir üniteden oluştuğundan, mobilitesinin daha zor ve gürültü düzeyinin daha fazla olduğu görülmektedir.

Fan coil sisteminin avantajlı olarak görüldüğü özellik, mevsim geçişlerindeki konfor düzeyidir. Ülkemizde dört mevsim yaşandığından, mevsim geçişleri bazı mahallerde ısıtma ihtiyacı doğururken bazı mahallerde ise soğutma ihtiyacı doğurmaktadır. Fan coil sistemi dört borulu olarak tasarlandığında iki ayrı serpantini sayesinde bu konforu sunmaktadır. VRF sisteminde ise yeni üç borulu olarak tasarlanan sistemler olsa da, pahalı ve henüz yaygın değildir. Ayrıca VRF sistemlerinde sıfırın altındaki sıcaklıklarda oluşan defrost işlemi konfor şartlarını bozan özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Isıtmanın devamlılığı için klimalar, dış üniteye dolaşmakta olan akışkanın sıcaklığını, daima dış havadan düşük tutmak zorundadır. Buzlanma arttıkça ısı transferi güçleştiğinden verim düşer. Dış ünitenin, üzerindeki buzu çözebilmek için klima zaman zaman ters çevrimde çalışır. Bu işleme “defrost” denir. Defrost işlemi sırasında üniteler fan çalışmasını durdurur. Isıtmaya kısa bir süre ara verilmiş olur. Kaliteli markalarda bu durum kullanıcılar tarafından hissedilmez ancak bazı markaların sistemlerinde defrost işlemi konforu bozan özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Fan coil sisteminde ise ısıtma periyodunda yakıt olarak doğalgaz kullanıldığından defrost gibi konfor bozabilecek durumlar oluşmamaktadır.

Sistemlerin ilk yatırım maliyetleri karşılaştırıldığında VRF sisteminin %20 daha ekonomik olduğu görülmüştür. Bu durumun oluşmasında temel nedenin fan coil sistemini oluşturan elemanların VRF sistemine göre daha fazla oluşudur. VRF sistemi aynı dış üniteden hem ısıtma hem soğutma yapabilme özelliğine sahipken, fan coil sistemi soğutma periyodunda chiller dış ünitesine, ısıtma periyodunda ise doğalgaz gaz ile çalışan kazana ihtiyaç duymaktadır.

İşletme giderleri açısından karşılaştırma yapıldığında, VRF sisteminin fan coil sistemine göre ısıtma periyodunda %13 daha ekonomik olduğu görülmüştür. Yıllık ısıtma enerjisi hesabına göre de VRF sisteminin 63.218 TL elektrik gideri, fan coil

sisteminin ise 72.546 TL yakıt gideri çıkmıştır. Projelendirilen bina için ısıtma giderlerinde VRF sistemi yıllık 9.328 TL avantaj sağlamaktadır.

Çizelge 7.1 : Sistemlerin karşılaştırılması.

	VRF sistemi	Fan coil sistemi
Yerin verimli kullanımı	22 m ²	36 m ²
İşletme kolaylığı ve servis	Daha kolay	Daha zor
Arıza ve yedekleme	Daha avantajlı	Avantajı az
Bakım ve parça maliyetleri	Daha ucuz	Daha maliyetli
Montaj ve devreye alma kolaylığı	Daha kolay	Daha zor
Gürültü düzeyi (dış ünitelerde)	67 dB(A)	97 dB(A)
İlk yatırım maliyeti	1.338.544,92 TL	1.680.585,00 TL
Akışkana göre gerekli elektriksel güç ihtiyacı	Daha az	Daha çok
Yaz dönemi soğutma giderleri	%27 daha avantajlı	Daha maliyetli
Kış dönemi ısıtma giderleri	%13 daha avantajlı	Daha maliyetli
Defrost zorunluluğu	Çoğu firmaya ait sistemde zorunlu	Yok

Çizelge 7.1’ de sistemlerin karşılaştırma sonuçları özet olarak verilmiştir. VRF sisteminin genel olarak fan coil sistemine göre projesi yapılan bina için daha avantajlı olduğu görülmüştür. Fan coil sisteminin mevsim geçişlerindeki konfor düzeyi ve defrost zorunluluğu olmayışı maddelerinde daha avantajlı olduğu görülmektedir.

7.2 Sistem Karşılaştırması İle İlgili Öneriler

Bu çalışmada özellikle, karşılaştırılan iki sistemin proje çizim aşamasından işletme aşamasına kadar sistemlerin birbirlerine göre avantaj ya da dezavantajları gösterilmeye çalışılmıştır. Göz önünde bulundurulması gereken husus, iklimlendirme sistem seçimlerinde binanın mimari özellikleri, toplam alanı ve kullanım amacı gibi unsurların değerlendirilmesi gerektiğidir. Bir sistem her anlamda en doğru sistem olmayabilir. Gerçekte de tüm şartlarda, en iyi sistem diye bir bakış da doğru olmayacaktır. Bina için kullanıcıların ihtiyaçlarına en iyi cevap verecek, konfor düzeyi yüksek, bina estetiğine uygun ve verimli olan sistemler seçilmelidir. Yapılan çalışmada VRF sistemi işletme maliyetleri, yatırım maliyetleri gibi konularda avantajlı olarak bulunmuştur, ancak yapı alanı geniş olan binalarda fan coil sistemi de sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun sebebi chiller kapasitelerinin çok büyük yüklerle cevap

verecek kapasitelerinin olmasındandır. Nispeten küçük binalarda ise VRF klima sistemi daha ekonomik ve tercih edilir sistem olmaktadır. Ancak son yıllarda VRF sistemi modüler gruplar halinde büyük binalarda da uygulanmaktadır.

Eğer proje tasarımında VRF sistemi seçilecekse, yapılacak olan binanın durumu ve diğer şartlar uygunsa ısı pompalı olarak seçilmesi daha verimli olacaktır. Ülkemizde ne yazık ki uygun şartlar olmasına rağmen çoğu projede hava soğutmalı klasik VRF sistemleri uygulanmaktadır. Su kaynaklı ısı pompası şeklinde tasarlandığında bir süre sonra yatırım maliyetini karşılayacak ve daha az enerji tüketecektir.

Sistemlerin seçiminde enerji tüketim değerleri üretici firmalara göre değişkenlik göstermektedir. Kullanılacak olan markaya ait ısıtma periyodunda sezonsal verimlilik değeri SCOP, ve soğutma periyodunda ESEER değerleri karşılaştırılmalı ve verimli olan sistem seçilmeye çalışılmalıdır.

Sistem seçimlerinde enerji tüketiminin önemli olduğu kadar projelendirilen binaların yalıtımı ve mimari yapısı da önemlidir. Yatırımcılar yalıtım konusunda maliyeti uygun olan yapı malzemelerini seçmeye yönelik hareket etmektedir. Mekanik sistem projesinde yer alan mühendislerin gerek binanın mimari özellikleri gerekse de yalıtım konusunda bina enerji verimliliği için yatırımcıları doğru yönlendirmeleri gerekmektedir. Tasarımcılar gelişen teknoloji ile birlikte yeniliklere her zaman açık olmak durumundadırlar. Üretici firmalar özellikle enerji verimliliğinde üstün yeni ürünler sunarak, tercih edilen marka olmaya çalışmaktadırlar. Bu sistemler kapsamlı incelenmeli ve projesi yapılacak olan binaya uygun olup olmadığı değerlendirilmelidir. Daha önceden uygulanan sistemler teknik açıdan uygun çözümler sunsa da kullanıcılar açısından uygun olmayabilir. Tasarımcıların genelde bildikleri sistemi uygulamaya yatkın olması ve öncelikli yaklaşımı satış olan firmaların mühendisleri yönlendirmeleri sistem seçiminde hatalara neden olabilmektedir. Bu yüzden sistemlerin objektif olarak karşılaştıran bu tür çalışmalar proje çalışmasında bulunan mühendisler için sistemlere yaklaşım konusunda yol gösterici olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Sunaç, B.**, 2012, “Mekanik Tesisatta Proje ve Tasarım” Termo Klima Dergisi, 41:86
- [2] **Eyriboyun, M.**, 1997, “Değişken Soğutkan Debili Klima Sistemlerinin (VRV) Projelendirme Esasları ve Örnek Bir Uygulama”, 97 Teskon Program Bildirileri,038:606
- [3] **Dale, J.**, 2008, “Better Buildings By Design”, Daikin HVAC Industries, 3
- [4] **Anonim**, http://www.hacerteknik.com/content-79vrv_tarihcesi.html, 24.12.2018
- [5] **Goetzler, W.**, 2007 , “Variable Refrigerant Flow Systems,” ASHRAE Journal,http://bookstore.ashrae.biz/journal/journal_s_article.php?articleID=16, 22.12.2018
- [6] **Bıyıkoğlu, A.**, 2018, “Türkiye İklimlendirme Sanayi Sektör Raporu”, TOBB İklimlendirme Meclisi, 2018/316:50
- [7] **Çölaşan, F.**, 2013, “Değişken Debili Soğutucu Akışkanlı İklimlendirme Sistemi”, Türk Tesisat Mühendisleri Dergisi, Ocak-Şubat: 30-31
- [8] **Bhatia A.**, 2014, “HVAC Variable Refrigerant Flow Systems”, Course no: M03-014:14
- [9] **Sharbudaen, M.**, 2018, “ How It Works”, Vrf System Presentation”, 70:18
- [10] **Aktüccar, T. ve Altay H.**, “V.R.V Değişken Gaz Debili Klima Sistemi”, 3. Ulusal Tesisat Mühendisliği ve Sergisi, MMO 203/2:588-596
- [11] **Sun K. ve Hong T.**, 2018, “A Novel Variable Refrigerant Flow (VRF) Heat Recovery System Model: Development and Validation”, Energy and Buildings, March: 401-402
- [12] **Karakaya, T.**, 2014, “Vrf Sistemleri Çalışma Sistemi Tasarım ve Uygulamaları”, 12-13
- [13] **Swanson, G.**, 2015, “Performance and Energy Savings of Variable Refrigerant Technology in Cold Weather Climates”, February:8
- [14] **Anonim**, “Toshiba Vrf Sistemleri”, Katalog
- [15] **Anonim**, “Daikin Vrf Systems”, Katalog
- [16] **Anonim**, <http://www.iskteknik.com/puf-noktasi/isk-sektorunde-sikca-kullanilan-terimler>, 24.03.2019
- [17] **Artis, B.**, 2014,“Variable Refrigerant Flow”, Daikin Vrf Systems, Agenda, 6-8
- [18] **Anonim**, <https://www.vrf.net/sulu-vrf.html>, 21.03.2019
- [19] **Carrier**, 2013, “Variable Refrigerant Flow (VRF) Systems”, January:8-10
- [20] **Anonim**, <http://www.klimasantralservisi.com/kutuphane/>, 18.04.2019

- [21] **Anonim**, <http://www.enerjigas.com/haber/12-fancoil-tesisatlari.html>, 18.04.2019
- [22] **Anonim**, <http://15.oliu.bolonka-zwetna-von-der-laisbach.de/ved/hvac-unit-diagram.html>, 8.04.2019
- [23] **Kılınç, M.**, 2018, “Çok Katlı Konut Binalarında Kullanılan İklimsel Konfor Sistemleri, Mimari ile Olan İlişkisi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, 111-112
- [24] **Anonim**, <http://www.acarair.com/fancoil/>, 21.04.2019
- [25] **Küçükçalı, R.**, 2015, “Klima Tesisatı”, Isısan Çalışmaları El Kitabı, 341-342
- [26] **Anonim**, <https://www.thermalcare.com/how-does-a-chiller-work/>, 08.12.2018
- [27] **Kotçioğlu, İ.**, 2014, “Kazanlar ve Isı Değiştiricileri”, Kazan ve Teçhizat, 2
- [28] **Hillburn, D.**, 2104, “How High Efficiency Condensing Gas Boilers Work”
- [29] **Uzuner, G.**, 2012, “Sıcak Sulu Isıtma Sistemleri ve Sirkülasyon Pompaları”, Tesisat Dergisi, Nisan 196:166
- [30] **Pamaksızoğlu, C ve Genceli O.F.**, 2010, “Kalorifer Tesisatı”, TMMOB Yayın No: 352/6:48-50
- [31] **Yılmaz, C.**, 2017, “Binalarda Isıtma Sistemi Projelendirmesine Esas Isı Gereksinimi Hesabı”, Isıtma ve Havalandırma, 3-7
- [32] **Anonim**, http://www.isipompasi.net/alarko_fan_coil/alarkofancoil_brs.pdf, 21.02.2019
- [33] **Anonim**, <https://www.alarko-carrier.com.tr/tr/alarko-carrier-urunler/67/hava-sogutmali-sogutma-grubu>, 21.02.2019
- [34] **Üstüner, M.N.**, 2017, “Soğutma Sistemlerinde Daha Doğru Bir Performans Öngörüsü İçin İplv Yerine Splv Kullanılması”, Alarko Carrier Sunum, 2:3
- [35] **Anonim**, https://www.hoval.com.tr/urunler_ve_cozumler/cozumler/gaz, 22.03.2019
- [36] **Çandır, M.**, 2019, “Termal Konfor”, İş Sağlığı ve Güvenliği Sunumu, 23
- [37] **Atmaca, İ. ve Abdülvahap, Y.**, 2016, “Isıl Konfor İle İlgili Mevcut Standartlar ve Konfor Parametrelerinin İncelenmesi”, 9. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 543-545
- [38] **Yeşilgöz, S.**, 2012, “Vrf Sistemleri ile Merkezi Sistemlerin Karşılaştırılması”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Adana, 19-20

EKLER

EK A1 : Binanın mimari kat planları

EK A2 : Binanın mimari kesit görünüşleri

EK B1 : Bina yapı elemanlarına ait ısı geçirgenlik katsayı değerleri

EK C1 : 2. bodrum kata ait mahallerin ısı kaybı çizelgeleri

EK C2 : 1. bodrum kata ait mahallerin ısı kaybı çizelgeleri

EK C3 : Zemin kata ait mahallerin ısı kaybı çizelgeleri

EK C4 : 1. Kata ait mahallerin ısı kaybı çizelgeleri

EK C5 : 2. Kata ait mahallerin ısı kaybı çizelgeleri

EK C6 : Tüm mahallere ait ısı kaybı hesabı genel çizelgesi

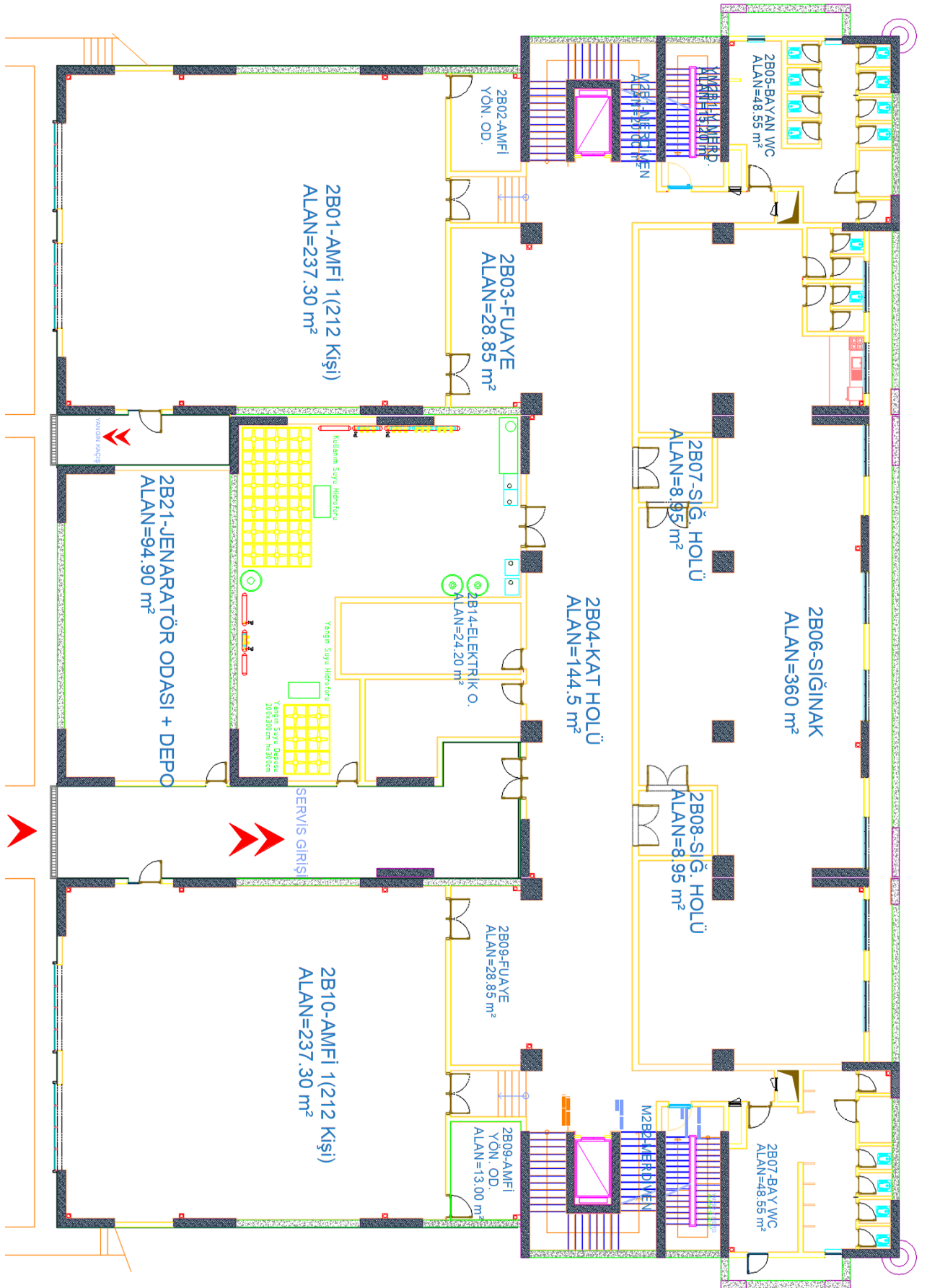
EK D1 : Mahallere konulan iç ünitelerin kapasite ve sayıları

EK E1 : VRF tesisatı kat ve kolon tesisatı projeleri

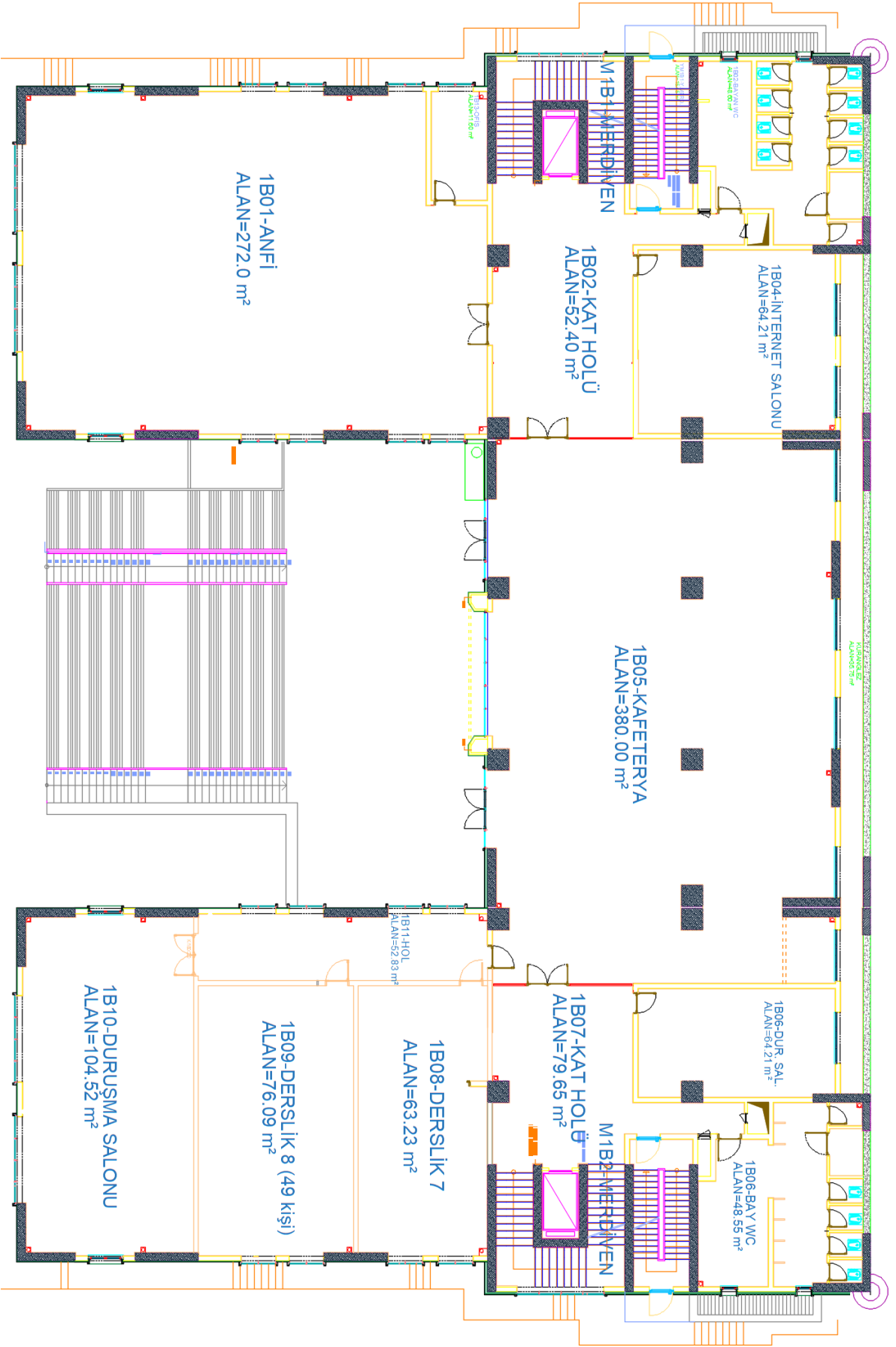
EK E2 : Fan coil tesisatı kat ve kolon tesisatı projeleri

EK F1 : Malzeme teknik doküman ve katalog değerleri

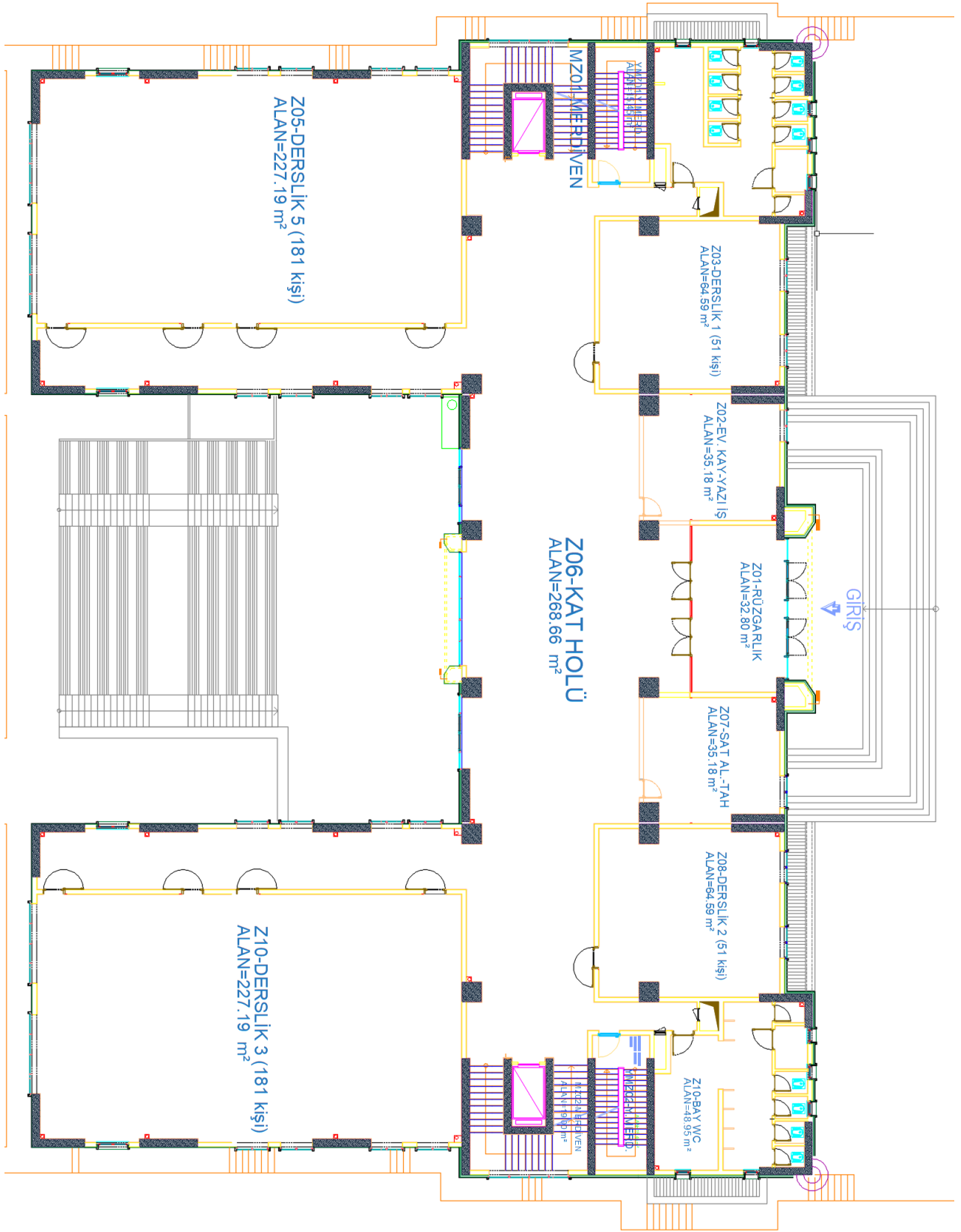
EK G1 : CD (Mimari projeler, VRF tesisatı ve fan coil tesisatı Autocad projeleri)



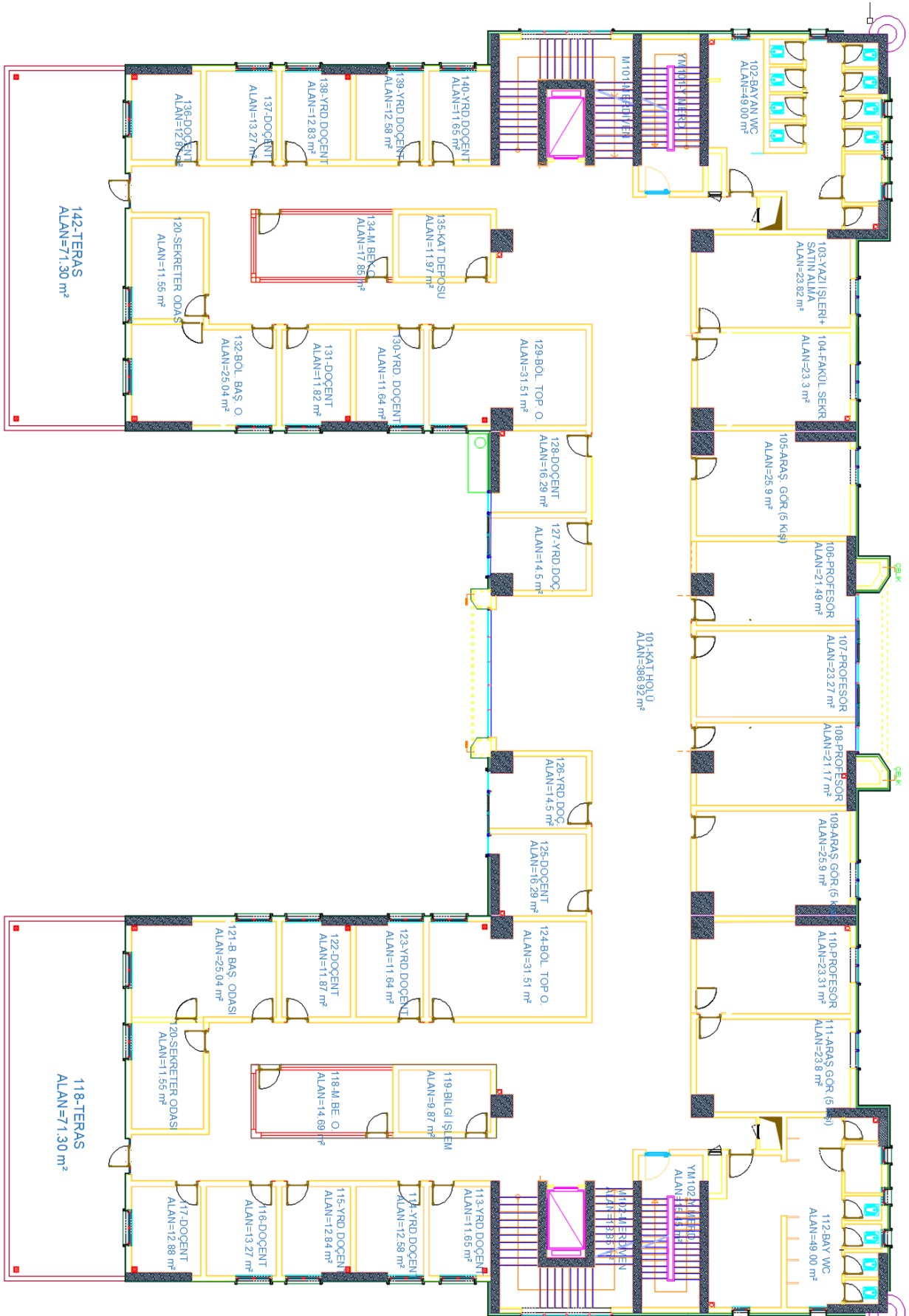
Şekil A1.1 : 2. Bodrum kat planı.



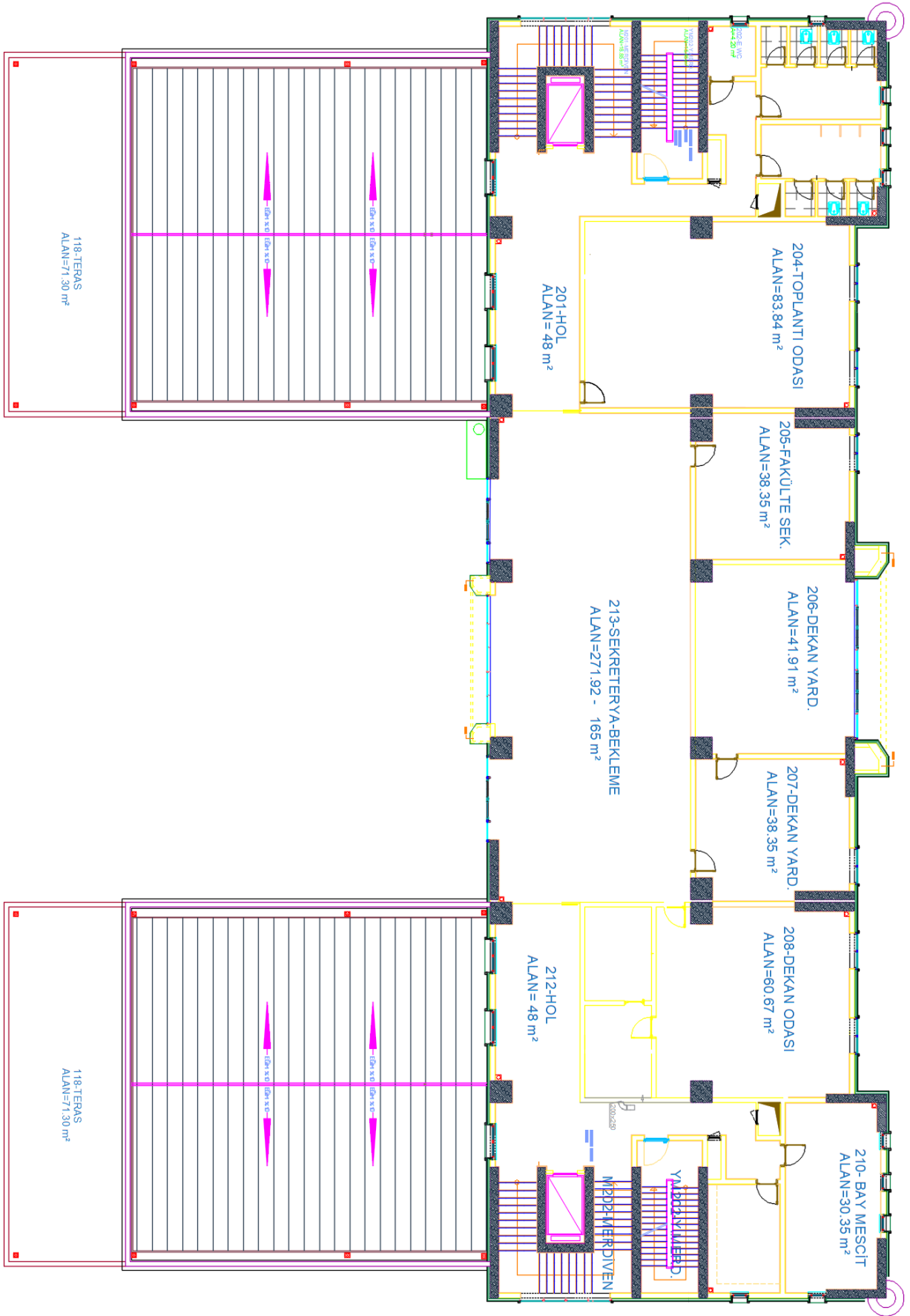
Şekil A1.2 : 1. Bodrum kat planı.



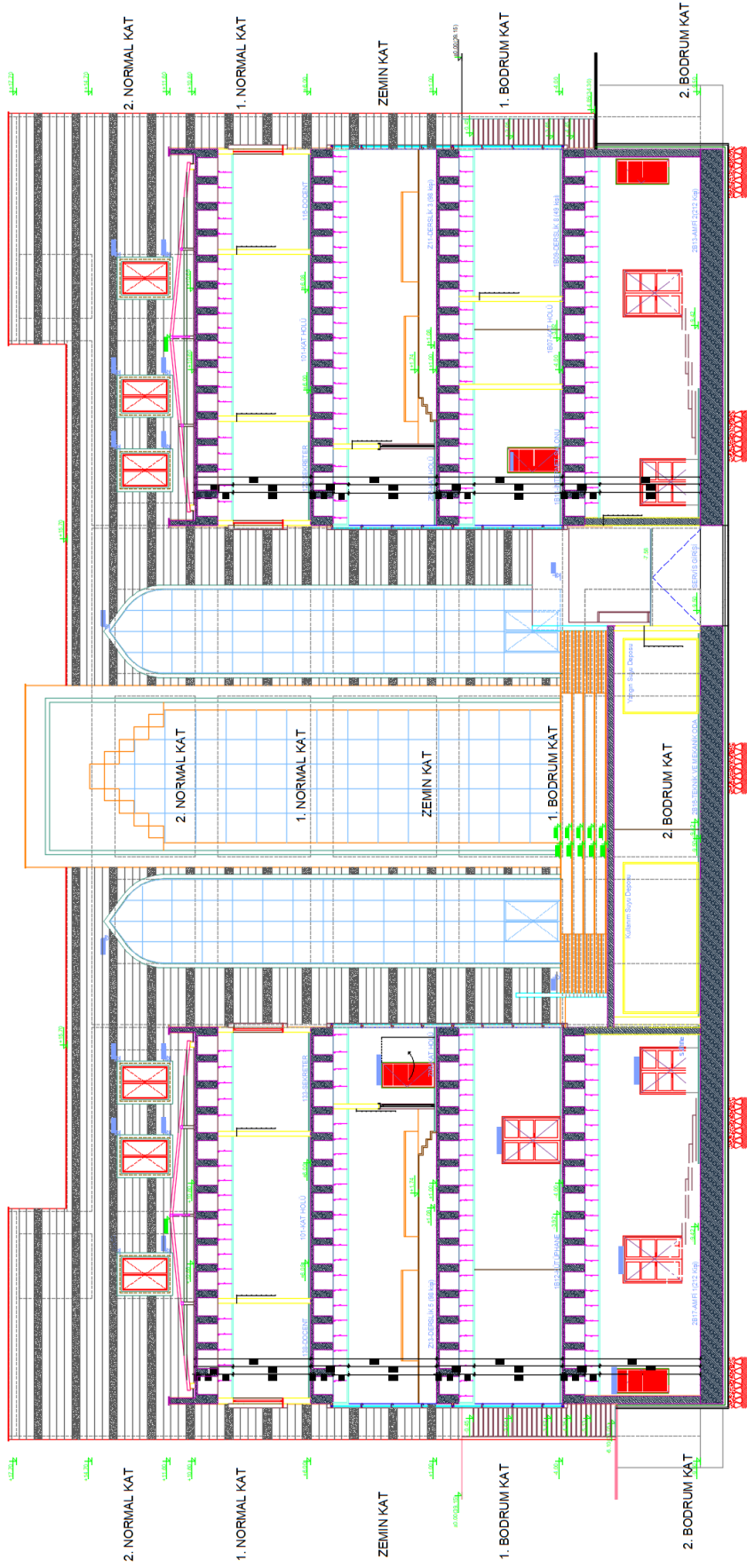
Şekil A1.3 : Zemin kat planı.



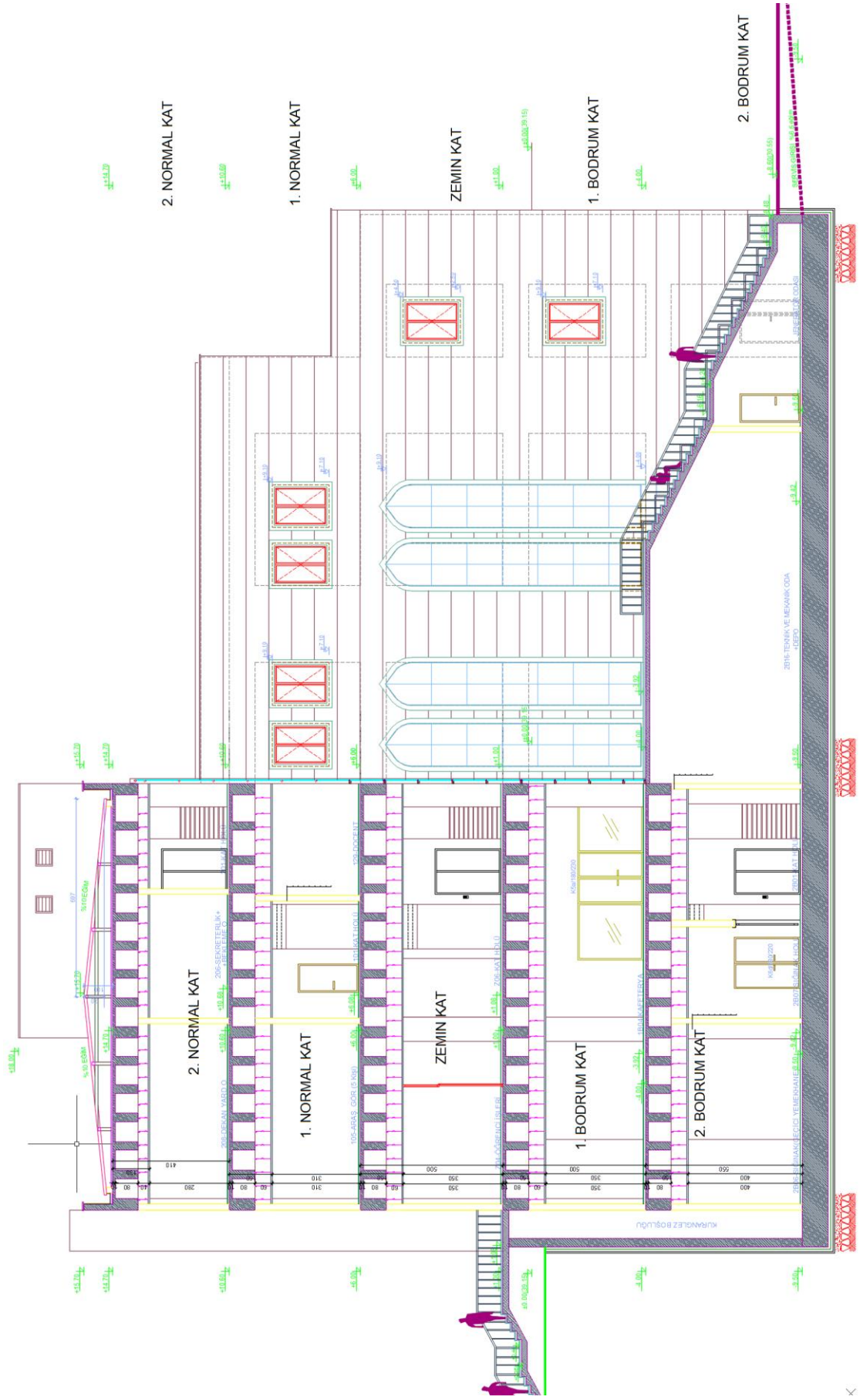
Şekil A1.4 : 1. Kat planı.



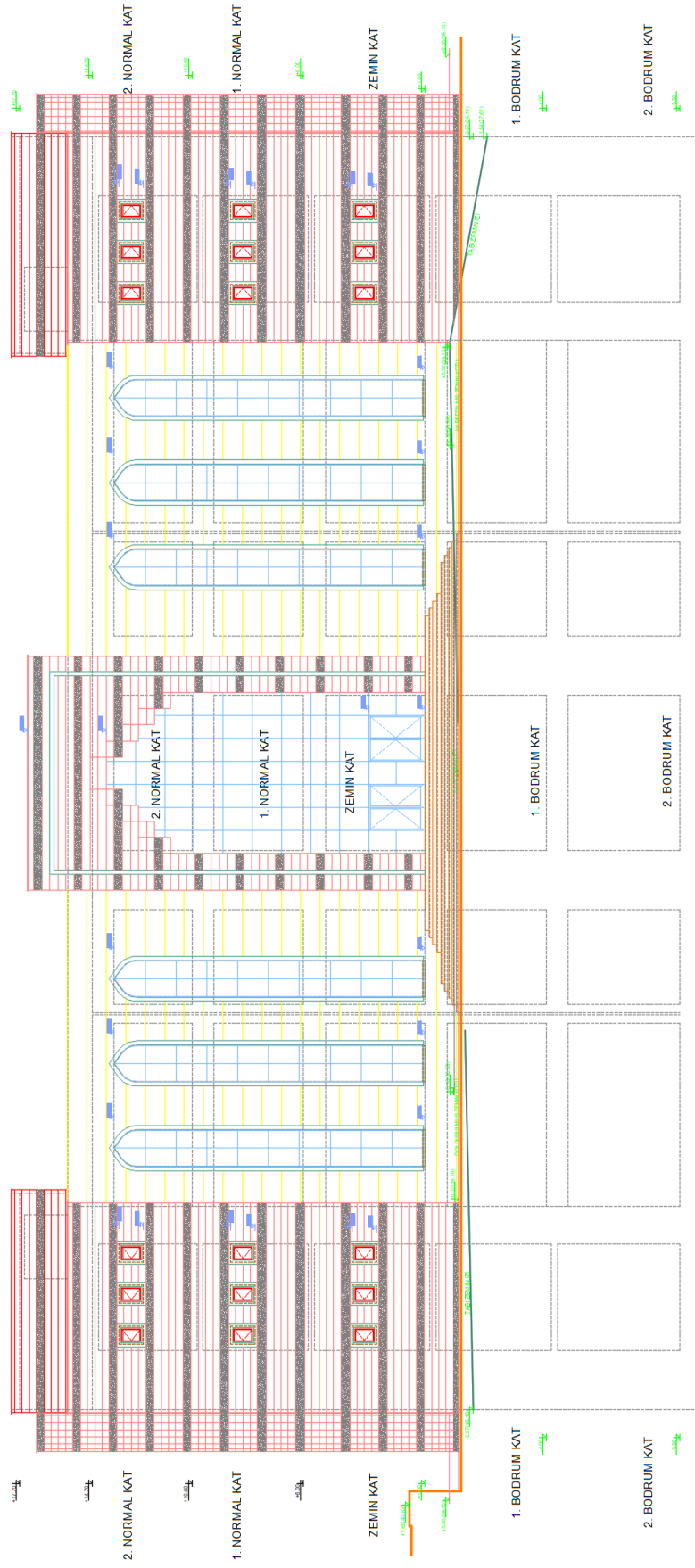
Şekil A1.5 : 2. Kat planı.



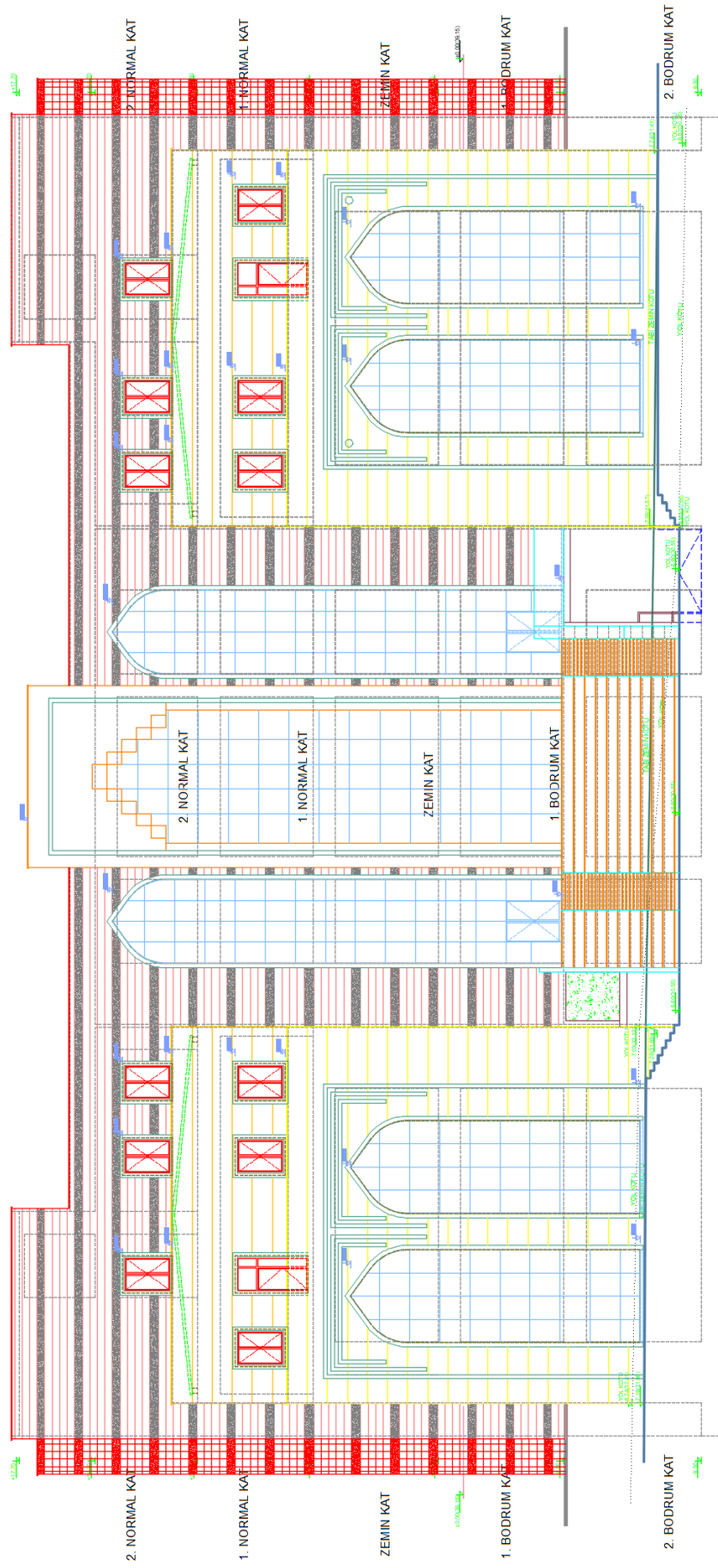
Şekil A2.1 : Servis girişi kesit görünüşü.



Şekil A2.2 : Yan kesit görünüşü.



Şekil A2.3 : Giriş tarafı kesit görünüşü.



Şekil A2.4 : Servis girişi tarafı kesit görünüşü.

Çizelge B1.1 : Bina yapı elemanlarına ait ısı geçirgenlik katsayı değerleri

Açıklama	İşaret	Binadaki Yapı Elemanları	Yapı elemanı kalınlığı (m)	Isı iletkenlik hesap değeri (W/m ² .K)	Isı iletkenlik direnci R	Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m ² .K)
Dış Duvar 1	Dd1	Ri, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (1/ $\alpha_{iç}$)	-	-	0,130	-
		Donatılı beton	0,350	2,500	0,140	
		Çimento harcı	0,030	1,600	0,019	
		Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,030	0,700	0,043	
		Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yükü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) 'e uygun ısı iletkenlik grupları 040	0,050	0,040	1,250	
		Re, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (1/ $\alpha_{dış}$)			0,040	
		TOPLAM		0,460		1,622
Dış Duvar 2	Dd2	Ri, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (1/ $\alpha_{iç}$)			0,130	
		Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	0,190	0,200	0,950	
		Çimento harcı	0,030	1,600	0,019	
		Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,030	0,700	0,043	
		Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yükü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) 'e uygun ısı iletkenlik grupları 040	0,050	0,040	1,250	
		Re, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (1/ $\alpha_{dış}$)			0,040	
		TOPLAM		0,300		2,432
Toprak Temash Döşeme	Tdö1	Ri, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (1/ $\alpha_{iç}$)			0,170	
		Donatılı	0,900	2,500	0,360	
		Çimento harçlı şap	0,040	1,400	0,029	

Çizelge B1.1 : Bina yapı elemanlarına ait hesaplanan ısı geçirgenlik katsayı değerleri. (Devam)

Toprak Temash Döşeme	Tdö1	Re, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı ($1/\alpha_{dış}$)			0,000	
TOPLAM			0,950		0,561	1,781
Çatılı Kullanılmayan Tavan	KTa1	Ri, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı ($1/\alpha_{iç}$)			0,130	
		Donatılı beton	0,150	2,500	0,060	
		Çimento harçlı şap	0,040	1,400	0,029	
		Granit	0,020	2,800	0,007	
		Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) 'e uygun ısı iletkenlik grupları 045	0,010	0,045	0,222	
		Re, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (dış)			0,080	
TOPLAM			0,220		0,528	1,894
İç Duvar	İd1	Ri, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı ($1/\alpha_{iç}$)			0,130	
		Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	0,190	0,200	0,950	
		Çimento harcı	0,050	1,600	0,031	
		Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,040	0,700	0,057	
		Re, Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı ($1/\alpha_{dış}$)			0,130	
		TOPLAM	0,280		1,298	0,770

Çizelge C1.1 : 2. Bodrum kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları

Proje Ada No: 0			Parsel No: 0			Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı						6.10.2018				
Yapı Özelliği			ISI KAYBI HESABI													
Betonarme			0									Tesisatın Cinsi				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt
MAHAL:	2B01		Anfi 1					KAT:	-2						ODA SICAKLIĞI (°C):	20
Dp1	G		3,70	4,50	16,65	2		33,30	2,100	23	1.608					
Dd1	G	0,5	14,30	4,50	64,35	1	33,30	31,05	0,617	23	441					
Dd2	B	0,3	16,40	4,50	73,80	1	33,75	40,05	0,411	23	379					
Dp4	B		1,50	4,50	6,75	5		33,75	2,100	23	1.630					
İd1	K	0,3	10,00	4,50	45,00	1	3,96	41,04	0,770	2	63					
İk1	K		0,90	2,20	1,98	2		3,96	4,000	2	32					
Tdö1	KD	0,7	1,00	272,00	272,00	1		272,00	2,262	11	6.768					
Dd1	D	0,5	16,40	4,50	73,80	1		73,80	0,617	23	1.047					
Dk2	D		1,00	2,20	2,20	1		2,20	4,000	23	202					
							TOPLAM	531,15			12.170	15	-5	0	1,10	13.387
qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze															
Pencere	1,2	342,90	0,90	0,94	23	1,20		9.608								
Kapı	1,2	6,60	0,90	0,94	23	1,20		185							qst	9.793
															TOPLAM	23.180
MAHAL:	2B02		Anfi yönetim odası 1					KAT:	-2						ODA SICAKLIĞI (°C):	20
Dd1	D	0,5	3,00	4,50	13,50	1		13,50	0,617	23	192					
Tdö1	KD	0,7	1,00	13,00	13,00	1		13,00	2,262	11	323					
İd1	K	0,3	4,00	4,50	18,00	1		18,00	0,770	5	69					
İd1	D	0,3	3,00	4,50	13,50	1		13,50	0,770	2	21					
							TOPLAM	58,00			605	15	0	0	1,15	696
qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze															
Pencere															qst	0
Kapı														TOPLAM	696	
MAHAL:	2B03		Fuaye 1					KAT:	-2						ODA SICAKLIĞI (°C):	18
İk1	B		0,90	2,20	1,98	2		3,96	4,000	3	48					
Tdö1	KD	0,7	1,00	28,85	28,85	1		28,85	2,262	9	587					
İd1	K	0,3	8,50	4,50	38,25	1		38,25	0,770	6	177					
Dd1	D	0,5	3,00	4,50	13,50	1		13,50	0,617	21	175					
							TOPLAM	84,56			987	15	0	0	1,15	1.135
qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze															
Pencere															qst	0
Kapı														TOPLAM	1.135	
MAHAL:	2B04		Kat holü					KAT:	-2						ODA SICAKLIĞI (°C):	18
İd1	K	0,3	20,00	4,50	90,00	1		90,00	0,770	6	416					
Tdö1	KD	0,7	1,00	144,50	144,50	1		144,50	2,262	9	2.942					
İd1	G	0,3	20,00	4,50	90,00	1	11,88	78,12	0,770	6	361					
İk1	G		0,90	2,20	1,98	6		11,88	4,000	6	285					

Çizelge C1.1 : 2. Bodrum kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0		Parsel No: 0		Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı												
Yapı Özelliği		ISI KAYBI HESABI										6.10.2018				
Betonarme		0										Tesisatın Cinsi		90/70		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni		Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar						
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z ₀	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt
TOPLAM								324,50			4.004	15	0	0	1,15	4.605

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı

q_{st} 0
TOPLAM 4.605

MAHAL:	2B05	Bayan tuvaleti	KAT:	-2	ODA SICAKLIĞI (°C):	15
Tdö1	KD	0,7 1,00 48,55 48,55	1	48,55 2,262 6 659		
Dd1	K	0,5 7,70 4,50 34,65	1	34,65 0,617 18 385		
Dd1	B	0,5 7,00 4,50 31,50	1 1,50	30,00 0,617 18 333		
Dp3	B	0,75 1,00 0,75	2	1,50 2,100 18 57		
TOPLAM			114,70	1.434	15	0 0 1,15 1.649

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı

q_{st} 197
TOPLAM 1.846

MAHAL:	2B06	Sığınak	KAT:	-2	ODA SICAKLIĞI (°C):	12
Tdö1	KB	0,7 1,00 360,00 360,00	1	360,00 2,262 3 2.443		
Dd1	K	0,5 36,00 4,50 162,00	1 12,32	149,68 0,617 15 1.385		
Dp2	K	2,20 0,70 1,54	8	12,32 2,100 15 388		
TOPLAM			522,00	4.216	15 5 0 1,20	5.059

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı

q_{st} 1.351
TOPLAM 6.410

MAHAL:	2B07	Bay tuvaleti	KAT:	-2	ODA SICAKLIĞI (°C):	15
Tdö1	KD	0,7 1,00 48,55 48,55	1	48,55 2,262 6 659		
Dd1	K	0,5 7,70 4,50 34,65	1	34,65 0,617 18 385		
Dd1	D	0,5 7,00 4,50 31,50	1 1,50	30,00 0,617 18 333		
Dp3	D	0,75 1,00 0,75	2	1,50 2,100 18 57		
TOPLAM			114,70	1.434	15 0 0 1,15	1.649

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı

q_{st} 197
TOPLAM 1.846

MAHAL:	2B08	Fuaye 2	KAT:	-2	ODA SICAKLIĞI (°C):	18
Tdö1	KD	0,7 1,00 29,50 29,50	1	29,50 2,262 9 601		
lk1	D	0,90 2,20 1,98	2	3,96 4,000 3 48		

Çizelge C1.1 : 2. Bodrum kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
				90/70												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt
Dd1	B	0,5	3,00	4,50	13,50	1		13,50	0,617	21	175					
İd1	G	0,3	8,00	4,50	36,00	1		36,00	0,770	6	166					
TOPLAM							82,96				990	15	0	0	1,15	1.139

$$qs = a \times l \times R \times H \times (ti - td) \times Ze$$

Pencere

Kapı

qst 0

TOPLAM 1.139

MAHAL: 2B09	Anfi yönetim odası 2	KAT: -2	ODA SICAKLIĞI (°C): 20													
Dd1	D	0,5	3,00	4,50	13,50	1		13,50	0,617	23	192					
Tdö1	KB	0,7	1,00	13,00	13,00	1		13,00	2,262	11	323					
İd1	K	0,3	4,00	4,50	18,00	1		18,00	0,770	5	69					
İd1	B	0,3	3,00	4,50	13,50	1		13,50	0,770	5	52					
TOPLAM							58,00				636	15	0	0	1,15	731

$$qs = a \times l \times R \times H \times (ti - td) \times Ze$$

Pencere

Kapı

qst 0

TOPLAM 731

MAHAL: 2B10	Anfi 2	KAT: -2	ODA SICAKLIĞI (°C): 20													
Dd1	D	0,5	16,40	4,50	73,80	1	27,00	46,80	0,617	23	664					
Dp4	D	1,50	4,50	6,75	4			27,00	2,100	23	1.304					
Tdö1	GD	0,7	1,00	237,50	237,50	1		237,50	2,262	11	5.909					
Dd1	G	0,5	14,60	4,50	65,70	1	33,30	32,40	0,617	23	460					
Dp1	G	3,70	4,50	16,65	2			33,30	2,100	23	1.608					
Dd1	B	0,5	16,40	4,50	73,80	1	2,20	71,60	0,617	23	1.016					
Dk2	B	1,00	2,20	2,20	1			2,20	4,000	23	202					
İd1	K	0,3	10,00	4,50	45,00	1	3,96	41,04	0,770	2	63					
İk1	K	0,90	2,20	1,98	2			3,96	4,000	2	32					
TOPLAM							495,80				11.258	15	-5	0	1,10	12.384

$$qs = a \times l \times R \times H \times (ti - td) \times Ze$$

Pencere

Kapı

qst 8.431

TOPLAM 20.815

MAHAL: M2B1	Merdiven 1	KAT: -2	ODA SICAKLIĞI (°C): 15													
Tdö1	KB	0,7	1,00	20,00	20,00	1		20,00	2,262	6	271					
Dd1	B	0,5	5,50	4,50	24,75	1		24,75	0,617	18	275					
TOPLAM							44,75				546	15	0	0	1,15	628

$$qs = a \times l \times R \times H \times (ti - td) \times Ze$$

Pencere

Kapı

qst 0

Çizelge C1.1 : 2. Bodrum kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar				
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştimiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt
TOPLAM																628

MAHAL: YM2B1 Yangın merdiveni 1 KAT: -2 ODA SICAKLIĞI (°C): 10
 TOPLAM 0 0 0 1,00 0

$$qs = a \times l \times R \times H \times (ti - td) \times Ze$$

Pencere
Kapı

qst 0
TOPLAM 0

MAHAL: M2B2 Merdiven 2 KAT: -2 ODA SICAKLIĞI (°C): 15
 TOPLAM 0 0 0 1,00 0

$$qs = a \times l \times R \times H \times (ti - td) \times Ze$$

Pencere
Kapı

qst 0
TOPLAM 0

MAHAL: YM2B2 Yangın merdiveni 2 KAT: -2 ODA SICAKLIĞI (°C): 10
 Tdö1 KB 0,7 1,00 15,20 15,20 1 15,20 2,262 1 34
 Dd1 B 0,5 2,45 4,50 11,03 1 11,03 0,617 13 88
 TOPLAM 26,23 122 15 0 0 1,15 140

$$qs = a \times l \times R \times H \times (ti - td) \times Ze$$

Pencere
Kapı

qst 0
TOPLAM 140

MAHAL: 1B01 Anfi 1 KAT: -1 ODA SICAKLIĞI (°C): 20
 Dd1 D 0,5 20,00 4,50 90,00 1 33,75 56,25 0,617 23 798
 Dp4 D 1,50 4,50 6,75 5 33,75 2,100 23 1.630
 Dd1 G 0,5 14,30 4,50 64,35 1 64,35 0,617 23 913
 Dp1 G 3,70 4,50 16,65 2 33,30 2,100 23 1.608
 Dd1 B 0,5 17,00 4,50 76,50 1 33,75 42,75 0,617 23 607
 Dp4 B 1,50 4,50 6,75 5 33,75 2,100 23 1.630
 İd1 K 0,3 14,30 4,50 64,35 1 3,96 60,39 0,770 2 93
 İk1 K 0,90 2,20 1,98 2 3,96 4,000 2 32
 TOPLAM 328,50 7.311 15 -5 0 1,10 8.042

$$qs = a \times l \times R \times H \times (ti - td) \times Ze$$

Pencere 1,2 585,90 0,90 0,94 23 1,20 16.417
Kapı

qst 16.417
TOPLAM 24.459

Çizelge C2.1 : 1. Bodrum kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0		Parsel No: 0		Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı													
Yapı Özelliği		ISI KAYBI HESABI												6.10.2018			
Betonarame		0										Tesisatın Cinsi		90/70			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Yapı Bileşeni		Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı					Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı	
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h	
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt	
MAHAL: 1B02		Kat Holü					KAT: -1					ODA SICAKLIĞI (°C): 18					
Dd2	B	0,3	5,50	4,50	24,75	1	16,65	8,10	0,411	21	70						
Dp1	B		3,70	4,50	16,65	1		16,65	2,100	21	734						
İd1	K	0,3	8,00	4,50	36,00	1	1,98	34,02	0,770	9	236						
İk1	K		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	9	71						
İd1	K	0,3	7,00	4,50	31,50	1		31,50	0,770	9	218						
TOPLAM								92,25			1.329	15	0	0	1,15	1.528	
qs=		a x l x R x H x (ti-td) x Ze															
Pencere		1,2	49,95	0,90	0,94	21	1,00										1.065
Kapı																qst	1.065
																TOPLAM	2.593
MAHAL: 1B03		Bayan tuvaleti					KAT: -1					ODA SICAKLIĞI (°C): 15					
Dd1	K	0,5	7,70	4,50	34,65	1		34,65	0,617	18	385						
Dd1	B	0,5	7,00	4,50	31,50	1	1,50	30,00	0,617	18	333						
Dp3	B		0,75	1,00	0,75	2		1,50	2,100	18	57						
İd1	G	0,3	8,00	4,50	36,00	1		36,00	0,770	6	166						
İd1	D	0,3	2,00	4,50	9,00	1		9,00	0,770	12	83						
İd1	D	0,3	2,00	4,50	9,00	1		9,00	0,770	6	42						
TOPLAM								120,15			1.066	15	0	0	1,15	1.226	
qs=		a x l x R x H x (ti-td) x Ze															
Pencere		1,2	10,80	0,90	0,94	18	1,00										197
Kapı																qst	197
																TOPLAM	1.423
MAHAL: 1B04		İnternet salonu					KAT: -1					ODA SICAKLIĞI (°C): 20					
Dd1	K	0,5	7,50	4,50	33,75	1	9,60	24,15	0,617	23	343						
Dp8	K		1,50	3,20	4,80	2		9,60	2,100	23	464						
İd1	B	0,3	8,50	4,50	38,25	1		38,25	0,770	5	147						
İd1	B	0,3	1,00	4,50	4,50	1		4,50	0,770	17	59						
İd1	G	0,3	7,50	4,50	33,75	1	1,98	31,77	0,770	2	49						
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
TOPLAM								110,25			1.078	15	5	0	1,20	1.294	
qs=		a x l x R x H x (ti-td) x Ze															
Pencere		1,2	69,12	0,90	0,94	23	1,00										1.614
Kapı																qst	1.614
																TOPLAM	2.908
MAHAL: 1B05		Kafeterya					KAT: -1					ODA SICAKLIĞI (°C): 20					
Dd1	K	0,5	20,00	4,50	90,00	1	19,20	70,80	0,617	23	1.005						
Dp8	K		1,50	3,20	4,80	4		19,20	2,100	23	927						
İd1	B	0,3	6,00	4,50	27,00	1	3,96	23,04	0,770	2	35						
İk1	B		0,90	2,20	1,98	2		3,96	4,000	2	32						

Çizelge C2.1 : 1. Bodrum kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No:		0		Parsel No:		0		Dış Sıcaklık =		-3 Rüzgarlı						
Yapı Özelliği		ISI KAYBI HESABI										6.10.2018				
Betonarme		0										Tesisatın Cinsi		90/70		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni		Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı					Artırımlar				
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt
Dd1	G	0,5	20,00	4,50	90,00	1	61,73	28,27	0,617	23	401					
Dp9	G		5,30	4,50	23,85	1		23,85	2,100	23	1.152					
Dp7	G		3,70	4,00	14,80	2		29,60	2,100	23	1.430					
Dk1	G		1,80	2,30	4,14	2		8,28	4,000	23	762					
İd1	D	0,3	6,00	4,50	27,00	1	3,96	23,04	0,770	2	35					
İk1	D		0,90	2,20	1,98	2		3,96	4,000	2	32					
TOPLAM								234,00			5.811	15	0	0	1,15	6.683

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 523,08 0,90 0,94 23 1,20 14.656

Kapı 1,2 24,84 0,90 0,94 23 1,20 696

qst 15.352

TOPLAM 22.035

MAHAL: 1B06 Duruşma salonu KAT: -1 ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd1	K	0,5	7,85	4,50	35,33	1	9,60	25,73	0,617	23	365					
Dp8	K		1,50	3,20	4,80	2		9,60	2,100	23	464					
İd1	D	0,3	8,40	4,50	37,80	1		37,80	0,770	5	146					
Dd1	D	0,5	1,00	4,50	4,50	1		4,50	0,617	23	64					
İd1	G	0,3	7,85	4,50	35,33	1	1,98	33,35	0,770	2	51					
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM								112,96			1.106	15	5	0	1,20	1.327

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 69,12 0,90 0,94 23 1,00 1.614

Kapı

qst 1.614

TOPLAM 2.941

MAHAL: 1B07 Kat holü KAT: -1 ODA SICAKLIĞI (°C): 18

Dd1	D	0,5	5,50	4,50	24,75	1	16,65	8,10	0,617	21	105					
Dp1	D		3,70	4,50	16,65	1		16,65	2,100	21	734					
Dd1	B	0,5	12,00	4,50	54,00	1	27,00	27,00	0,617	21	350					
Dp4	B		1,50	4,50	6,75	4		27,00	2,100	21	1.191					
TOPLAM								78,75			2.380	15	5	0	1,20	2.856

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 244,35 0,90 0,94 21 1,20 6.251

Kapı

qst 6.251

TOPLAM 9.107

MAHAL: 1B08 Derslik 1 KAT: -1 ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd1	D	0,5	5,50	4,50	24,75	1	13,50	11,25	0,617	23	160					
Dp4	D		1,50	4,50	6,75	2		13,50	2,100	23	652					
İd1	K	0,3	11,50	4,50	51,75	1		51,75	0,770	5	199					
İd1	B	0,3	5,50	4,50	24,75	1	1,98	22,77	0,770	2	35					
İk1	B		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM								101,25			1.062	15	0	0	1,15	1.221

Çizelge C2.1 : 1. Bodrum kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni				Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar				
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt

$$qs = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Ze$$

Pencere 1,2 97,20 0,90 0,94 23 1,00 2,270

Kapı

qst 2,270

TOPLAM 3,491

MAHAL: 1B09

Derslik 2

KAT: -1

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd1 D 0,5 6,60 4,50 29,70 1 29,70 0,617 23 421

Dp4 D 1,50 4,50 6,75 2 13,50 2,100 23 652

İd1 B 0,3 6,60 4,50 29,70 1 1,98 27,72 0,770 2 43

İk1 B 0,90 2,20 1,98 1 1,98 4,000 2 16

TOPLAM 72,90 1,132 15 0 0 1,15 1,302

$$qs = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Ze$$

Pencere 1,2 97,20 0,90 0,94 23 1,00 2,270

Kapı

qst 2,270

TOPLAM 3,572

MAHAL: 1B10

Duruşma salonu

KAT: -1

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd1 D 0,5 7,15 4,50 32,18 1 3,00 29,18 0,617 23 414

Dp6 D 1,50 2,00 3,00 1 3,00 2,100 23 145

Dd1 G 0,5 15,00 4,50 67,50 1 33,30 34,20 0,617 23 485

Dp1 G 3,70 4,50 16,65 2 33,30 2,100 23 1.608

Dd1 B 0,5 7,15 4,50 32,18 1 6,75 25,43 0,617 23 361

Dp4 B 1,50 4,50 6,75 1 6,75 2,100 23 326

İk1 K 0,90 2,20 1,98 2 3,96 4,000 2 32

İd1 K 0,3 2,80 4,50 12,60 1 3,96 8,64 0,770 2 13

TOPLAM 144,46 3,384 15 -5 0 1,10 3,722

$$qs = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Ze$$

Pencere 1,2 170,10 0,90 0,94 23 1,20 4,766

Kapı

qst 4,766

TOPLAM 8,488

MAHAL: M1B1

Merdiven 1

KAT: -1

ODA SICAKLIĞI (°C): 15

Dd1 B 0,5 5,50 4,50 24,75 1 16,65 8,10 0,617 18 90

Dp1 B 3,70 4,50 16,65 1 16,65 2,100 18 629

TOPLAM 24,75 719 15 0 0 1,15 827

$$qs = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Ze$$

Pencere 1,2 49,95 0,90 0,94 18 1,00 913

Kapı

qst 913

TOPLAM 1,740

MAHAL: YM1B1

Yangın merdiveni 1

KAT: -1

ODA SICAKLIĞI (°C): 10

Çizelge C2.1 : 1. Bodrum kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırım katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt

Dd1	B	0,5	2,40	4,50	10,80	1	4,14	6,66	0,617	13	53						
Dk1	B		1,80	2,30	4,14	1		4,14	4,000	13	215						
TOPLAM								10,80			268	15	0	0	1,15	308	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı 1,2 12,42 0,90 0,94 13 1,00 164

qst 164

TOPLAM 472

MAHAL: M1B2 Merdiven 2 KAT: -1

ODA SICAKLIĞI (°C): 15

0 0 0 1,00 0

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı

qst 0

TOPLAM 0

MAHAL: YM1B2 Yangın merdiveni 2 KAT: -1

ODA SICAKLIĞI (°C): 10

Dd1	K	0,5	7,72	4,50	34,74	1		34,74	0,617	13	279						
Dd1	D	0,5	9,80	4,50	44,10	1	1,50	42,60	0,617	13	342						
Dp3	D		0,75	1,00	0,75	2		1,50	2,100	13	41						
Dd1	B	0,5	3,00	4,50	13,50	1		13,50	0,617	13	108						
TOPLAM								92,34			770	15	0	0	1,15	886	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı 1,2 10,80 0,90 0,94 13 1,00 143

qst 143

TOPLAM 1.029

MAHAL: Z01 Rüzgarlık KAT: 0

ODA SICAKLIĞI (°C): 18

Dd1	K	0,5	7,80	4,50	35,10	1	38,88	-3,78	0,617	21	-49						
Dp9	K		5,30	4,50	23,85	1		23,85	2,100	21	1.052						
Dk1	K		1,80	2,30	4,14	2		8,28	4,000	21	696						
Dp4	K		1,50	4,50	6,75	1		6,75	2,100	21	298						
TOPLAM								35,10			1.997	15	5	0	1,20	2.396	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı 1,2 220,32 0,90 0,94 21 1,00 4.697

qst 5.227

TOPLAM 7.623

MAHAL: Z02 Yazı işleri KAT: 0

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd1	K	0,5	1,55	4,50	6,98	1		6,98	0,617	23	99						
Dd2	K	0,3	3,90	4,50	17,55	1	6,75	10,80	0,411	23	102						
Dp4	K		1,50	4,50	6,75	1		6,75	2,100	23	326						

Çizelge C3.1 : Zemin kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni				Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar				
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt
İd1	D	0,3	6,40	4,50	28,80	1		28,80	0,770	5	111					
İd1	G	0,3	6,00	4,50	27,00	1	1,98	25,02	0,770	2	39					
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM								80,33			693	15	5	0	1,20	832

$$qs = a \times l \times R \times H \times (ti - td) \times Ze$$

Pencere	1,2	48,60	0,90	0,94	23	1,00	1.135
Kapı							

qst 1.135
TOPLAM 1.967

MAHAL: Z03	Derslik 1	KAT: 0	ODA SICAKLIĞI (°C): 20													
Dd2	K	0,3	7,55	4,50	33,98	1	13,50	20,48	0,411	23	194					
Dp4	K		1,50	4,50	6,75	2		13,50	2,100	23	652					
İd1	B	0,3	8,70	4,50	39,15	1	4,50	34,65	0,770	5	133					
Dd2	B	0,3	1,00	4,50	4,50	1		4,50	0,411	23	43					
İd1	G	0,3	7,55	4,50	33,98	1	1,98	32,00	0,770	2	49					
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
İd1	D	0,3	2,15	4,50	9,68	1		9,68	0,770	2	15					
TOPLAM								116,79			1.102	15	5	0	1,20	1.322

$$qs = a \times l \times R \times H \times (ti - td) \times Ze$$

Pencere	1,2	97,20	0,90	0,94	23	1,00	2.270
Kapı							

qst 2.270
TOPLAM 3.592

MAHAL: Z04	Bayan tuvaleti	KAT: 0	ODA SICAKLIĞI (°C): 15													
Dd1	K	0,5	8,00	4,50	36,00	1	2,25	33,75	0,617	18	375					
Dp3	K		0,75	1,00	0,75	3		2,25	2,100	18	85					
Dd1	B	0,5	7,30	4,50	32,85	1	0,75	32,10	0,617	18	357					
Dp3	B		0,75	1,00	0,75	1		0,75	2,100	18	28					
İd1	G	0,3	7,00	4,50	31,50	1		31,50	0,770	0	0					
Dd1	G	0,5	1,00	4,50	4,50	1		4,50	0,617	18	50					
TOPLAM								104,85			895	15	5	0	1,20	1.074

$$qs = a \times l \times R \times H \times (ti - td) \times Ze$$

Pencere	1,2	21,60	0,90	0,94	18	1,20	474
Kapı							

qst 474
TOPLAM 1.548

MAHAL: Z05	Derslik 2	KAT: 0	ODA SICAKLIĞI (°C): 20													
Dd1	G	0,5	12,00	4,50	54,00	1	33,30	20,70	0,617	23	294					
Dp1	G		3,70	4,50	16,65	2		33,30	2,100	23	1.608					
Dd1	B	0,5	20,00	4,50	90,00	1	27,00	63,00	0,617	23	894					
Dp4	B		1,50	4,50	6,75	4		27,00	2,100	23	1.304					
İd1	K	0,3	12,00	4,50	54,00	1		54,00	0,770	5	208					
İd1	D	0,3		4,50	0,00	1	5,94	-5,94	0,770	2	-9					

Çizelge C3.1 : Zemin kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0			Parsel No: 0			Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı											
Yapı Özelliği			ISI KAYBI HESABI									6.10.2018					
Betonarme			0									Tesisatın Cinsi			90/70		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı					Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı	
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h	
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt	

İk1	D	0,90	2,20	1,98	3	5,94	4,000	2	48								
KTa1	B	0,2	1,00	227,19	227,19	1	227,19	1,894	17	7,315							
TOPLAM								425,19			11,662	15	-5	0	1,10	12,828	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere	1,2	294,30	0,90	0,94	23	1,20	8,246
Kapı							

q _{st}	8.246
TOPLAM	21.074

MAHAL: Z06	Kat holü										KAT: 0	ODA SICAKLIĞI (°C): 18					
Dd1	G	0,5	20,00	4,50	90,00	1	57,15	32,85	0,617	21	426						
Dp9	G		5,30	4,50	23,85	1		23,85	2,100	21	1.052						
Dp1	G		3,70	4,50	16,65	2		33,30	2,100	21	1.469						
İk1	K		0,90	2,20	1,98	4		7,92	4,000	3	95						
Dp1	B		3,70	4,50	16,65	1		16,65	2,100	21	734						
Dp1	D		3,70	4,50	16,65	1		16,65	2,100	21	734						
TOPLAM								131,22			4,510	15	-5	0	1,10	4,961	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere	1,2	371,52	0,90	0,94	21	1,20	9,505
Kapı							

q _{st}	9.505
TOPLAM	14.466

MAHAL: Z07	Satın alma - tahakkuk										KAT: 0	ODA SICAKLIĞI (°C): 20					
Dd1	K	0,5	5,90	4,50	26,55	1	6,75	19,80	0,617	23	281						
Dp4	K		1,50	4,50	6,75	1		6,75	2,100	23	326						
İd1	G	0,3	5,90	4,50	26,55	1	1,98	24,57	0,770	2	38						
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
İd1	B	0,3	6,40	4,50	28,80	1		28,80	0,770	8	177						
TOPLAM								81,90			838	15	5	0	1,20	1,006	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere	1,2	48,60	0,90	0,94	23	1,00	1,135
Kapı							

q _{st}	1.135
TOPLAM	2.141

MAHAL: Z08	Derslik 3										KAT: 0	ODA SICAKLIĞI (°C): 20					
Dd1	K	0,5	7,85	4,50	35,33	1	13,50	21,83	0,617	23	310						
Dp4	K		1,50	4,50	6,75	2		13,50	2,100	23	652						
İd1	G	0,3	7,85	4,50	35,33	1	1,98	33,35	0,770	2	51						
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
İd1	D	0,3	8,65	4,50	38,93	1		38,93	0,770	5	150						
TOPLAM								109,59			1,179	15	5	0	1,20	1,415	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere	1,2	97,20	0,90	0,94	23	1,00	2,270
---------	-----	-------	------	------	----	------	-------

Çizelge C3.1 : Zemin kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt

Kapı qst 2.270
TOPLAM 3.685

MAHAL: Z09 Bay tuvaleti KAT: 0 ODA SICAKLIĞI (°C): 15

Dd1	K	0,5	7,85	4,50	35,33	1	2,25	33,08	0,617	18	367						
Dp3	K		0,75	1,00	0,75	3		2,25	2,100	18	85						
Dd2	D	0,3	7,00	4,50	31,50	1	1,50	30,00	0,411	18	222						
Dp3	D		0,75	1,00	0,75	2		1,50	2,100	18	57						
Dd1	B	0,5	1,00	4,50	4,50	1		4,50	0,617	18	50						
İd1	G	0,3	7,50	4,50	33,75	1		33,75	0,770	6	156						
TOPLAM											937	15	5	0	1,20	1.124	

qs= a x l x R x H x (ti-ta) x Ze

Pencere	1,2	27,00	0,90	0,94	18	1,20	592										
Kapı																	
											qst 592						
											TOPLAM 1.716						

MAHAL: Z10 Derslik 4 KAT: 0 ODA SICAKLIĞI (°C): 20

İd1	K	0,3	12,00	4,50	54,00	1		54,00	0,770	5	208						
Dd1	D	0,5	20,00	4,50	90,00	1	33,75	56,25	0,617	23	798						
Dp4	D		1,50	4,50	6,75	5		33,75	2,100	23	1.630						
Dd1	G	0,5	12,00	4,50	54,00	1	16,65	37,35	0,617	23	530						
Dp1	G		3,70	4,50	16,65	1		16,65	2,100	23	804						
İd1	B	0,3	20,00	4,50	90,00	1	3,96	86,04	0,770	2	133						
İK1	B		0,90	2,20	1,98	2		3,96	4,000	2	32						
KTa1	B	0,2	1,00	227,19	227,19	1		227,19	1,894	17	7.315						
TOPLAM											515,19	11.450	15	-5	0	1,10	12.595

qs= a x l x R x H x (ti-ta) x Ze

Pencere	1,2	292,95	0,90	0,94	23	1,20	8.208										
Kapı																	
											qst 8.208						
											TOPLAM 20.803						

MAHAL: Z11 Koridor 1 KAT: 0 ODA SICAKLIĞI (°C): 18

Dd1	G	0,5	3,00	4,50	13,50	1		13,50	0,617	21	175						
Dd1	B	0,5	20,00	4,50	90,00	1	33,75	56,25	0,617	21	729						
Dp4	B		1,50	4,50	6,75	5		33,75	2,100	21	1.488						
KTa1	D	0,2	1,00	54,99	54,99	1		54,99	1,894	15	1.562						
TOPLAM											158,49	3.954	15	0	0	1,15	4.547

qs= a x l x R x H x (ti-ta) x Ze

Pencere	1,2	243,00	0,90	0,94	21	1,00	5.181										
Kapı																	
											qst 5.181						
											TOPLAM 9.728						

Çizelge C3.1 : Zemin kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı									
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018					
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Yapı Bileşeni		Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı					Artırmalar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırım katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı	
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h	
								m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt	
MAHAL:	Z12			Koridor 2				KAT:	0			ODA SICAKLIĞI (°C):				18	
Dd1	G	0,5	3,00	4,50	13,50	1		13,50	0,617	21	175						
Dd1	D	0,5	20,00	4,50	90,00	1	33,75	56,25	0,617	21	729						
Dp4	D		1,50	4,50	6,75	5		33,75	2,100	21	1.488						
KTa1	B	0,2	1,00	54,99	54,99	1		54,99	1,894	15	1.562						
								TOPLAM	158,49		3.954	15	0	0	1,15	4.547	
qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																
Pencere	1,2	243,00	0,90	0,94	21	1,00		5.181									
Kapı																	qst
																	5.181
																	TOPLAM
																	9.728
MAHAL:	MZ01			Merdiven 1				KAT:	0			ODA SICAKLIĞI (°C):				15	
Dd2	B	0,3	5,90	4,50	26,55	1	16,65	9,90	0,411	18	73						
Dp1	B		3,70	4,50	16,65	1		16,65	2,100	18	629						
İd1	K	0,3	6,50	4,50	29,25	1		29,25	0,770	6	135						
								TOPLAM	55,80		837	15	0	0	1,15	963	
qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																
Pencere	1,2	49,95	0,90	0,94	18	1,00		913									
Kapı																	qst
																	913
																	TOPLAM
																	1.876
MAHAL:	YMZ01			Yangın merdiveni 1				KAT:	0			ODA SICAKLIĞI (°C):				15	
Dd1	B	0,5	2,40	4,50	10,80	1		10,80	0,617	18	120						
								TOPLAM	10,80		120	15	0	0	1,15	138	
qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																
Pencere																	
Kapı																	qst
																	0
																	TOPLAM
																	138
MAHAL:	MZ02			Merdiven 2				KAT:	0			ODA SICAKLIĞI (°C):				15	
Dd2	D	0,3	5,90	4,50	26,55	1	16,65	9,90	0,411	18	73						
Dp1	D		3,70	4,50	16,65	1		16,65	2,100	18	629						
İd1	K	0,3	6,50	4,50	29,25	1		29,25	0,770	6	135						
								TOPLAM	55,80		837	15	0	0	1,15	963	
qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																
Pencere	1,2	49,95	0,90	0,94	18	1,00		913									
Kapı																	qst
																	913
																	TOPLAM
																	1.876
MAHAL:	YMZ02			Yangın merdiveni 2				KAT:	0			ODA SICAKLIĞI (°C):				15	
Dd1	D	0,5	2,40	4,50	10,80	1		10,80	0,617	18	120						

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı											
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI												6.10.2018			
Betonarme				0												Tesisatın Cinsi		90/70	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
Yapı Bileşeni				Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar							
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı			
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z		q _h		
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt			
TOPLAM								10,80			120	15	0	0	1,15	138			

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı

qst 0

TOPLAM 138

MAHAL: 101	Kat holü	KAT: 1	ODA SICAKLIĞI (°C): 18
Dp9 G	5,30 4,50 23,85 1	23,85 2,100 21 1.052	
Dd2 G	0,3 2,70 4,00 10,80 1 4,40	6,40 0,411 21 55	
Dk2 G	1,00 2,20 2,20 2	4,40 4,000 21 370	
KTa1 K	0,2 1,00 386,92 386,92 1	386,92 1,894 15 10.992	
İd1 B	0,3 8,80 4,00 35,20 1	35,20 0,770 6 163	
İd1 D	0,3 8,80 4,00 35,20 1	35,20 0,770 6 163	
TOPLAM		491,97	12.795 15 -5 0 1,10 14.075

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı

qst 3.942

TOPLAM 18.017

MAHAL: 102	Bayan tuvaleti	KAT: 1	ODA SICAKLIĞI (°C): 15
Dd1 K	0,5 8,00 4,00 32,00 1 0,75	31,25 0,617 18 347	
Dp3 K	0,75 1,00 0,75 1	0,75 2,100 18 28	
Dd1 B	0,5 7,30 4,00 29,20 1 0,75	28,45 0,617 18 316	
Dp3 B	0,75 1,00 0,75 1	0,75 2,100 18 28	
İd1 G	0,3 7,00 4,00 28,00 1	28,00 0,770 -3 -65	
Dd1 G	0,5 1,00 4,00 4,00 1	4,00 0,617 18 44	
TOPLAM		93,20	698 15 5 0 1,20 838

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı

qst 237

TOPLAM 1.075

MAHAL: 103	Yazı işleri	KAT: 1	ODA SICAKLIĞI (°C): 20
Dd2 K	0,3 3,90 4,00 15,60 1 6,00	9,60 0,411 23 91	
Dp5 K	1,50 4,00 6,00 1	6,00 2,100 23 290	
İd1 B	0,3 6,84 4,00 27,36 1	27,36 0,770 5 105	
İd1 G	0,3 3,90 4,00 15,60 1 1,98	13,62 0,770 2 21	
İk1 G	0,90 2,20 1,98 1	1,98 4,000 2 16	
TOPLAM		58,56	523 15 5 0 1,20 628

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı

qst 1.009

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı											
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI												6.10.2018			
Betonarme				0												Tesisatın Cinsi		90/70	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar								
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırım katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı			
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h			
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt			
TOPLAM																1.637			

MAHAL: 104	Fakülte sekreteri										KAT: 1	ODA SICAKLIĞI (°C): 20					
Dd2	K	0,3	3,90	4,00	15,60	1	6,00	9,60	0,411	23	91						
Dp5	K		1,50	4,00	6,00	1		6,00	2,100	23	290						
İd1	G	0,3	3,90	4,00	15,60	1	1,98	13,62	0,770	2	21						
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
TOPLAM											31,20	418	15	5	0	1,20	502

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																	
Pencere	1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1,009										qst	1,009
Kapı																qst	1,009	
TOPLAM																1,511		

MAHAL: 105	Araştırma görevlisi 1										KAT: 1	ODA SICAKLIĞI (°C): 20					
Dd2	K	0,3	4,35	4,00	17,40	1	6,00	11,40	0,411	23	108						
Dp5	K		1,50	4,00	6,00	1		6,00	2,100	23	290						
İd1	G	0,3	4,35	4,00	17,40	1	1,98	15,42	0,770	2	24						
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
TOPLAM											34,80	438	15	5	0	1,20	526

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																	
Pencere	1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1,009										qst	1,009
Kapı																qst	1,009	
TOPLAM																1,535		

MAHAL: 106	Profesör 1										KAT: 1	ODA SICAKLIĞI (°C): 20					
Dd1	K	0,5	3,50	4,00	14,00	1	6,00	8,00	0,617	23	114						
Dp5	K		1,50	4,00	6,00	1		6,00	2,100	23	290						
İd1	G	0,3	3,50	4,00	14,00	1	1,98	12,02	0,770	2	19						
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
TOPLAM											28,00	439	15	5	0	1,20	527

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																	
Pencere	1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1,009										qst	1,009
Kapı																qst	1,009	
TOPLAM																1,536		

MAHAL: 107	Profesör 2										KAT: 1	ODA SICAKLIĞI (°C): 20					
Dp7	K		3,70	4,00	14,80	1		14,80	2,100	23	715						
İd1	G	0,3	5,56	4,00	22,24	1	1,98	20,26	0,770	2	31						
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
TOPLAM											37,04	762	15	5	0	1,20	914

qs= a x l x R x H x (ti-td) x Ze

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt

Pencere		1,2	106,56	0,90	0,94	23	1,00	2.488									
Kapı																	
																	qst
																	2.488
																	TOPLAM
																	3.402

MAHAL:	108				Profesör 3			KAT:	1								ODA SICAKLIĞI (°C):	20
Dd1	K	0,5	3,45	4,00	13,80	1	6,00	7,80	0,617	23	111							
Dp5	K		1,50	4,00	6,00	1		6,00	2,100	23	290							
İd1	G	0,3	3,45	4,00	13,80	1	1,98	11,82	0,770	2	18							
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16							
								TOPLAM	27,60		435	15	5	0	1,20		522	

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																	
Pencere	1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1.009											
Kapı																		
																		qst
																		1.009
																		TOPLAM
																		1.531

MAHAL:	109				Araştırma görevlisi 2			KAT:	1								ODA SICAKLIĞI (°C):	20
Dd2	K	0,3	4,35	4,00	17,40	1	6,00	11,40	0,411	23	108							
Dp5	K		1,50	4,00	6,00	1		6,00	2,100	23	290							
İd1	G	0,3	4,53	4,00	18,12	1	1,98	16,14	0,770	2	25							
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16							
								TOPLAM	35,52		439	15	5	0	1,20		527	

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																	
Pencere	1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1.009											
Kapı																		
																		qst
																		1.009
																		TOPLAM
																		1.536

MAHAL:	110				Profesör 4			KAT:	1								ODA SICAKLIĞI (°C):	20
Dd2	K	0,3	3,80	4,00	15,20	1	6,00	9,20	0,411	23	87							
Dp5	K		1,50	4,00	6,00	1		6,00	2,100	23	290							
İd1	G	0,3	3,80	4,00	15,20	1	1,98	13,22	0,770	2	20							
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16							
								TOPLAM	30,40		413	15	5	0	1,20		496	

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																	
Pencere	1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1.009											
Kapı																		
																		qst
																		1.009
																		TOPLAM
																		1.505

MAHAL:	111				Araştırma görevlisi 3			KAT:	1								ODA SICAKLIĞI (°C):	20
Dd2	K	0,3	3,85	4,00	15,40	1	6,00	9,40	0,411	23	89							
Dp5	K		1,50	4,00	6,00	1		6,00	2,100	23	290							
İd1	G	0,3	3,85	4,00	15,40	1	1,98	13,42	0,770	2	21							
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16							

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
				90/70												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni				Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar				
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt

İd1	D	0,3	6,50	4,00	26,00	1	4,00	22,00	0,770	5	85					
Dd2	D	0,3	1,00	4,00	4,00	1		4,00	0,411	23	38					
TOPLAM								56,80			539	15	5	0	1,20	647

$qs = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Ze$

Pencere	1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1.009									
Kapı																

qst 1.009
TOPLAM 1.656

MAHAL: 112	Bay tuvaleti	KAT: 1	ODA SICAKLIĞI (°C): 15													
Dd1	K	0,5	7,85	4,00	31,40	1	2,25	29,15	0,617	18	324					
Dp3	K		0,75	1,00	0,75	3		2,25	2,100	18	85					
Dd2	D	0,3	7,00	4,00	28,00	1	1,50	26,50	0,411	18	196					
Dp3	D		0,75	1,00	0,75	2		1,50	2,100	18	57					
Dd1	B	0,5	1,00	4,00	4,00	1		4,00	0,617	18	44					
İd1	G	0,3	7,50	4,00	30,00	1		30,00	0,770	6	139					
TOPLAM								93,40			845	15	5	0	1,20	1.014

$qs = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Ze$

Pencere	1,2	27,00	0,90	0,94	18	1,20	592									
Kapı																

qst 592
TOPLAM 1.606

MAHAL: 113	Doçent 1	KAT: 1	ODA SICAKLIĞI (°C): 20													
KTa1	B	0,2	1,00	11,65	11,65	1		11,65	1,894	17	375					
İd1	K	0,3	4,80	4,00	19,20	1		19,20	0,770	5	74					
Dd2	D	0,3	2,55	4,00	10,20	1	6,00	4,20	0,411	23	40					
Dp5	D		1,50	4,00	6,00	1		6,00	2,100	23	290					
İd1	B	0,3	2,55	4,00	10,20	1	1,98	8,22	0,770	2	13					
İk1	B		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM								51,25			808	15	0	0	1,15	929

$qs = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Ze$

Pencere	1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1.009									
Kapı																

qst 1.009
TOPLAM 1.938

MAHAL: 114	Doçent 2	KAT: 1	ODA SICAKLIĞI (°C): 20													
Dd1	D	0,5	2,80	4,00	11,20	1	6,00	5,20	0,617	23	74					
Dp5	D		1,50	4,00	6,00	1		6,00	2,100	23	290					
İd1	B	0,3	2,80	4,00	11,20	1	1,98	9,22	0,770	2	14					
İk1	B		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
KTa1	D	0,2	1,00	12,58	12,58	1		12,58	1,894	17	405					
TOPLAM								34,98			799	15	0	0	1,15	919

$qs = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Ze$

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt

Pencere		1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1.009									
Kapı																	
																qst	1.009
																TOPLAM	1.928

MAHAL:	115		Doğent 3					KAT:	1							ODA SICAKLIĞI (°C):	20
Dp5	D	1,50	4,00	6,00	1		6,00	2,100	23	290							
İd1	B	0,3	2,85	4,00	11,40	1	1,98	9,42	0,770	2	15						
İk1	B	0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16							
Dd1	D	0,5	2,85	4,00	11,40	1	6,00	5,40	0,617	23	77						
KTa1	GB	0,2	1,00	12,84	12,84	1		12,84	1,894	17	413						
							TOPLAM	35,64			811	15	0	0	1,15	933	

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																
Pencere	1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1.009										
Kapı																qst	1.009
																TOPLAM	1.942

MAHAL:	116		Doğent 4					KAT:	1							ODA SICAKLIĞI (°C):	20
Dd2	D	0,3	2,90	4,00	11,60	1	6,00	5,60	0,411	23	53						
Dp5	D	1,50	4,00	6,00	1		6,00	2,100	23	290							
KTa1	KD	0,2	1,00	13,27	13,27	1		13,27	1,894	17	427						
İd1	B	0,3	2,90	4,00	11,60	1	1,98	9,62	0,770	2	15						
İk1	B	0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16							
							TOPLAM	36,47			801	15	0	0	1,15	921	

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																
Pencere	1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1.009										
Kapı																qst	1.009
																TOPLAM	1.930

MAHAL:	117		Doğent 5					KAT:	1							ODA SICAKLIĞI (°C):	20
Dd1	D	0,5	2,90	4,00	11,60	1		11,60	0,617	23	165						
KTa1	K	0,2	1,00	12,88	12,88	1		12,88	1,894	17	415						
Dd2	G	0,3	4,40	4,00	17,60	1	3,00	14,60	0,411	23	138						
Dp6	G	1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145							
İd1	B	0,3	2,90	4,00	11,60	1	1,98	9,62	0,770	2	15						
İk1	B	0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16							
							TOPLAM	53,68			894	15	-5	0	1,10	983	

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze																
Pencere	1,2	21,60	0,90	0,94	23	1,00	504										
Kapı																qst	504
																TOPLAM	1.487

MAHAL:	118		Bekleme odası					KAT:	1							ODA SICAKLIĞI (°C):	20
---------------	------------	--	----------------------	--	--	--	--	-------------	----------	--	--	--	--	--	--	----------------------------	-----------

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı					Artırımlar			
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt
KTa1	B	0,2	1,00	14,69	14,69	1		14,69	1,894	17	473					
İd1	D	0,3	5,65	4,00	22,60	1		22,60	0,770	2	35					
İd1	B	0,3	5,65	4,00	22,60	1	1,98	20,62	0,770	2	32					
İd1	G	0,3	2,70	4,00	10,80	1		10,80	0,770	2	17					
İk1	B		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM							70,69				573	15	0	0	1,15	659

qs= a x l x R x H x (ti-td) x Ze

Pencere

Kapı

qst 0

TOPLAM 659

MAHAL: 119

Bilgi işlem

KAT: 1

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

İd1	B	0,3	3,80	4,00	15,20	1		15,20	0,770	2	23					
İd1	D	0,3	3,80	4,00	15,20	1	1,98	13,22	0,770	2	20					
KTa1	KD	0,2	1,00	9,87	9,87	1		9,87	1,894	17	318					
İd1	K	0,3	2,70	4,00	10,80	1		10,80	0,770	2	17					
İk1	D		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM							51,07				394	20	0	0	1,20	473

qs= a x l x R x H x (ti-td) x Ze

Pencere

Kapı

qst 0

TOPLAM 473

MAHAL: 120

Sekreter odası

KAT: 1

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd2	G	0,3	3,85	4,00	15,40	1	3,00	12,40	0,411	23	117					
Dp6	G		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145					
İd1	D	0,3	3,00	4,00	12,00	1		12,00	0,770	2	18					
KTa1	B	0,2	1,00	11,55	11,55	1		11,55	1,894	17	372					
İd1	K	0,3	3,85	4,00	15,40	1	1,98	13,42	0,770	2	21					
İk1	K		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM							54,35				689	15	-5	0	1,10	758

qs= a x l x R x H x (ti-td) x Ze

Pencere

Kapı

qst 504

TOPLAM 1.262

MAHAL: 121

Bölüm başkanı odası 1

KAT: 1

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

KTa1	GB	0,2	1,00	25,04	25,04	1		25,04	1,894	17	806					
Dd1	B	0,5	6,00	4,00	24,00	1	3,00	21,00	0,617	23	298					
Dp6	B		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145					
Dd2	G	0,3	4,00	4,00	16,00	1	3,00	13,00	0,411	23	123					
Dp6	G		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145					
İd1	D	0,3	2,80	4,00	11,20	1	1,98	9,22	0,770	2	14					

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı									
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018					
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi					
												90/70					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar						
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı	
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h	
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt	
İk1	D		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
TOPLAM								76,24			1,547	15	-5	0	1,10	1,702	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 43,20 0,90 0,94 23 1,20 1,210

Kapı

qst 1,210

TOPLAM 2,912

MAHAL: 122

Doçent 6

KAT: 1

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd1	B	0,5	2,85	4,00	11,40	1	3,00	8,40	0,617	23	119						
Dp6	B		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145						
KTa1	KB	0,2	1,00	11,87	11,87	1		11,87	1,894	17	382						
İd1	D	0,3	2,85	4,00	11,40	1	1,98	9,42	0,770	2	15						
İk1	D		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
TOPLAM								34,67			677	15	0	0	1,15	779	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 21,60 0,90 0,94 23 1,00 504

Kapı

qst 504

TOPLAM 1,283

MAHAL: 123

Doçent 7

KAT: 1

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd1	B	0,5	2,85	4,00	11,40	1	3,00	8,40	0,617	23	119						
Dp6	B		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145						
KTa1	KB	0,2	1,00	11,64	11,64	1		11,64	1,894	17	375						
İd1	D	0,3		4,00	0,00	1	1,98	-1,98	0,770	2	-3						
İk1	D		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
TOPLAM								23,04			652	15	0	0	1,15	750	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 21,60 0,90 0,94 23 1,00 504

Kapı

qst 504

TOPLAM 1,254

MAHAL: 124

Bölüm toplantı odası 1

KAT: 1

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd1	B	0,5	2,75	4,00	11,00	1	3,00	8,00	0,617	23	114						
Dp6	B		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145						
İd1	K	0,3	4,20	4,00	16,80	1		16,80	0,770	2	26						
İd1	D	0,3	7,60	4,00	30,40	1	1,98	28,42	0,770	2	44						
KTa1	KB	0,2	1,00	31,51	31,51	1		31,51	1,894	17	1.015						
İk1	D		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
TOPLAM								89,71			1,360	15	0	0	1,15	1,564	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 21,60 0,90 0,94 23 1,00 504

Kapı

qst 504

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt

Pencere		1,2	43,20	0,90	0,94	23	1,00	1.009									
Kapı																	
qst																1.009	
TOPLAM																1.456	

MAHAL:	129			Bölüm toplantı odası 2				KAT:	1					ODA SICAKLIĞI (°C):	20	
Dd1	D	0,5	2,55	4,00	11,20	1	3,00	7,20	0,617	23	102					
Dp6	D		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145					
KTa1	GD	0,2	1,00	31,51	31,51	1		31,51	1,894	17	1.015					
İd1	B	0,3	7,60	4,00	30,40	1	1,98	28,42	0,770	2	44					
İk1	B		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
İd1	K	0,3	4,20	4,00	16,80	1		16,80	0,770	2	26					
TOPLAM																88,91
											1.348	15	0	0	1,15	1.550

qs=	$a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$															
Pencere	1,2	21,60	0,90	0,94	23	1,00	504									
Kapı																
qst																504
TOPLAM																2.054

MAHAL:	130			Doçent 12				KAT:	1					ODA SICAKLIĞI (°C):	20	
Dd1	D	0,5	2,80	4,00	11,20	1	3,00	8,20	0,617	23	116					
Dp6	D		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145					
KTa1	GB	0,2	1,00	11,64	11,64	1		11,64	1,894	17	375					
İd1	B	0,3	2,80	4,00	11,20	1	1,98	9,22	0,770	2	14					
İk1	B		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM																34,04
											666	15	0	0	1,15	766

qs=	$a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$															
Pencere	1,2	21,60	0,90	0,94	23	1,00	504									
Kapı																
qst																504
TOPLAM																1.270

MAHAL:	131			Doçent 13				KAT:	1					ODA SICAKLIĞI (°C):	20	
Dd1	D	0,5	2,85	4,00	11,40	1	3,00	8,40	0,617	23	119					
Dp6	D		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145					
KTa1	GB	0,2	1,00	11,82	11,82	1		11,82	1,894	17	381					
İd1	B	0,3	2,85	4,00	11,40	1	1,98	9,42	0,770	2	15					
İk1	B		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM																34,62
											676	15	0	0	1,15	777

qs=	$a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$															
Pencere	1,2	21,60	0,90	0,94	23	1,00	504									
Kapı																
qst																504
TOPLAM																1.281

MAHAL:	132			Bölüm başkanı odası 2				KAT:	1					ODA SICAKLIĞI (°C):	20
---------------	-----	--	--	------------------------------	--	--	--	-------------	---	--	--	--	--	----------------------------	----

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı				6.10.2018				
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								Tesisatın Cinsi				
Betonarme				0								90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt
Dd1	D	0,5	2,70	4,00	10,80	1		10,80	0,617	23	153					
Dd2	D	0,3	3,50	4,00	14,00	1	3,00	11,00	0,411	23	104					
Dp6	D		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145					
KTa1	KD	0,2	1,00	25,04	25,04	1		25,04	1,894	17	806					
İd1	B	0,3	2,80	4,00	11,20	1	1,98	9,22	0,770	2	14					
İk1	B		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM								61,04			1.238	15	0	0	1,15	1.424
qs= a x l x R x H x (ti-td) x Ze																
Pencere		1,2	21,60	0,90	0,94	23	1,00	504								
Kapı																
															qst	504
															TOPLAM	1.928
MAHAL: 133 Sekreter odası KAT: 1 ODA SICAKLIĞI (°C): 20																
Dd2	G	0,3	3,85	4,00	15,40	1	3,00	12,40	0,411	23	117					
Dp6	G		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145					
KTa1	GB	0,2	1,00	11,55	11,55	1		11,55	1,894	17	372					
İd1	K	0,3	3,85	4,00	15,40	1	1,98	13,42	0,770	2	21					
İk1	K		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM								42,35			671	15	-5	0	1,10	738
qs= a x l x R x H x (ti-td) x Ze																
Pencere		1,2	21,60	0,90	0,94	23	1,00	504								
Kapı																
															qst	504
															TOPLAM	1.242
MAHAL: 134 Bekleme odası KAT: 1 ODA SICAKLIĞI (°C): 20																
KTa1	GB	0,2	1,00	17,85	17,85	1		17,85	1,894	17	575					
İd1	G	0,3	2,60	4,00	10,40	1		10,40	0,770	2	16					
İd1	B	0,3	5,65	4,00	22,60	1	1,98	20,62	0,770	2	32					
İd1	D	0,3	5,65	4,00	22,60	1		22,60	0,770	2	35					
İk1	B		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM								73,45			674	15	0	0	1,15	775
qs= a x l x R x H x (ti-td) x Ze																
Pencere																
Kapı																
															qst	0
															TOPLAM	775
MAHAL: 135 Kat deposu KAT: 1 ODA SICAKLIĞI (°C): 15																
KTa1	GB	0,2	1,00	11,97	11,97	1		11,97	1,894	12	272					
İd1	D	0,3	3,80	4,00	15,20	1	1,98	13,22	0,770	-3	-31					
İd1	B	0,3	3,80	4,00	15,20	1		15,20	0,770	-3	-35					
İd1	K	0,3	2,60	4,00	10,40	1		10,40	0,770	-3	-24					
İk1	D		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	-3	-24					
TOPLAM								52,77			158	20	0	0	1,20	190

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0			Parsel No: 0			Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı											
Yapı Özelliği			ISI KAYBI HESABI									6.10.2018					
Betonarme			0									Tesisatın Cinsi			90/70		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı					Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı	
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z		q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt	

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere
Kapı

qst 0
TOPLAM 190

MAHAL:	136	Doğent 14	KAT:	1	ODA SICAKLIĞI (°C):	20										
Dd1	B	0,5	2,90	4,00	11,60	1	11,60	0,617	23	165						
Dd2	G	0,3	4,60	4,00	18,40	1	3,00	15,40	0,411	23	146					
Dp6	G		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145					
KTa1	GB	0,2	1,00	12,87	12,87	1		12,87	1,894	17	414					
İd1	D	0,3	2,90	4,00	11,60	1	1,98	9,62	0,770	2	15					
İk1	D		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
							TOPLAM	54,47			901	15	-5	0	1,10	991

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 21,60 0,90 0,94 23 1,00 504
Kapı

qst 504
TOPLAM 1.495

MAHAL:	137	Doğent 15	KAT:	1	ODA SICAKLIĞI (°C):	20										
Dd2	B	0,3	2,90	4,00	11,60	1	3,00	8,60	0,411	23	81					
Dp6	B		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145					
KTa1	GB	0,2	1,00	13,27	13,27	1		13,27	1,894	17	427					
İd1	D	0,3	2,90	4,00	11,60	1	1,98	9,62	0,770	2	15					
İk1	D		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
							TOPLAM	36,47			684	15	0	0	1,15	787

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 21,60 0,90 0,94 23 1,00 504
Kapı

qst 504
TOPLAM 1.291

MAHAL:	138	Doğent 16	KAT:	1	ODA SICAKLIĞI (°C):	20										
Dd1	B	0,5	2,85	4,00	11,40	1	3,00	8,40	0,617	23	119					
Dp6	B		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145					
KTa1	GB	0,2	1,00	12,83	12,83	1		12,83	1,894	17	413					
İd1	D	0,3	2,85	4,00	11,40	1	1,98	9,42	0,770	2	15					
İk1	D		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
							TOPLAM	35,63			708	15	0	0	1,15	814

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 21,60 0,90 0,94 23 1,00 504
Kapı

qst 504
TOPLAM 1.318

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt

MAHAL:	139	Doğent 17	KAT:	1	ODA SICAKLIĞI (°C):	20											
Dd1	B	0,5	2,80	4,00	11,20	1	3,00	8,20	0,617	23	116						
Dp6	B		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145						
KTa1	GB	0,2	1,00	12,58	12,58	1		12,58	1,894	17	405						
İd1	D	0,3	2,80	4,00	11,20	1	1,98	9,22	0,770	2	14						
İk1	D		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
							TOPLAM	34,98			696	15	0	0	1,15	800	

qs=	$a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$	
Pencere	1,2	21,60
Kapı		
		qst
		TOPLAM
		504
		504
		1.304

MAHAL:	140	Doğent 18	KAT:	1	ODA SICAKLIĞI (°C):	20											
Dd2	B	0,3	2,55	4,00	10,20	1	3,00	7,20	0,411	23	68						
Dp6	B		1,50	2,00	3,00	1		3,00	2,100	23	145						
İd1	K	0,3	4,57	4,00	18,28	1		18,28	0,770	5	70						
KTa1	GB	0,2	1,00	11,65	11,65	1		11,65	1,894	17	375						
İd1	D	0,3	2,55	4,00	10,20	1	1,98	8,22	0,770	2	13						
İk1	D		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16						
							TOPLAM	50,33			687	15	0	0	1,15	790	

qs=	$a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$	
Pencere	1,2	21,60
Kapı		
		qst
		TOPLAM
		504
		504
		1.294

MAHAL:	M101	Merdiven 1	KAT:	1	ODA SICAKLIĞI (°C):	15											
Dd2	B	0,3	5,50	4,00	22,00	1	14,80	7,20	0,411	18	53						
Dp7	B		3,70	4,00	14,80	1		14,80	2,100	18	559						
							TOPLAM	22,00			612	15	0	0	1,15	704	

qs=	$a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$	
Pencere	1,2	106,56
Kapı		
		qst
		TOPLAM
		1.947
		1.947
		2.651

MAHAL:	YM101	Yangın merdiveni 1	KAT:	1	ODA SICAKLIĞI (°C):	15											
Dd2	B	0,3	2,40	4,00	9,60	1		9,60	0,411	18	71						
							TOPLAM	9,60			71	15	0	0	1,15	82	

qs=	$a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$	
Pencere		
Kapı		
		qst
		TOPLAM
		0
		82

Çizelge C4.1 : 1. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işaretli	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt

MAHAL:	M102	Merdiven 2	KAT:	1	ODA SICAKLIĞI (°C):	15										
Dd2	D	0,3	5,50	4,00	22,00	1	14,80	7,20	0,411	18	53					
Dp7	D		3,70	4,00	14,80	1		14,80	2,100	18	559					
							TOPLAM	22,00			612	15	0	0	1,15	704

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze	
Pencere	1,2	106,56
Kapı		
		qst
		TOPLAM
		1.947
		2.651

MAHAL:	YM102	Yangın merdiveni 2	KAT:	1	ODA SICAKLIĞI (°C):	15										
Dd2	D	0,3	2,40	4,00	9,60	1	9,60	0,411	18	71						
							TOPLAM	9,60			71	15	0	0	1,15	82

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze	
Pencere		
Kapı		
		qst
		TOPLAM
		0
		82

MAHAL:	201	Hol 1	KAT:	2	ODA SICAKLIĞI (°C):	18										
Dd2	G	0,3	10,70	3,20	34,24	1	13,14	21,10	0,411	21	182					
Dp6	G		1,50	2,00	3,00	3		9,00	2,100	21	397					
DK1	G		1,80	2,30	4,14	1		4,14	4,000	21	348					
KTa1	GB	0,2	1,00	48,00	48,00	1		48,00	1,894	15	1.364					
Dp1	B		3,70	4,50	16,65	1		16,65	2,100	21	734					
							TOPLAM	98,89			3.025	15	-5	0	1,10	3.328

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze	
Pencere	1,2	114,75
Kapı	1,2	12,42
		qst
		TOPLAM
		3.254
		6.582

MAHAL:	202	Bayan lavabo - tuvalet	KAT:	2	ODA SICAKLIĞI (°C):	15										
KTa1	GB	0,2	1,00	12,35	12,35	1	12,35	1,894	12	281						
Dd2	B	0,3	3,00	3,20	9,60	1		9,60	0,411	18	71					
Dp3	B		0,75	1,00	0,75	1		0,75	2,100	18	28					
ld1	G	0,3	4,50	3,20	14,40	1		14,40	0,770	6	67					
							TOPLAM	37,10			447	15	0	0	1,15	514

qs=	a x l x R x H x (ti-td) x Ze	
Pencere	1,2	5,40
Kapı		
		qst
		TOPLAM
		99
		613

Çizelge C5.1 : 2. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön artırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt

MAHAL: 203	Bayan mescit	KAT: 2	ODA SICAKLIĞI (°C): 20
Dd1 K 0,5	8,20 3,20 26,24	1 2,25	23,99 0,617 23 340
Dp3 K 0,3	0,75 1,00 0,75	3	2,25 2,100 23 109
Dd1 B 0,5	3,80 3,20 12,16	1 0,75	11,41 0,617 23 162
Dp3 B 0,75	1,00 0,75	1	0,75 2,100 23 36
İd1 G 0,3	8,00 3,20 25,60	1 1,98	23,62 0,770 5 91
İk1 G 0,90	2,20 1,98	1	1,98 4,000 5 40
KTa1 KB 0,2	1,00 30,19 30,19	1	30,19 1,894 17 972
TOPLAM			94,19 1.750 15 5 0 1,20 2.100

qs=	a x l x R x H x (ti-ta) x Ze	
Pencere	1,2 21,60 0,90 0,94 23 1,20	605
Kapı		
		qst 605
TOPLAM		2.705

MAHAL: 204	Toplantı odası	KAT: 2	ODA SICAKLIĞI (°C): 20
Dd2 K 0,3	7,55 3,20 24,16	1 9,60	14,56 0,411 23 138
Dp8 K 1,50	3,20 4,80	2	9,60 2,100 23 464
KTa1 KB 0,2	1,00 83,84 83,84	1	83,84 1,894 17 2.699
İd1 G 0,3	7,55 3,20 24,16	1 1,98	22,18 0,770 2 34
İk1 G 0,90	2,20 1,98	1	1,98 4,000 2 16
İd1 B 0,3	11,00 3,20 35,20	1	35,20 0,770 2 54
TOPLAM			167,36 3.405 15 5 0 1,20 4.086

qs=	a x l x R x H x (ti-ta) x Ze	
Pencere	1,2 69,12 0,90 0,94 23 1,00	1.614
Kapı		
		qst 1.614
TOPLAM		5.700

MAHAL: 205	Fakülte sekreteri	KAT: 2	ODA SICAKLIĞI (°C): 20
Dd1 K 0,5	6,15 3,20 19,68	1 9,60	10,08 0,617 23 143
Dp8 K 1,50	3,20 4,80	2	9,60 2,100 23 464
KTa1 KB 0,2	1,00 38,85 38,85	1	38,85 1,894 17 1.251
İd1 G 0,3	6,15 3,20 19,68	1 1,98	17,70 0,770 2 27
İk1 G 0,90	2,20 1,98	1	1,98 4,000 2 16
TOPLAM			78,21 1.901 15 5 0 1,20 2.281

qs=	a x l x R x H x (ti-ta) x Ze	
Pencere	1,2 69,12 0,90 0,94 23 1,00	1.614
Kapı		
		qst 1.614
TOPLAM		3.895

MAHAL: 206	Dekan yardımcısı 1	KAT: 2	ODA SICAKLIĞI (°C): 20
Dp1 K 3,70	4,50 16,65	2	33,30 2,100 23 1.608
KTa1 K 0,2	1,00 41,91 41,91	1	41,91 1,894 17 1.349

Çizelge C5.1 : 2. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni				Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar				
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt
TOPLAM								75,21			2.957	15	5	0	1,20	3.548

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 99,90 0,90 0,94 23 1,00 2.333

Kapı

qst 2.333

TOPLAM 5.881

MAHAL: 207

Dekan yardımcısı 2

KAT: 2

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd1 K 0,5 6,30 3,20 20,16 1 4,80 15,36 0,617 23 218

Dp8 K 1,50 3,20 4,80 1 4,80 2,100 23 232

KTa1 KD 0,2 1,00 38,85 38,85 1 38,85 1,894 17 1.251

TOPLAM 59,01

1.701

15

5

0

1,20

2.041

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 34,56 0,90 0,94 23 1,00 807

Kapı

qst 807

TOPLAM 2.848

MAHAL: 208

Dekan odası

KAT: 2

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd2 K 0,3 7,55 3,20 24,16 1 9,60 14,56 0,411 23 138

Dp8 K 1,50 3,20 4,80 2 9,60 2,100 23 464

KTa1 KD 0,2 1,00 60,67 60,67 1 60,67 1,894 17 1.953

İd1 D 0,3 8,00 3,20 25,60 1 25,60 0,770 2 39

TOPLAM 110,43

2.594

15

5

0

1,20

3.113

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere 1,2 69,12 0,90 0,94 23 1,00 1.614

Kapı

qst 1.614

TOPLAM 4.727

MAHAL: 209

Dekan dinlenme odası

KAT: 2

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

KTa1 KD 0,2 1,00 22,00 22,00 1 22,00 1,894 17 708

İd1 D 0,3 7,55 3,20 24,16 1 24,16 0,770 2 37

KTa1 KD 0,2 1,00 22,00 22,00 1 22,00 1,894 17 708

TOPLAM 68,16

1.453

15

0

0

1,15

1.671

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere

Kapı

qst 0

TOPLAM 1.671

MAHAL: 210

Bay mescit

KAT: 2

ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd1 K 0,5 8,00 3,20 25,60 1 2,25 23,35 0,617 23 331

Dp3 K 0,75 1,00 0,75 3 2,25 2,100 23 109

Dd1 D 0,5 3,80 3,20 12,16 1 0,75 11,41 0,617 23 162

Çizelge C5.1 : 2. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni				Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar				
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt
Dp3	D		0,75	1,00	0,75	1		0,75	2,100	23	36					
KTa1	KD	0,2	1,00	30,19	30,19	1		30,19	1,894	17	972					
İd1	G	0,3	8,00	3,20	25,60	1	1,98	23,62	0,770	2	36					
İk1	G		0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM								93,55			1.662	15	5	0	1,20	1.994

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere	1,2	21,60	0,90	0,94	23	1,20	605
Kapı							

qst 605
TOPLAM 2.599

MAHAL: 211 Bay lavabo KAT: 2 ODA SICAKLIĞI (°C): 15

KTa1	KD	0,2	1,00	12,35	12,35	1		12,35	1,894	12	281					
Dd2	D	0,3	2,95	3,20	9,44	1	0,75	8,69	0,411	18	64					
Dp3	D		0,75	1,00	0,75	1		0,75	2,100	18	28					
İd1	G	0,3	2,95	3,20	9,44	1		9,44	0,770	6	44					
TOPLAM								31,23			417	15	0	0	1,15	480

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere	1,2	5,40	0,90	0,94	18	1,00	99
Kapı							

qst 99
TOPLAM 579

MAHAL: 212 Hol 2 KAT: 2 ODA SICAKLIĞI (°C): 18

Dd2	G	0,3	10,75	3,20	34,40	1	14,40	20,00	0,411	21	173					
Dp8	G		1,50	3,20	4,80	3		14,40	2,100	21	635					
KTa1	KD	0,2	1,00	48,00	48,00	1		48,00	1,894	15	1.364					
Dd2	D	0,3	5,60	3,20	17,92	1	9,60	8,32	0,411	21	72					
Dp8	D		1,50	3,20	4,80	2		9,60	2,100	21	423					
TOPLAM								100,32			2.667	15	-5	0	1,10	2.934

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere	1,2	172,80	0,90	0,94	21	1,20	4.421
Kapı							

qst 4.421
TOPLAM 7.355

MAHAL: 213 Sekreteryaya -bekleme KAT: 2 ODA SICAKLIĞI (°C): 20

Dd1	G	0,5	20,00	3,20	64,00	1	49,95	14,05	0,617	23	199					
KTa1	GB	0,2	1,00	165,00	165,00	1		165,00	1,894	17	5.313					
Dp1	G		3,70	4,50	16,65	3		49,95	2,100	23	2.413					
İk1	D	0,3	0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
İk1	B	0,3	0,90	2,20	1,98	1		1,98	4,000	2	16					
TOPLAM								232,96			7.957	15	-5	0	1,10	8.753

$$q_s = a \times l \times R \times H \times (t_i - t_d) \times Z_e$$

Pencere	1,2	149,85	0,90	0,94	23	1,00	3.499
---------	-----	--------	------	------	----	------	--------------

Çizelge C5.1 : 2. kat mahallerine ait ısı kaybı hesapları (Devam)

Proje Ada No: 0				Parsel No: 0				Dış Sıcaklık = -3 Rüzgarlı								
Yapı Özelliği				ISI KAYBI HESABI								6.10.2018				
Betonarme				0								Tesisatın Cinsi				
												90/70				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
Yapı bileşeni işareti	Yönü	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Toplam Isı Geçiş Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	Birleştirilmiş artırım katsayısı	Yön aartırımı katsayısı	Kat yükseklik artırım katsayısı	Toplam artırım katsayısı	Toplam Isı İhtiyacı
								A	U	ΔT	q ₀	Z _D	Z _H	Z _W	Z	q _h
		cm	m	m	m ²	Ad	m ²	m ²	W/m ² K	°C	Watt	%	%	%	1+%	Watt

Kapı qst 3.499
TOPLAM 12.252

MAHAL: M201 Merdiven 1 KAT: 2 ODA SICAKLIĞI (°C): 15
Dd2 B 0,3 1,60 3,20 5,12 1 4,80 0,32 0,411 18 2
Dp8 B 1,50 3,20 4,80 1 4,80 2,100 18 181
KTa1 KB 0,2 1,00 18,85 18,85 1 18,85 1,894 12 428
TOPLAM 23,97 611 15 0 0 1,15 703

qs= a x l x R x H x (ti-td) x Ze
Pencere 1,2 34,56 0,90 0,94 18 1,00 632 qst 632
Kapı **TOPLAM 1.335**

MAHAL: YM201 Yangın merdiveni 1 KAT: 2 ODA SICAKLIĞI (°C): 15
Dd2 B 0,3 2,40 3,20 7,68 1 7,68 0,411 18 57
KTa1 GB 0,2 1,00 15,45 15,45 1 15,45 1,894 12 351
TOPLAM 23,13 408 15 0 0 1,15 469

qs= a x l x R x H x (ti-td) x Ze
Pencere qst 0
Kapı **TOPLAM 469**

MAHAL: M202 Merdiven 2 KAT: 2 ODA SICAKLIĞI (°C): 15
KTa1 GB 0,2 1,00 18,85 18,85 1 18,85 1,894 12 428
Dd2 D 0,3 1,60 3,20 5,12 1 4,80 0,32 0,411 18 2
Dp8 D 1,50 3,20 4,80 1 4,80 2,100 18 181
TOPLAM 23,97 611 15 0 0 1,15 703

qs= a x l x R x H x (ti-td) x Ze
Pencere 1,2 34,56 0,90 0,94 18 1,00 632 qst 632
Kapı **TOPLAM 1.335**

MAHAL: YM202 Yangın merdiveni 2 KAT: 2 ODA SICAKLIĞI (°C): 15
KTa1 KD 0,2 1,00 15,45 15,45 1 15,45 1,894 12 351
Dd2 D 0,3 2,40 3,20 7,68 1 7,68 0,411 18 57
TOPLAM 23,13 408 15 0 0 1,15 469

qs= a x l x R x H x (ti-td) x Ze
Pencere qst 0
Kapı **TOPLAM 469**

Çizelge C6.1 : Tüm mahallerin toplam ısıtma yükü değerleri.

Sıra Numarası	Mahal No	Mahal Adı	Tasarım Sıcaklık Değeri (°C)	Toplam Isıtma Yükü (Watt/K)
1	2B01	Anfi 1	20	23.101
2	2B02	Anfi yönetim odası 1	20	616
3	2B03	Fuaye 1	18	964
4	2B04	Kat holü	18	3.719
5	2B05	Bayan tuvaleti	15	1.712
6	2B06	Sığınak	12	5.983
7	2B07	Bay tuvaleti	15	1.712
8	2B08	Fuaye 2	18	963
9	2B09	Anfi yönetim odası 2	20	652
10	2B10	Anfi 2	20	20.784
11	M2B1	Merdiven 1	15	561
12	YM2B1	Yangın merdiveni 1	9	-
13	M2B2	Merdiven 2	15	-
14	YM2B2	Yangın merdiveni 2	10	138
15	1B01	Anfi 1	20	26.738
16	1B02	Kat Holü	18	2.915
17	1B03	Bayan tuvaleti	15	1.451
18	1B04	İnternet salonu	20	3.136
19	1B05	Kafeterya	20	23.727
20	1B06	Duruşma salonu	20	3.169
21	1B07	Kat holü	18	10.097
22	1B08	Derslik 1	20	3.804
23	1B09	Derslik 2	20	3.885
24	1B10	Duruşma salonu	20	9.452
25	M1B1	Merdiven 1	15	2.050
26	YM1B1	Yangın merdiveni 1	9	472
27	M1B2	Merdiven 2	15	-
28	YM1B2	Yangın merdiveni 2	9	1.049
29	Z01	Rüzgarlık	18	8.317
30	Z02	Yazı işleri	20	2.125
31	Z03	Derslik 1	20	3.919
32	Z04	Bayan tuvaleti	15	1.608
33	Z05	Derslik 2	20	22.422
34	Z06	Kat holü	18	16.295
35	Z07	Satın alma – tahakkuk	20	2.299
36	Z08	Derslik 3	20	4.011
37	Z09	Bay tuvaleti	15	1.790
38	Z10	Derslik 4	20	21.934
39	Z11	Koridor 1	18	10.462
40	Z12	Koridor 2	18	10.462

Çizelge C6.1 : Tüm mahallerin toplam ısıtma yükü değerleri (Devam).

Sıra Numarası	Mahal No	Mahal Adı	Tasarım Sıcaklık Değeri (°C)	Toplam Isıtma Yükü (Watt/K)
41	MZ01	Merdiven 1	15	2.186
42	YMZ01	Yangın merdiveni 1	9	138
43	MZ02	Merdiven 2	15	2.186
44	YMZ02	Yangın merdiveni 2	9	138
45	101	Kat holü	18	18.513
46	102	Bayan tuvaleti	15	1.106
47	103	Yazı işleri	20	1.776
48	104	Fakülte sekreteri	20	1.650
49	105	Araştırma görevlisi 1	20	1.674
50	106	Profesör 1	20	1.675
51	107	Profesör 2	20	3.760
52	108	Profesör 3	20	1.670
53	109	Araştırma görevlisi 2	20	1.675
54	110	Profesör 4	20	1.644
55	111	Araştırma görevlisi 3	20	1.795
56	112	Bay tuvaleti	15	1.679
57	113	Doçent 1	20	2.072
58	114	Doçent 2	20	2.061
59	115	Doçent 3	20	2.075
60	116	Doçent 4	20	2.064
61	117	Doçent 5	20	1.547
62	118	Bekleme odası	20	678
63	119	Bilgi işlem	20	463
64	120	Sekreter odası	20	1.321
65	121	Bölüm başkanı odası 1	20	3.039
66	122	Doçent 6	20	1.345
67	123	Doçent 7	20	1.316
68	124	Bölüm toplantı odası 1	20	2.130
69	125	Doçent 8	20	1.589
70	126	Doçent 9	20	2.953
71	127	Doçent 10	20	2.953
72	128	Doçent 11	20	1.583
73	129	Bölüm toplantı odası 2	20	2.116
74	130	Doçent 12	20	1.332
75	131	Doçent 13	20	1.344
76	132	Bölüm başkanı odası 2	20	1.990
77	133	Sekreter odası	20	1.302

Çizelge C6.1 : Tüm mahallerin toplam ısıtma yükü değerleri (Devam).

Sıra Numarası	Mahal No	Mahal Adı	Tasarım Sıcaklık Değeri (°C)	Toplam Isıtma Yükü (Watt/K)
78	134	Bekleme odası	20	766
79	135	Kat deposu	15	204
80	136	Doçent 14	20	1.555
81	137	Doçent 15	20	1.353
82	138	Doçent 16	20	1.380
83	139	Doçent 17	20	1.367
84	140	Doçent 18	20	1.356
85	M101	Merdiven 1	15	2.927
86	YM101	Yangın merdiveni 1	9	82
87	M102	Merdiven 2	15	2.927
88	YM102	Yangın merdiveni 2	9	82
89	201	Hol 1	18	7.115
90	202	Bayan lavabo – tuvalet	15	628
91	203	Bayan mescit	20	2.755
92	204	Toplantı odası	20	5.928
93	205	Fakülte sekreteri	20	4.123
94	206	Dekan yardımcısı 1	20	6.709
95	207	Dekan yardımcısı 2	20	4.123
96	208	Dekan odası	20	4.964
97	209	Dekan dinlenme odası	20	1.671
98	210	Bay mescit	20	2.664
99	211	Bay lavabo	15	594
100	212	Hol 2	18	7.854
101	213	Sekretarya -bekleme	20	13.372
102	M201	Merdiven 1	15	1.424
103	YM201	Yangın merdiveni 1	9	469
104	M202	Merdiven 2	15	1.424
105	YM202	Yangın merdiveni 2	9	469
Toplam				419.317

Çizelge D1.1 : Mahallere konulan vrf iç ünitelerin kapasite ve sayıları.

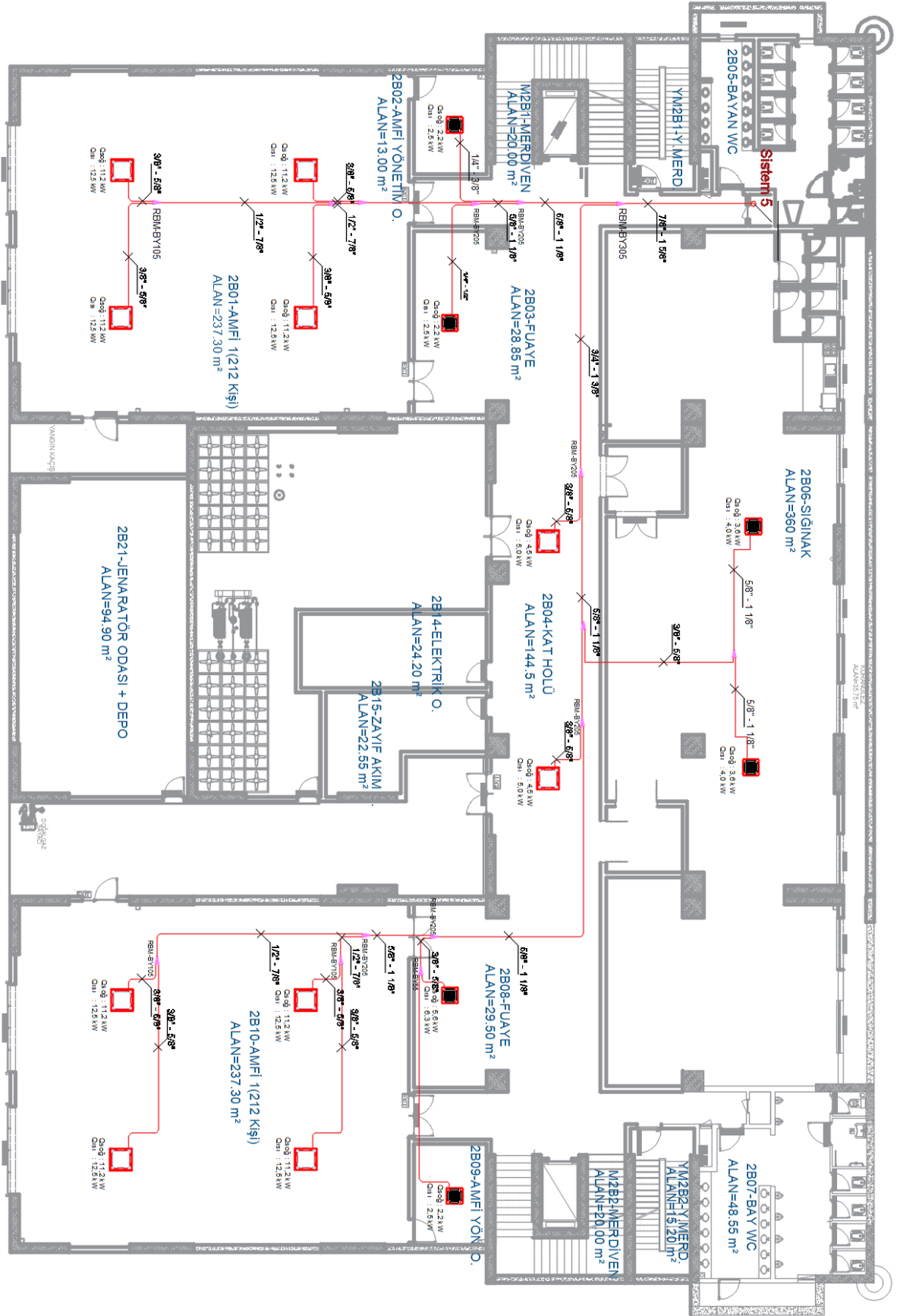
Mahal No	Mahal Adı	Toplam Soğutma Yüğü (Watt)	Toplam Isıtma Yüğü (Watt)	İç Ünite Soğutma Kapasitesi (Watt)	İç Ünite Isıtma Kapasitesi (Watt)	İç ünite Adedi
2B01	Anfi 1	42.908	23.101	11.200	12.500	4
2B02	Anfi yönetim odası 1	725	616	2.200	2.500	1
2B03	Fuaye 1	-	964	2.200	2.500	1
2B04	Kat holü	5.914	3.719	4.500	5.000	2
2B05	Bayan tuvaleti	-	1.712	-	-	-
2B06	Sığınak	-	5.983	3.600	4.000	2
2B07	Bay tuvaleti	-	1.712	-	-	-
2B08	Fuaye 2	-	963	2.200	2.500	1
2B09	Anfi yönetim odası 2	725	652	2.200	2.500	1
2B10	Anfi 2	41.936	20.784	11.200	12.500	4
M2B1	Merdiven 1	-	561	-	-	-
YM2B1	Yangın merdiveni 1	-	-	-	-	-
M2B2	Merdiven 2	-	-	-	-	-
YM2B2	Yangın merdiveni 2	-	138	-	-	-
1B01	Anfi 1	44.789	26.738	11.200	12.500	4
1B02	Kat Holü	10.420	2.915	11.200	12.500	1
1B03	Bayan tuvaleti	-	1.451	-	-	-
1B04	İnternet salonu	8.940	3.136	9.000	10.000	1
1B05	Kafeterya	46.501	23.727	11.200 7.100	12.500 8.000	3 3
1B06	Duruşma salonu	8.493	3.169	9.000	10.000	1
1B07	Kat holü	11.232	10.097	5.600	6.300	2
1B08	Derslik 1	8.484	3.804	9.000	10.000	1
1B09	Derslik 2	8.947	3.885	9.000	10.000	1
1B10	Duruşma salonu	17.588	9.452	9.000	10.000	2
M1B1	Merdiven 1	-	2.050	-	-	-
YM1B1	Yangın merdiveni 1	-	472	-	-	-
M1B2	Merdiven 2	-	-	-	-	-
YM1B2	Yangın merdiveni 2	-	1.049	-	-	-
Z01	Rüzgarlık	-	8.317	-	-	-
Z02	Yazı işleri	3.519	2.125	3.600	4.000	1
Z03	Derslik 1	10.117	3.919	11.200	12.500	1
Z04	Bayan tuvaleti	-	1.608	-	-	-
Z05	Derslik 2	32.482	22.422	11.200	12.500	3
Z06	Kat holü	27.282	16.295	7.100	8.000	4
Z07	Satın alma - tahakkuk	2.248	2.299	2.800	3.200	1
Z08	Derslik 3	10.127	4.011	11.200	12.500	1
Z09	Bay tuvaleti	-	1.790	-	-	-

Çizelge D1.1: Mahallere konulan iç ünitelerin kapasite ve sayıları (Devam).

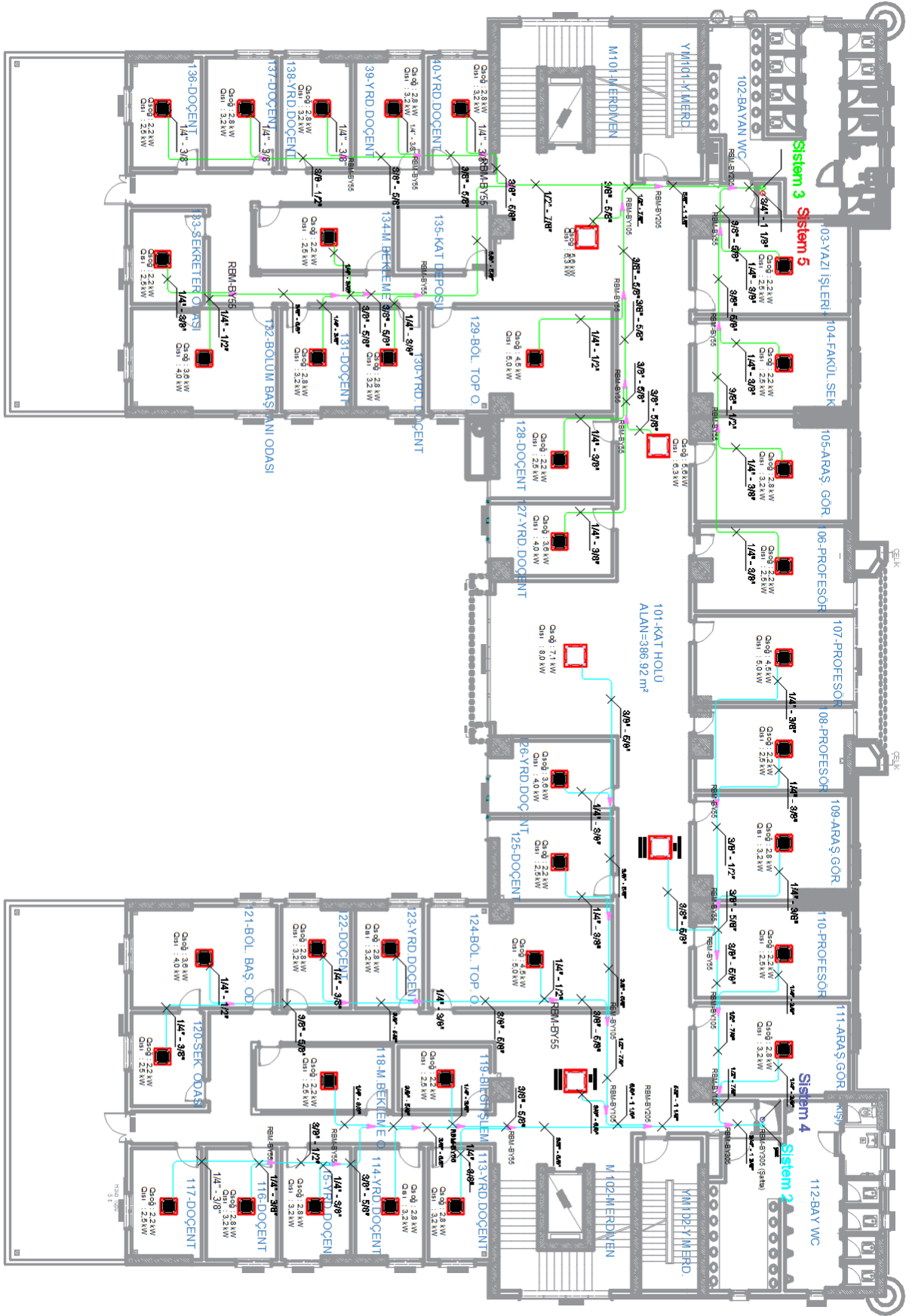
Z10	Derslik 4	33.556	21.934	11.200	12.500	3
Z11	Koridor 1	5.280	10.462	-	-	-
Z12	Koridor 2	5.137	10.462	-	-	-
MZ01	Merdiven 1	-	2.186	-	-	-
YMZ01	Yangın merdiveni 1	-	138	-	-	-
MZ02	Merdiven 2	-	2.186	-	-	-
YMZ02	Yangın merdiveni 2	-	138	-	-	-
101	Kat holü	25.526	18.513	5.600	6.300	5
102	Bayan tuvaleti	-	1.106	-	-	-
103	Yazı işleri	1.728	1.776	2.200	2.500	1
104	Fakülte sekreteri	1.410	1.650	2.200	2.500	1
105	Araştırma görevlisi 1	2.718	1.674	2.800	3.200	1
106	Profesör 1	1.307	1.675	2.200	2.500	1
107	Profesör 2	1.832	3.760	2.200	2.500	1
108	Profesör 3	1.293	1.670	2.200	2.500	1
109	Araştırma görevlisi 2	2.731	1.675	2.800	3.200	1
110	Profesör 4	1.416	1.644	2.200	2.500	1
111	Araştırma görevlisi 3	2.720	1.795	2.800	3.200	1
112	Bay tuvaleti	-	1.679	-	-	-
113	Doçent 1	2.715	2.072	2.800	3.200	1
114	Doçent 2	2.233	2.061	2.800	3.200	1
115	Doçent 3	2.233	2.075	2.800	3.200	1
116	Doçent 4	2.291	2.064	2.800	3.200	1
117	Doçent 5	1.919	1.547	2.200	2.500	1
118	Bekleme odası	1.072	678	2.200	2.500	1
119	Bilgi işlem	2.018	463	2.200	2.500	1
120	Sekreter odası	1.735	1.321	2.200	2.500	1
121	Bölüm başkanı odası 1	2.904	3.039	3.600	4.000	1
122	Doçent 6	2.278	1.345	2.800	3.200	1
123	Doçent 7	2.278	1.316	2.800	3.200	1
124	Bölüm toplantı odası 1	4.233	2.130	4.500	5.000	1
125	Doçent 8	1.824	1.589	2.200	2.500	1
126	Doçent 9	3.312	2.953	3.600	4.000	1
127	Doçent 10	3.319	2.953	3.600	4.000	1
128	Doçent 11	1.829	1.583	2.200	2.500	1
129	Bölüm toplantı odası 2	4.204	2.116	4.500	5.000	1
130	Doçent 12	2.233	1.332	2.800	3.200	1
131	Doçent 13	2.233	1.344	2.800	3.200	1
132	Bölüm başkanı odası 2	2.975	1.990	3.600	4.000	1
133	Sekreter odası	1.735	1.302	2.200	2.500	1
134	Bekleme odası	1.072	766	2.200	2.500	1
135	Kat deposu	-	204	-	-	-
136	Doçent 14	1.263	1.555	2.200	2.500	1
137	Doçent 15	2.284	1.353	2.800	3.200	1
138	Doçent 16	2.272	1.380	2.800	3.200	1

Çizelge D1.1 : Mahallere konulan iç ünitelerin kapasite ve sayıları (Devam).

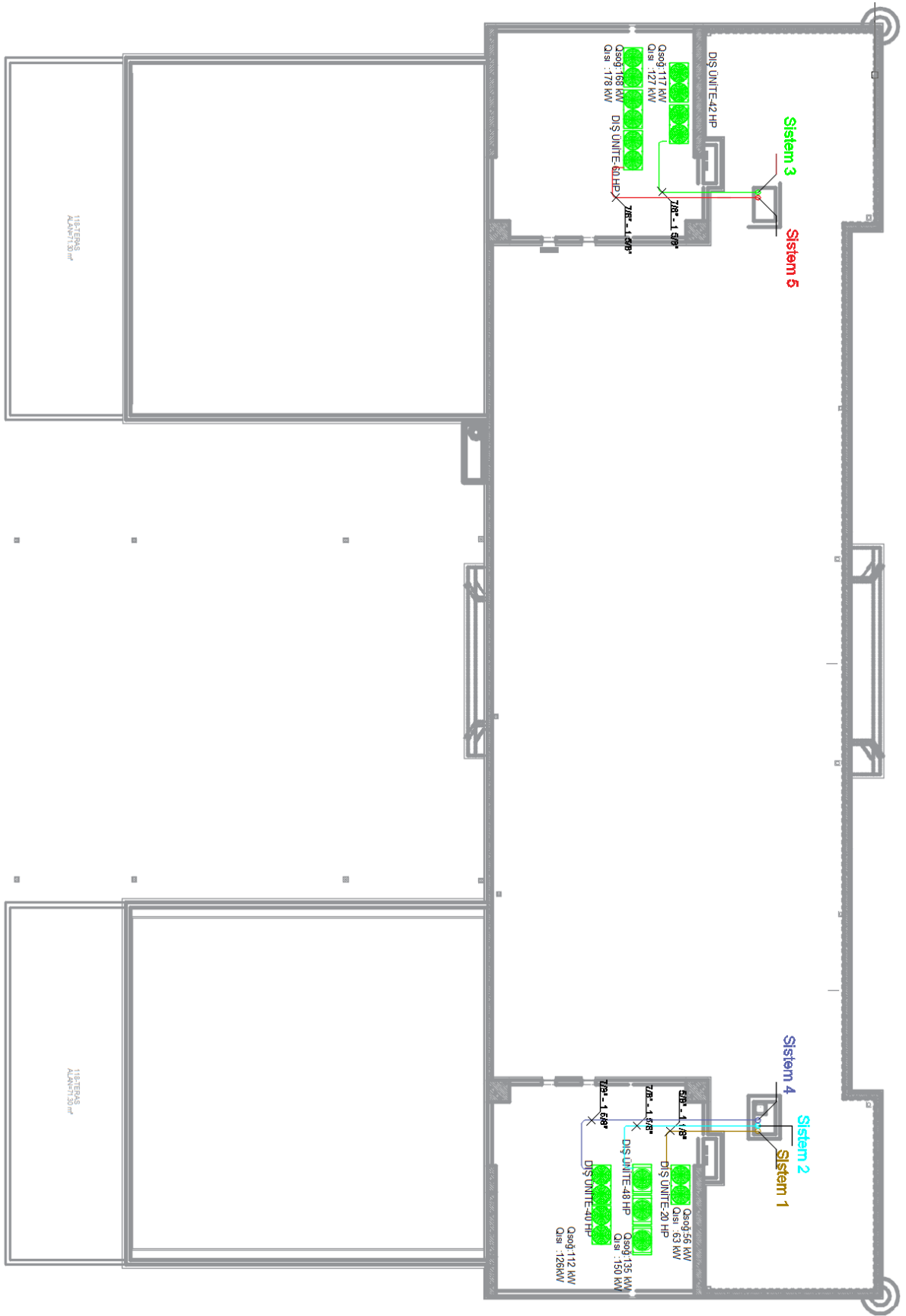
139	Doçent 17	2.272	1.367	2.800	3.200	1
140	Doçent 18	2.272	1.356	2.800	3.200	1
M101	Merdiven 1	-	2.927	-	-	-
YM101	Yangın merdiveni 1	-	82	-	-	-
M102	Merdiven 2	-	2.927	-	-	-
YM102	Yangın merdiveni 2	-	82	-	-	-
201	Hol 1	7.108	7.115	7.100	8.000	1
202	Bayan lavabo - tuvalet	-	628	-	-	-
203	Bayan mescit	2.386	2.755	2.800	3.200	
204	Toplantı odası	10.045	5.928	5.600	6.300	2
205	Fakülte sekreteri	3.252	4.123	4.500	5.000	1
206	Dekan yardımcısı 1	4.254	6.709	7.100	8.000	1
207	Dekan yardımcısı 2	3.252	4.123	4.500	5.000	1
208	Dekan odası	4.764	4.964	7.100	8.000	1
209	Dekan dinlenme odası	-	1.671	-	-	-
210	Bay mescit	2.346	2.664	2.800	3.200	1
211	Bay lavabo	-	594	-	-	-
212	Hol 2	7.379	7.854	7.100	8.000	1
213	Sekretarya -bekleme	17.045	13.372	9.000	10.000	2
M201	Merdiven 1	-	1.424	-	-	-
YM201	Yangın merdiveni 1	-	469	-	-	-
M202	Merdiven 2	-	1.424	-	-	-
YM202	Yangın merdiveni 2	-	469	-	-	-
	Toplam	554.870	419.317			101



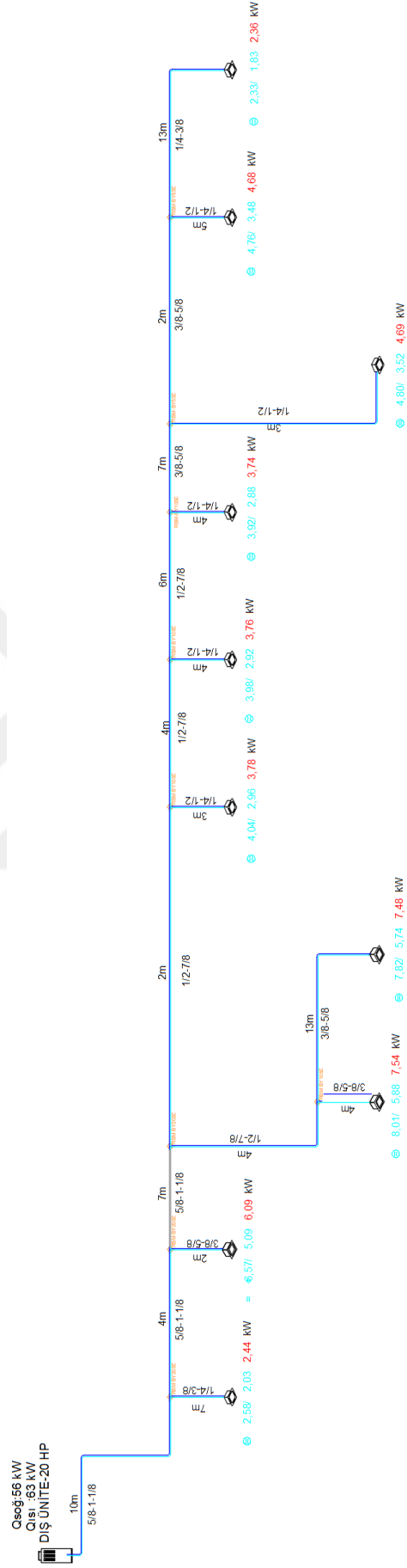
Şekil E1.1 : VRF tesisatı 2. bodrum kat planı.



Şekil E1.4 : VRF tesisatı 1. kat planı.

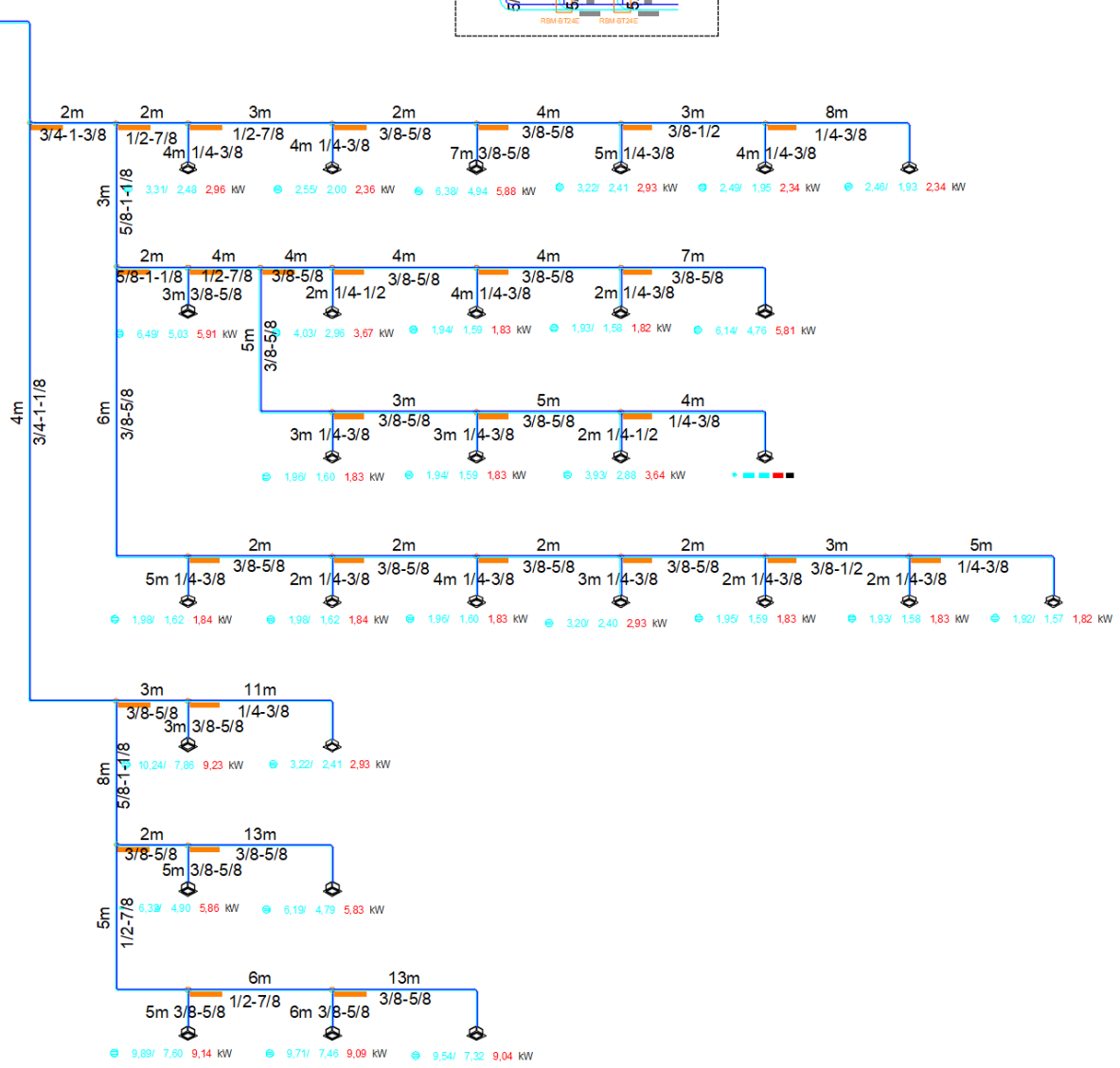
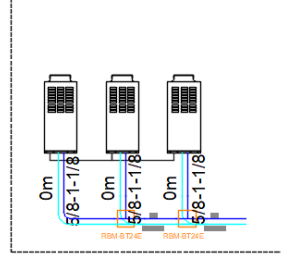
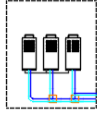


Şekil E1.6 : VRF tesisatı dış ünite gruplarının teras katta yerleşimi.

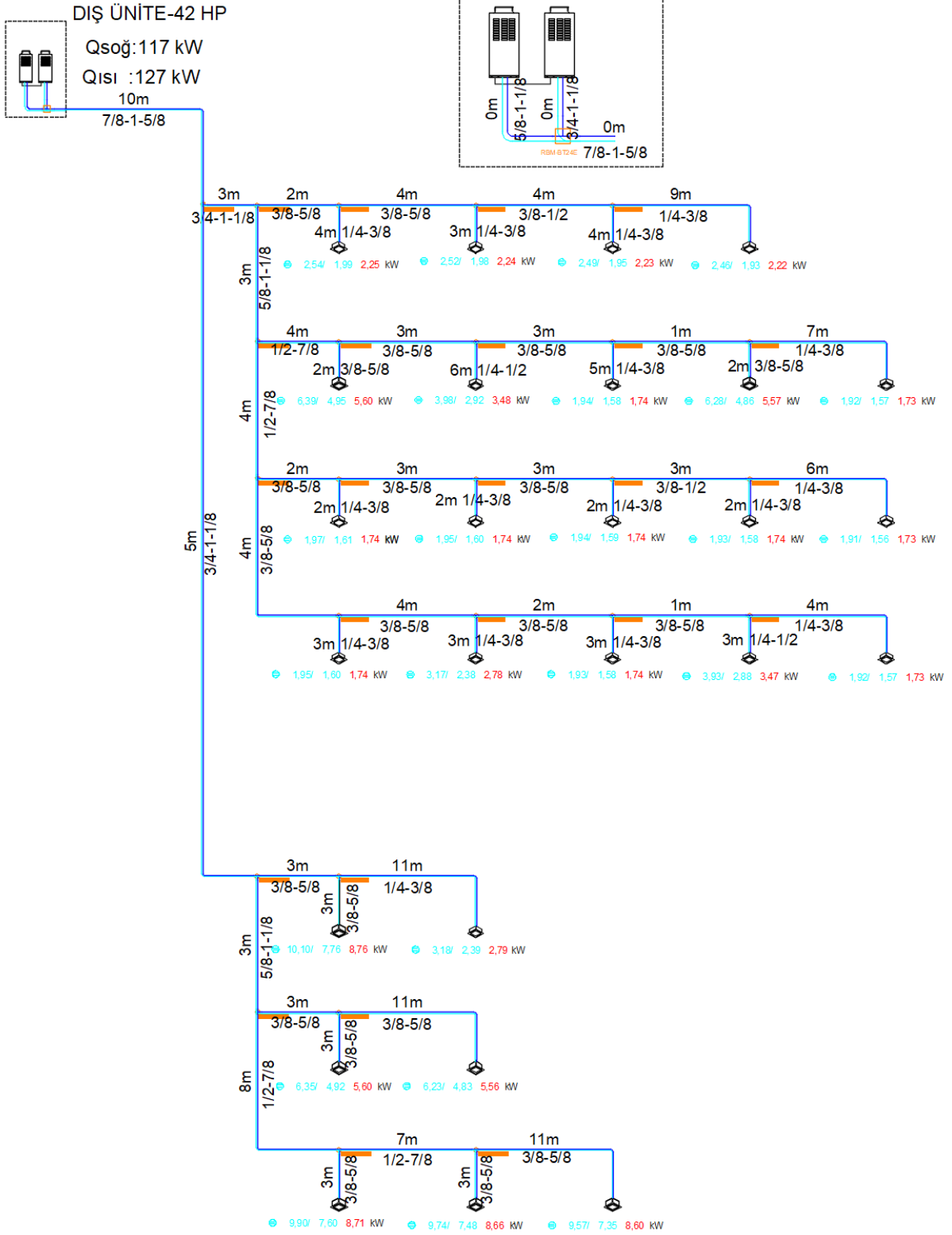


Şekil E1.7 : VRF tesisatı Sistem 1 grubuna ait kolon şeması.

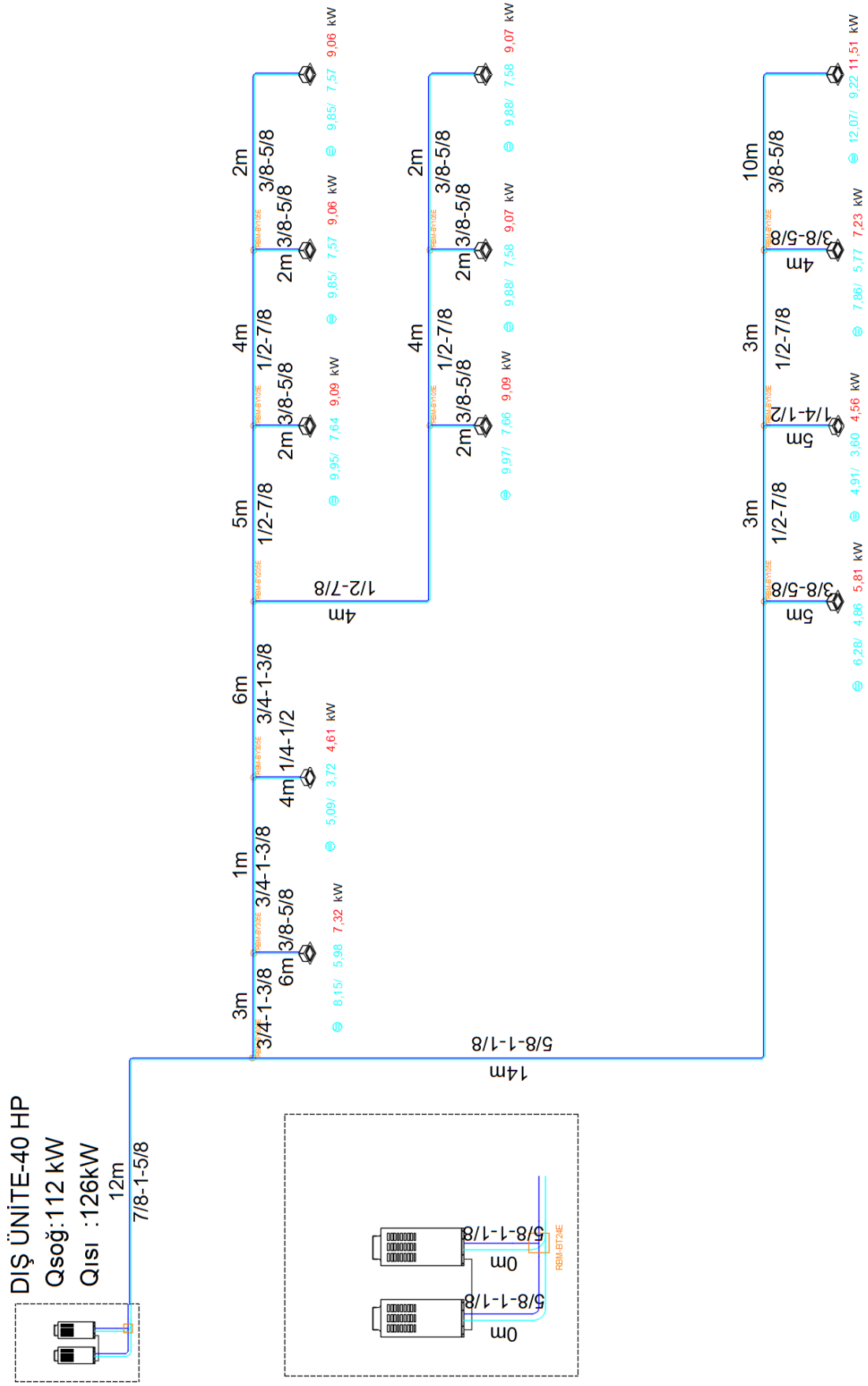
DIŞ ÜNİTE-48 HP
Qsoğ:135 kW
Qısı :150 kW



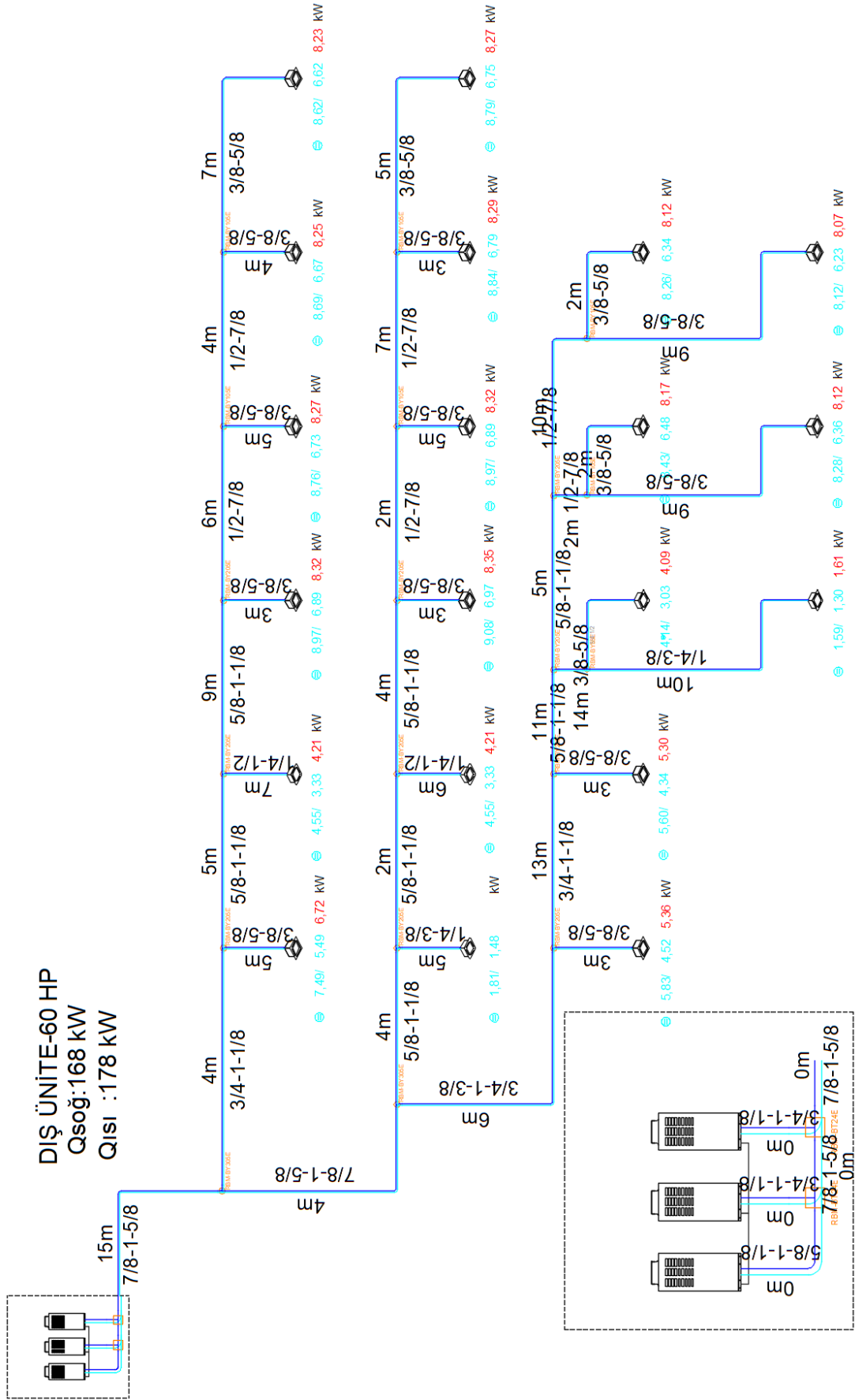
Şekil E1.8 : VRF tesisatı Sistem 2 grubuna ait kolon şeması.



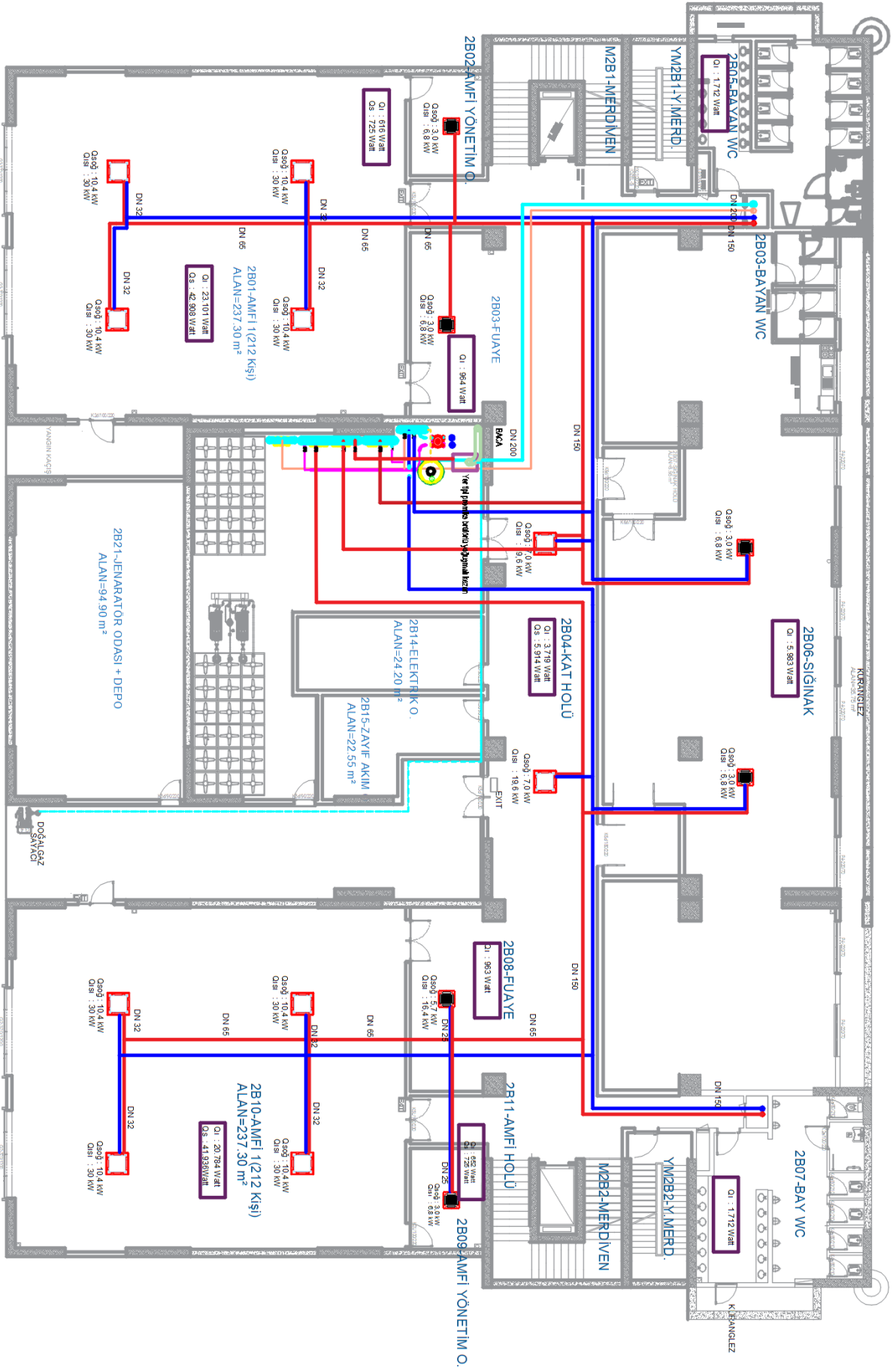
Şekil E1.9 : VRF tesisatı Sistem 3 grubuna ait kolon şeması.



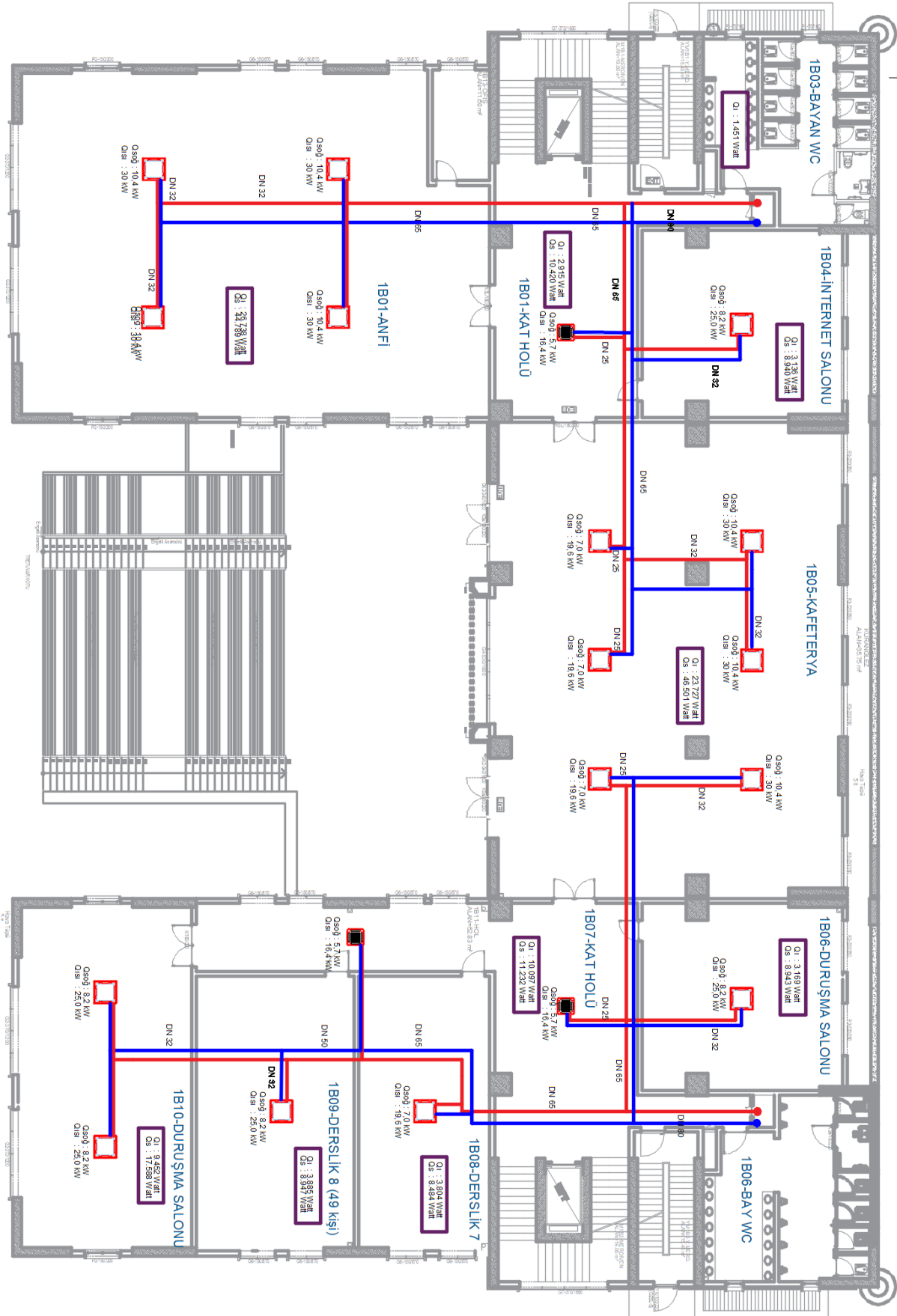
Şekil E1.10 : VRF tesisatı Sistem 4 grubuna ait kolon şeması.



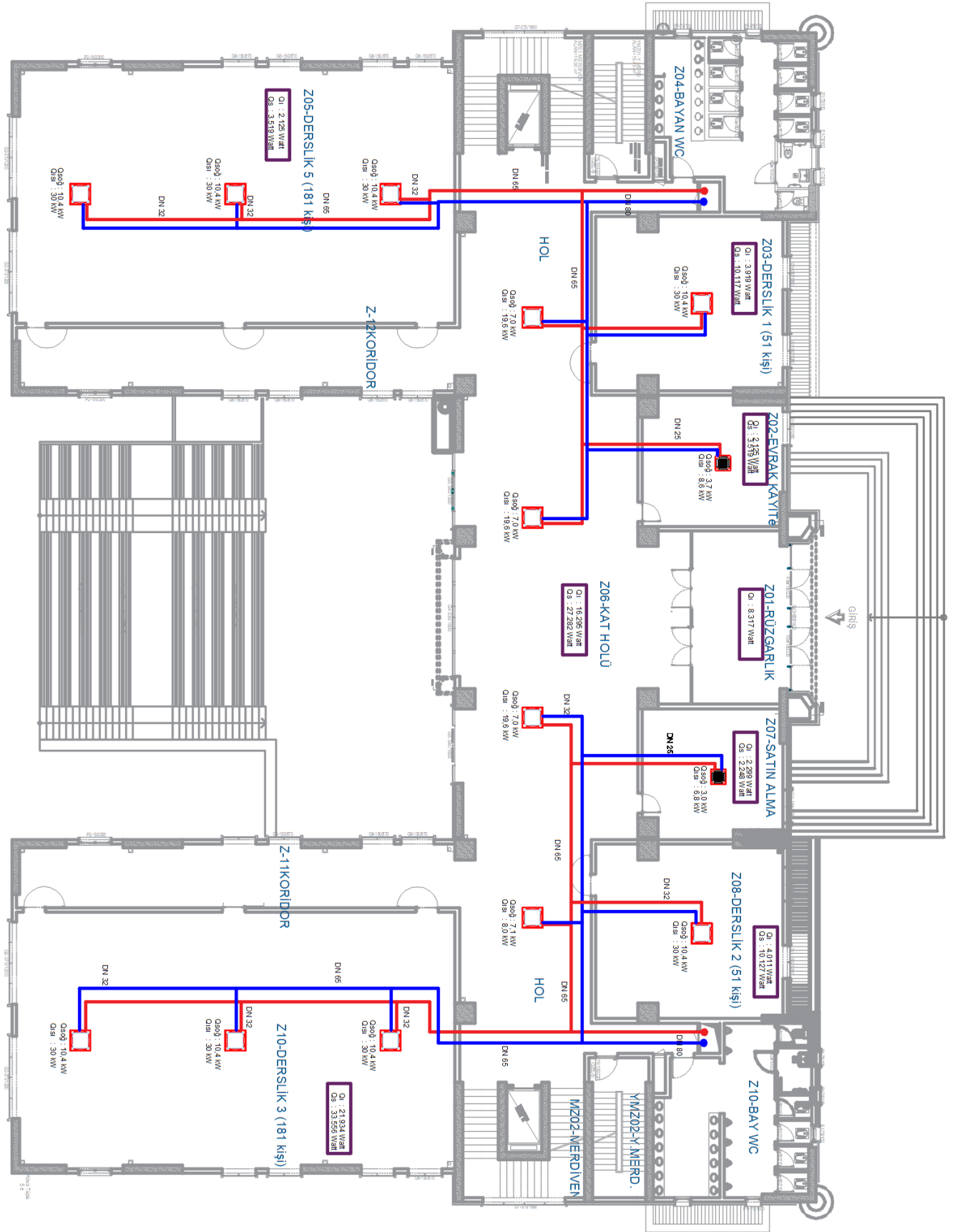
Şekil E1.11 : VRF tesisatı Sistem 5 grubuna ait kolon şeması.



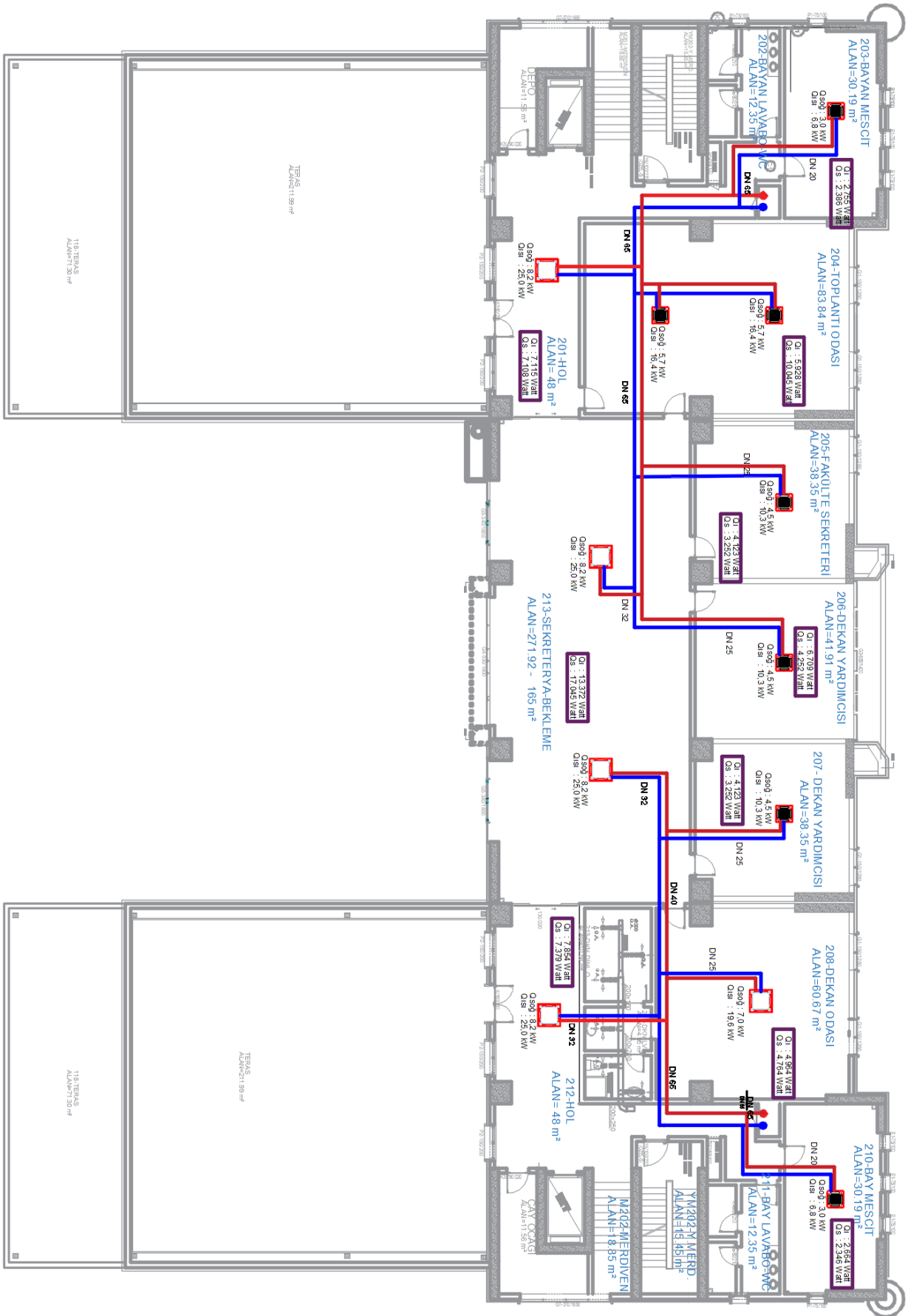
Şekil E2.1 : Fan coil tesisatı 2. bodrum kat planı.



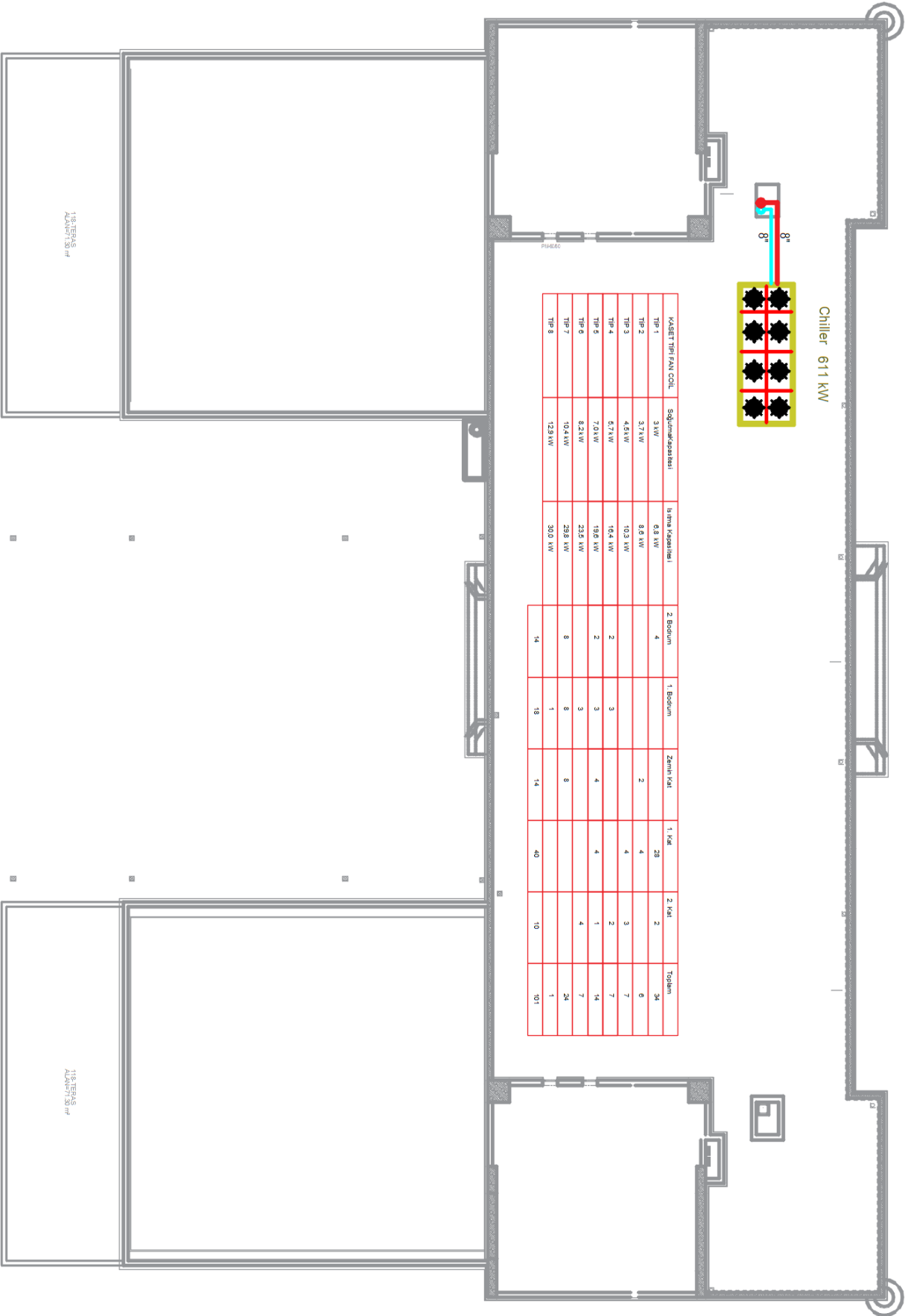
Şekil E2.2 : Fan coil tesisatı 1. bodrum kat planı.



Şekil E2.3 : Fan coil tesisatı zemin kat planı.





Şekil E2.5 : Fan coil tesisatı 2. kat planı.








Şekil E2.6 : Fan coil tesisatı çatı kat planı.



Dış üniteler

Standart model

								
Kapasite	8HP	10HP	12HP	14HP	16HP	18HP	20HP	22HP
Model Adı (MMY-)	MAP0806HT8P-TR	MAP1006HT8P-TR	MAP1206HT8P-TR	MAP1406HT8P-TR	MAP1606HT8P-TR	MAP1806HT8P-TR	MAP2006HT8P-TR	MAP2206HT8P-TR
Soğutma Kapasitesi (kW)	22,4	28,0	33,5	40,0	45,0	50,4	56,0	61,5
İstima Kapasitesi (kW)	25,0	31,5	37,5	45,0	50,0	56,0	63,0	64,0

								
Kapasite	24HP	26HP	28HP	30HP	32HP	34HP	36HP	38HP
Model Adı (MMY-)	AP2416HT8P-TR	AP2616HT8P-TR	AP2816HT8P-TR	AP3016HT8P-TR	AP3216HT8P-TR	AP3416HT8P-TR	AP3616HT8P-TR	AP3816HT8P-TR
Kombinasyon içindeki üniteler	MMY-MAP1206HT8P-TR MMY-MAP1206HT8P-TR	MMY-MAP1406HT8P-TR MMY-MAP1206HT8P-TR	MMY-MAP1606HT8P-TR MMY-MAP1206HT8P-TR	MMY-MAP1606HT8P-TR MMY-MAP1406HT8P-TR	MMY-MAP1606HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR	MMY-MAP1806HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR	MMY-MAP2006HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR	MMY-MAP2206HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR
Soğutma Kapasitesi (kW)	67,0	73,5	78,5	85,0	90,0	95,4	101,0	106,5
İstima Kapasitesi (kW)	75,0	82,5	87,5	95,0	100,0	106,0	113,0	114,0

					
Kapasite	40HP	42HP	44HP	46HP	48HP
Model Adı (MMY-)	AP4016HT8P-TR	AP4216HT8P-TR	AP4416HT8P-TR	AP4616HT8P-TR	AP4816HT8P-TR
Kombinasyon içindeki üniteler	MMY-MAP2006HT8P-TR MMY-MAP2006HT8P-TR	MMY-MAP2206HT8P-TR MMY-MAP2006HT8P-TR	MMY-MAP2206HT8P-TR MMY-MAP2206HT8P-TR	MMY-MAP1606HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR MMY-MAP1406HT8P-TR	MMY-MAP1606HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR
Soğutma Kapasitesi (kW)	112,0	117,5	123,0	130,0	135,0
İstima Kapasitesi (kW)	126,0	127,0	128,0	145,0	150,0

						
Kapasite	50HP	52HP	54HP	56HP	58HP	60HP
Model Adı (MMY-)	AP5016HT8P-TR	AP5216HT8P-TR	AP5416HT8P-TR	AP5616HT8P-TR	AP5816HT8P-TR	AP6016HT8P-TR
Kombinasyon içindeki üniteler	MMY-MAP1806HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR	MMY-MAP2006HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR	MMY-MAP2206HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR	MMY-MAP2006HT8P-TR MMY-MAP2006HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR	MMY-MAP2206HT8P-TR MMY-MAP2006HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR	MMY-MAP2206HT8P-TR MMY-MAP2206HT8P-TR MMY-MAP1606HT8P-TR
Soğutma Kapasitesi (kW)	140,4	146,0	151,5	157,0	162,5	168,0
İstima Kapasitesi (kW)	156,0	163,0	164,0	176,0	177,0	178,0

* Güç: 3 faz 50Hz 400V (380 - 415V)

* Nominal koşullar

Soğutma: İç ortam hava sıcaklığı: 27°C KT / 19°C YT, Dış ortam hava sıcaklığı: 35°C KT

İç ortam hava sıcaklığı: 20°C KT, Dış ortam hava sıcaklığı: 7°C KT / 6°C YT

Şekil F1.1 : Vrf tesisatı dış ünite grubuna ait seçim abağı.

Çizelge F1.1 : Dış ünitelerin teknik özellikleri.

TOSHIBA Leading Innovation >>>

Dış ünite özellikleri

Standart model (Tekli ünite)				Teknik özellikler					
Eşdeğer HP				8HP	10HP	12HP	14HP	16HP	
Model Adı	Isı Pompası (MMY-)			MAP0806HT8P-TR	MAP1006HT8P-TR	MAP1206HT8P-TR	MAP1406HT8P-TR	MAP1606HT8P-TR	
Dış ünite tipi				Inverter					
Güç kaynağı (*1)				3 faz 50Hz 400V (380 - 415V)					
Soğutma (*2)	Kapasite %100 (kW)			22,4	28,0	33,5	40,0	45,0	
	Güç tüketimi (kW)			5,54	7,69	10,0	12,3	14,3	
	EER (Enerji Verimlilik Oranı)	Kapasite %100		4,04	3,64	3,35	3,24	3,12	
	ESEER			7,55	7,45	7,7	7,42	7,58	
Isıtma (*2)	Kapasite %100 (kW)			25,0	31,5	37,5	45,0	50,0	
	Güç tüketimi (kW)			5,53	7,41	9,65	11,2	12,9	
	COP (Performans Katsayısı)	Kapasite %100		4,52	4,25	3,89	4,02	3,88	
Dış ölçüler (Yükseklik / Genişlik / Derinlik) (mm)				(mm)	1830 / 990 / 780	1830 / 990 / 780	1830 / 990 / 780	1830 / 1210 / 780	1830 / 1210 / 780
Toplam ağırlık (kg)					242	242	300	300	
Kompresör	Motor çıkışı (kW)			2,1 x 2	3,1 x 2	3,9 x 2	4,8 x 2	5,8 x 2	
	Motor çıkışı (kW)			1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Fan ünitesi	Hava debisi (m ³ / h)			9700	9700	12200	12200	12600	
	Soğutucu akışkan boru tesisatı	Ana boru çapı	Gaz tarafı (mm)		Ø 19,1	Ø 22,2	Ø 28,6	Ø 28,6	Ø 28,6
Sıvı tarafı (mm)				Ø 12,7	Ø 12,7	Ø 12,7	Ø 15,9	Ø 15,9	
Denge borusu (mm)				Ø 9,5	Ø 9,5	Ø 9,5	Ø 9,5	Ø 9,5	
Ses basıncı seviyesi (Soğutma / Isıtma) (dB(A))					55 / 56	57 / 58	59 / 61	60 / 62	62 / 64
Ses gücü seviyesi (Soğutma / Isıtma) (dB(A))					74 / 74	74 / 74	80 / 82	80 / 82	81 / 83

Standart model (Tekli ünite)				Teknik özellikler			
Eşdeğer HP				18HP	20HP	22HP	
Model Adı	Isı Pompası (MMY-)			MAP1806HT8P-TR	MAP2006HT8P-TR	MAP2206HT8P-TR	
Dış ünite tipi				Inverter			
Güç kaynağı (*1)				3 faz 50Hz 400V (380 - 415V)			
Soğutma (*2)	Kapasite %100 (kW)			50,4	56,0	61,5	
	Güç tüketimi (kW)			14,6	17,3	23,2	
	EER (Enerji Verimlilik Oranı)	Kapasite %100		3,50	3,27	2,65	
	ESEER			7,25	7,17	7,10	
Isıtma (*2)	Kapasite %100 (kW)			56,0	63,0	64,0	
	Güç tüketimi (kW)			14,1	17,0	17,1	
	COP (Performans Katsayısı)	Kapasite %100		3,96	3,71	3,80	
Dış ölçüler (Yükseklik / Genişlik / Derinlik) (mm)				(mm)	1830 / 1600 / 780	1830 / 1600 / 780	1830 / 1600 / 780
Toplam ağırlık (kg)					371	371	371
Kompresör	Motor çıkışı (kW)			6,5 x 2	7,6 x 2	9,0 x 2	
	Motor çıkışı (kW)			2,0	2,0	2,0	
Fan ünitesi	Hava debisi (m ³ / h)			17300	17900	18500	
	Soğutucu akışkan boru tesisatı	Ana boru çapı	Gaz tarafı (mm)		Ø 28,6	Ø 28,6	Ø 28,6
Sıvı tarafı (mm)				Ø 15,9	Ø 15,9	Ø 19,1	
Denge borusu (mm)				Ø 9,5	Ø 9,5	Ø 9,5	
Ses basıncı seviyesi (Soğutma / Isıtma) (dB(A))					60 / 61	61 / 62	61 / 62
Ses gücü seviyesi (Soğutma / Isıtma) (dB(A))					81 / 83	82 / 84	83 / 84

Çizelge F1.1 : Dış ünitelerin teknik özellikleri (Devam).

Standart model (Kombinasyon)				Teknik özellikler					
Eşdeğer HP				24HP		26HP		28HP	
Model Adı	Isı Pompası (MMY-)			AP2416HT8P-TR		AP2616HT8P-TR		AP2816HT8P-TR	
Dış ünite tipi				Inverter					
Güç kaynağı (*1)				3 faz 50Hz 400V (380 - 415V)					
Dış ünite modeli				MAP1206HT8P-TR	MAP1206HT8P-TR	MAP1406HT8P-TR	MAP1206HT8P-TR	MAP1606HT8P-TR	MAP1206HT8P-TR
Soğutma (*2)	Kapasite %100 (kW)			67,0		73,5		78,5	
	Güç tüketimi (kW)			20,0		22,3z		24,3	
	EER (Enerji Verimlilik Oranı) Kapasite %100			3,35		3,30		3,23	
	ESEER			7,71		7,55		7,64	
Isıtma (*2)	Kapasite %100 (kW)			75,0		82,5		87,5	
	Güç tüketimi (kW)			19,7		20,85		22,55	
	COP (Performans Katsayısı) Kapasite %100			3,89		3,96		3,88	
	ESEER			7,71		7,55		7,64	
Toplam ağırlık (kg)				242	242	300	242	300	242
Kompresör	Motor çıkışı (kW)			3,9 x 2	3,9 x 2	4,8 x 2	3,9 x 2	5,8 x 2	3,9 x 2
Fan ünitesi	Motor çıkışı (kW)			1,0		1,0		1,0	
	Hava debisi (m ³ / h)			12200		12200		12200	
Soğutucu akışkan boru tesisatı	Ana boru çapı	Gaz tarafı (mm)		Ø 34,9		Ø 34,9		Ø 34,9	
		Sıvı tarafı (mm)		Ø 19,1		Ø 19,1		Ø 19,1	
		Denge borusu (mm)		Ø 9,5		Ø 9,5		Ø 9,5	
		Ses basıncı seviyesi (Soğutma / Isıtma) (dB(A))		62 / 64		62,5 / 64,5		64 / 66	
Ses gücü seviyesi (Soğutma / Isıtma) (dB(A))				83 / 85		83 / 85		83,5 / 85,5	

Standart model (Kombinasyon)				Teknik özellikler					
Eşdeğer HP				30HP		32HP		34HP	
Model Adı	Isı Pompası (MMY-)			AP3016HT8P-TR		AP3216HT8P-TR		AP3416HT8P-TR	
Dış ünite tipi				Inverter					
Güç kaynağı (*1)				3 faz 50Hz 400V (380 - 415V)					
Dış ünite modeli				MAP1606HT8P-TR	MAP1406HT8P-TR	MAP1606HT8P-TR	MAP1606HT8P-TR	MAP1806HT8P-TR	MAP1606HT8P-TR
Soğutma (*2)	Kapasite %100 (kW)			85,0		90,0		95,4	
	Güç tüketimi (kW)			26,6		28,6		28,9	
	EER (Enerji Verimlilik Oranı) Kapasite %100			3,20		3,15		3,30	
	ESEER			7,51		7,59		7,40	
Isıtma (*2)	Kapasite %100 (kW)			95,0		100,0		106,0	
	Güç tüketimi (kW)			24,1		25,8		27,0	
	COP (Performans Katsayısı) Kapasite %100			3,94		3,88		3,93	
	ESEER			7,51		7,59		7,40	
Toplam ağırlık (kg)				300	300	300	300	371	300
Kompresör	Motor çıkışı (kW)			5,8 x 2	4,8 x 2	5,8 x 2	5,8 x 2	6,5 x 2	5,8 x 2
Fan ünitesi	Motor çıkışı (kW)			1,0		1,0		2,0	
	Hava debisi (m ³ / h)			12600		12600		17300	
Soğutucu akışkan boru tesisatı	Ana boru çapı	Gaz tarafı (mm)		Ø 34,9		Ø 34,9		Ø 34,9	
		Sıvı tarafı (mm)		Ø 19,1		Ø 19,1		Ø 19,1	
		Denge borusu (mm)		Ø 9,5		Ø 9,5		Ø 9,5	
		Ses basıncı seviyesi (Soğutma / Isıtma) (dB(A))		64,5 / 66,5		65 / 67		64,5 / 66,0	
Ses gücü seviyesi (Soğutma / Isıtma) (dB(A))				83,5 / 85,5		84 / 86		84 / 86	

*1 Kaynak gerilim ±%10'dan fazla dalgalanmamalıdır.

*2 Nominal koşullar Soğutma: İç ortam hava sıcaklığı: 27°C KT / 19°C YT, Dış ortam hava sıcaklığı: 35°C KT

İç ortam hava sıcaklığı: 20°C KT, Dış ortam hava sıcaklığı: 7°C KT / 6°C YT

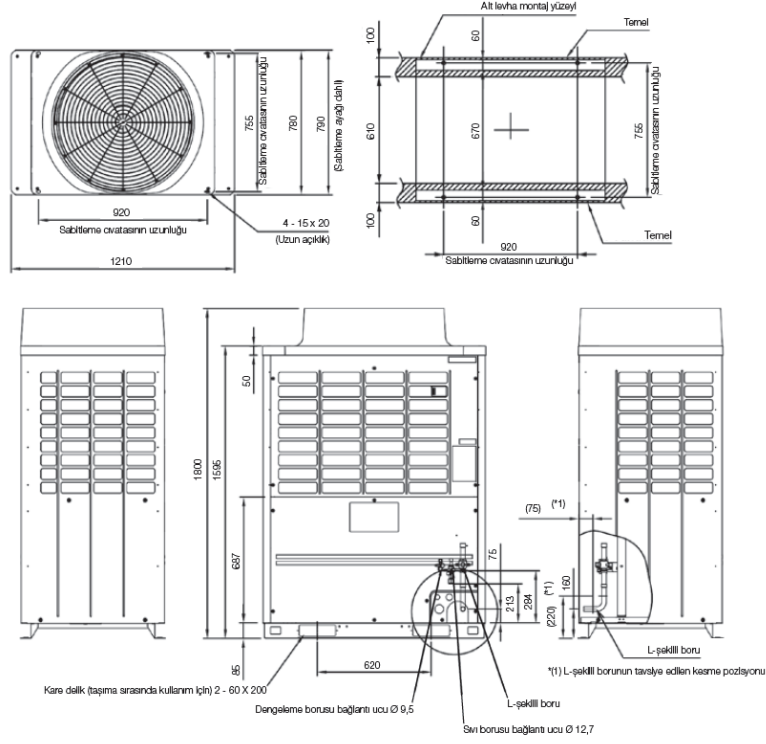
*3 ESEER formülü: EER 35°C'de KT*0,03+EER 30°C'de KT*0,33+EER 25°C'de KT*0,41+EER 20°C'de KT *0,23

Çizelge F1.1 : Dış ünitelerin teknik özellikleri (Devam).

Standart model (Kombinasyon)				Teknik özellikler							
Eşdeğer HP				36HP		38HP		40HP			
Model Adı	Isı Pompası	MMY-	AP3616HT8P-TR		AP3816HT8P-TR		AP4016HT8P-TR				
Dış ünite tipi				Inverter							
Güç kaynağı (*1)				3 faz 50Hz 400V (380 - 415V)							
Dış ünite modeli				MMY-		MAP2206HT8P		MAP1606HT8P			
Soğutma (*2)	Kapasite %100		(kW)		101,0		106,5		112,0		
	Güç tüketimi		(kW)		31,6		37,5		34,6		
	EER (Enerji Verimlilik Oranı)	Kapasite %100		3,20		2,84		3,24			
	ESEER		7,35		7,3		7,17				
Isıtma (*2)	Kapasite %100		(kW)		113,0		114,0		126,0		
	Güç tüketimi		(kW)		29,9		30,0		34,0		
	COP (Performans Katsayısı)		Kapasite %100		3,78		3,8		3,71		
	Toplam ağırlık		(kg)		371		300		371		
Kompresör	Motor çıkışı		(kW)		7,6 x 2		5,8 x 2		9,0 x 2		
Fan ünitesi	Motor çıkışı		(kW)		2,0		1,0		2,0		
	Hava debisi		(m ³ / h)		17900		12600		18500		
Soğutucu akışkan boru tesisatı	Ana boru çapı	Gaz tarafı		(mm)		Ø 41,3		Ø 41,3		Ø 41,3	
		Sıvı tarafı		(mm)		Ø 22,2		Ø 22,2		Ø 22,2	
		Denge borusu		(mm)		Ø 9,5		Ø 9,5		Ø 9,5	
		Ses basıncı seviyesi (Soğutma / Isıtma)		(dB(A))		64,5 / 66,5		64,5 / 66,5		64 / 65	
Ses gücü seviyesi (Soğutma / Isıtma)		(dB(A))		84,5 / 86,5		85,5 / 86,5		85 / 87			

Standart model (Kombinasyon)				Teknik özellikler								
Eşdeğer HP				42HP		44HP		46HP		48HP		
Model Adı	Isı Pompası	MMY-	AP4216HT8P-TR		AP4416HT8P-TR		AP4616HT8P-TR		AP4816HT8P-TR			
Dış ünite tipi				Inverter								
Güç kaynağı (*1)				3 faz 50Hz 400V (380 - 415V)								
Dış ünite modeli				MMY-		MAP2206 HT8P-TR		MAP2006 HT8P-TR		MAP1606 HT8P-TR		
Soğutma (*2)	Kapasite %100		(kW)		117,5		123,0		130,0		135,0	
	Güç tüketimi		(kW)		40,5		40,5		40,9		42,9	
	EER (Enerji Verimlilik Oranı)	Kapasite %100		2,90		2,65		3,18		3,15		
	ESEER		7,13		7,11		7,53		7,58			
Isıtma (*2)	Kapasite %100		(kW)		127,0		128,0		145,0		150,0	
	Güç tüketimi		(kW)		34,1		34,2		37,0		38,7	
	COP (Performans Katsayısı)		Kapasite %100		3,72		3,74		3,92		3,88	
	Toplam ağırlık		(kg)		371		371		300		300	
Kompresör	Motor çıkışı		(kW)		9,0 x 2		7,6 x 2		9,0 x 2		9,0 x 2	
Fan ünitesi	Motor çıkışı		(kW)		2,0		2,0		1,0		1,0	
	Hava debisi		(m ³ / h)		18500		17900		18500		12600	
Soğutucu akışkan boru tesisatı	Ana boru çapı	Gaz tarafı		(mm)		Ø 41,3		Ø 41,3		Ø 41,3		
		Sıvı tarafı		(mm)		Ø 22,2		Ø 22,2		Ø 22,2		
		Denge borusu		(mm)		Ø 9,5		Ø 9,5		Ø 9,5		
		Ses basıncı seviyesi (Soğutma / Isıtma)		(dB(A))		64 / 65		64 / 65		66,5 / 68,5		67 / 69
Ses gücü seviyesi (Soğutma / Isıtma)		(dB(A))		85,5 / 87		86 / 87		85,5 / 87,5		86 / 88		

Model: MMY-MAP1406HT8P-TR
MMY-MAP1606HT8P-TR



(Not)

1. Eğer dış ünitenin üst kısmında herhangi engel varsa, dış ünitenin üst tarafını bu engelden 2000mm uzağa gelecek şekilde ayarlayın.
2. Dış ünitenin çevresindeki engellerin yüksekliğinin dış ünitenin alt ucundan 800mm veya daha az olacak şekilde sınırlandırın.
3. Eğer yerel olarak temin edilmiş boru, dış ünitenin ön tarafından çaprazlama bir boruya yatay olarak döşenmişse, dış ünite ile çapraz boru arasında en az 500mm bırakın.
4. Ağır koruyucu korumasına sahip modelin ölçekli çizimleri standart model ile aynıdır.

(Birim: mm)

Şekil F1.2 : Vrf dış ünitelerin boyutları.

4 yönlü kaset tipi



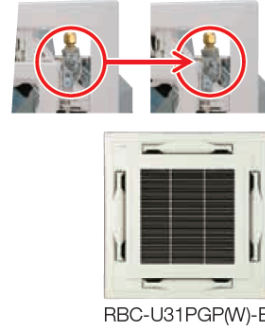
Bağımsız hava akışı kontrolü

Dört flapın açılma da bağımsız olarak ayarlanabilir. Böylece hava akışının kullanıcı tercihlerine göre ayarlanabilmesine olanak sağlanır.



Kolay kurulum

Panel, iç üniteye monte edilmiş bulunan cıvata kullanılarak yerine takılır.



Teknik özellikler

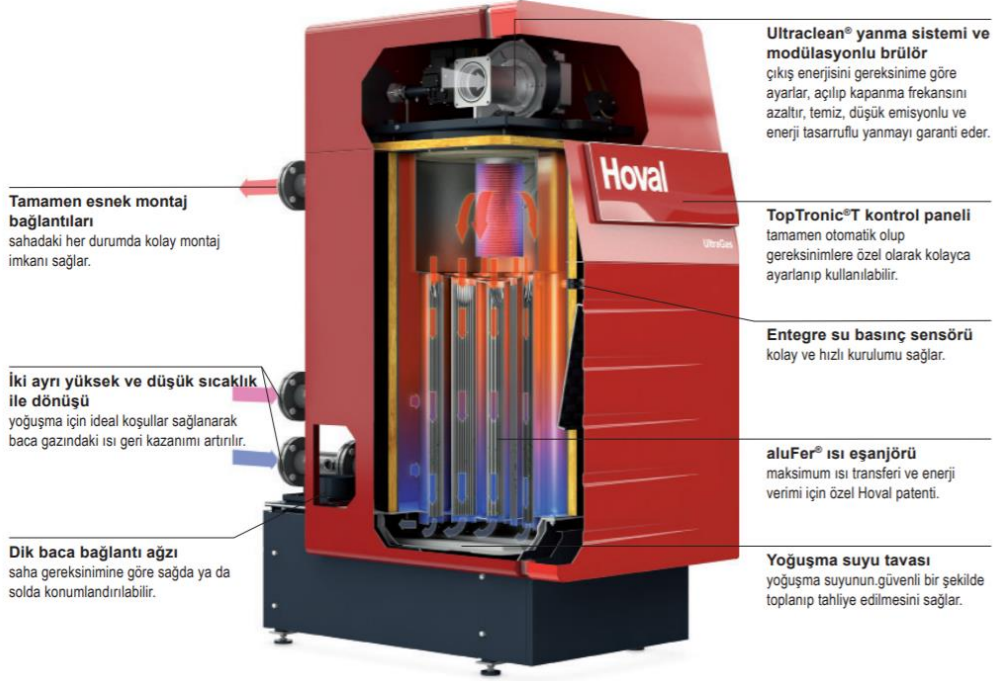
Model Adı	MMU-	AP0094 HP1-TR	AP0124 HP1-TR	AP0154 HP1-TR	AP0184 HP1-TR	AP0244 HP1-TR	AP0274 HP1-TR	AP0304 HP1-TR	AP0364 HP1-TR	AP0484 HP1-TR	AP0564 HP1-TR	
Soğutma / Isıtma kapasitesi	(kW)	2,8 / 3,2	3,6 / 4,0	4,5 / 5,0	5,6 / 6,3	7,1 / 8,0	8,0 / 9,0	9,0 / 10,0	11,2 / 12,5	14,0 / 16,0	16,0 / 18,0	
Elektrik karakteristikleri	Güç gereklilikleri	1 fazlı 50Hz 230V (220-240V)										
	Güç tüketimi	(kW)		0,023	0,026	0,036	0,043	0,088	0,112	0,112		
Görünüm (Tavan paneli)	Model	RBC-U31PGP(W)-E										
Dış ölçüler: Ana ünite (Tavan paneli)*	Yükseklik	(mm)	256 (30)*						319 (30)*			
	Genişlik	(mm)	840 (950)*									
	Derinlik	(mm)	840 (950)*									
Toplam ağırlık: Ana ünite (Tavan paneli)*	(kg)	18 (4)*	20 (4)*					25 (4)*				
Fan ünitesi	Standart hava akışı (Yüksek / Orta / Düşük)	(m³ / h)	800 / 730 / 680	930 / 830 / 790	1050 / 920 / 800	1290 / 920 / 800	1320 / 1110 / 850	1970 / 1430 / 1070	2130 / 1430 / 1130	2130 / 1520 / 1230		
	Motor çıkışı	(W)	14			20		68	72			
Bağlantı borusu	Gaz tarafı	(mm)	Ø 9,5	Ø 12,7		Ø 15,9						
	Sıvı tarafı	(mm)	Ø 6,4			Ø 9,5						
	Drenaj bağlantı ucu	(mm)	25 (Poli-vinil klorid boru)									
Ses basıncı seviyesi (Yüksek / Orta / Düşük)	(dB(A))	30 / 29 / 27	31 / 29 / 27	32 / 29 / 27	35 / 31 / 28	38 / 33 / 30	43 / 38 / 32	46 / 38 / 33	46 / 40 / 33			
Ses gücü seviyesi	(dB(A))	45 / 44 / 42	46 / 44 / 42	47 / 44 / 42	50 / 46 / 43	53 / 48 / 45	58 / 53 / 47	61 / 53 / 48	61 / 55 / 48			

* Parantez içindeki değerler tavan panelleri içindir.

Şekil F1.3 : Vrf iç ünitelerin teknik özellikleri.

UltraGas® (125 - 2000D).

Endüstriyel ve ticari uygulamalarda hızlı geri ödeme süreyle çok uygun maliyetli.



Teknik bilgiler		UltraGas®													
		(125)	(150)	(200)	(250)	(300)	(350)	(400)	(450)	(500)	(575)	(650)	(720)	(850)	(1000)
Nominal kapasite 40/30 °C	kW	28-123	28-150	44-200	49-250	57-300	58-50	97-400	97-450	97-500	136-575	136-650	142-720	166-850	224-1000
Nominal kapasite 80/60 °C	kW	25-113	25-138	39-185	44-230	51-278	51-320	87-370	87-410	87-460	122-524	122-592	127-655	148-776	199-912
Kısmi yükte kazan verimi 30%* (EN 303)	%	106.9 / 96.3	106.9 / 96.3	106.7 / 96.1	106.5 / 95.9	107.0 / 96.4	107.3 / 96.7	107.5 / 96.8	107.5 / 96.8	107.6 / 96.9	107.6 / 96.9	107.5 / 96.8	107.7 / 97.0	107.7 / 97.0	107.7 / 97.0
Maks. işletme basıncı	bar	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
Kazan su hacmi	litre	206	194	359	341	318	428	411	387	375	549	529	478	860	793
Ağırlık	kg	383	409	634	672	724	865	903	955	981	1283	1328	1438	1743	1893
Boyutlar G / Y / D	mm	820 / 1853 / 1336		930 / 1953 / 1684				1110 / 2100 / 1775			1290 / 2116 / 1928		1550 / 2169 / 2243		

		(250D)	(300D)	(400D)	(500D)	(600D)	(700D)	(800D)	(900D)	(1000D)	(1150D)	(1300D)	(1440D)	(1700D)	(2000D)
Nominal kapasite 40/30 °C	kW	28-246	28-300	44-400	49-500	57-600	58-700	97-800	97-900	97-1000	136-1150	136-1300	142-1440	166-1700	224-2000
Nominal kapasite 80/60 °C	kW	25-226	25-276	39-370	44-454	51-546	51-636	87-728	87-820	87-910	122-1048	122-1184	127-1310	148-1552	199-1824
Kısmi yükte kazan verimi 30%* (EN 303)	%	106.9 / 96.3	106.9 / 96.3	106.7 / 96.1	106.5 / 95.9	107.0 / 96.4	107.3 / 96.7	107.52 / 96.8	107.5 / 96.8	107.6 / 96.9	107.6 / 96.9	107.5 / 96.8	107.7 / 97.0	107.7 / 97.0	107.7 / 97.0
Maks. işletme basıncı	bar	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
Kazan su hacmi	litre	412	388	719	682	636	857	822	774	751	1098	1058	956	1720	1586
Ağırlık	kg	766	818	1268	1344	1448	1730	1806	1910	1962	2566	2656	2876	3486	3786
Boyutlar G / Y / D	mm	1770 / 1853 / 1443		1880 / 1953 / 1790				2240 / 2100 / 1969			2595 / 2116 / 2223		3120 / 2169 / 2538		

* net/brüt kalorifik değere göre

Daikin teknik tablolarındaki özelliklerde değişiklik yapma hakkında sahiptir.

Şekil F1.4 : Projede seçilen kazana ait teknik özellikler.

2 BORULU DÖRT YÖNLÜ KASET TİPİ

FAN COIL



- 360° hava üfleme menfezi (opsiyonel)

- Kolay montaj ve bakım imkanı sağlayan son derece ince tasarım:
MKA600R - MKA750R: 230 mm.,
MKA850R - MKA1500R: 300 mm.

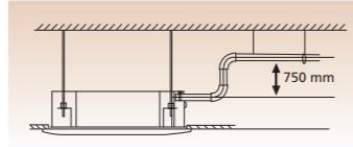
- İlk panjurun salınım açısı 40-42°,
ikinci panjurun salınım açısı 37-38°



- Dijital gösterge üzerinden
çalışma ve arıza
parametrelerine kolay izleme.



- 750 mm. basma yüksekliğine sahip
dahili drenaj pompası



- Bakım güvenliği için koruyucu tel kafes.



Teknik Özellikler

Model	MKA-600R	MKA-750R	MKA-850R	MKA-950R	MKA-1200R	MKA-1500R
Nominal Hava Debisi (Düşük/Orta/Yüksek)	m³/h 720/850/1000	900/1060/1250	1010/1190/1400	1150/1360/1600	1440/1700/2000	1840/2170/2550
Toplam Soğutma Kapasitesi ¹	kW 5,70	7,00	7,27	8,22	10,39	12,90
Duyulur Soğutma Kapasitesi ¹	kW 4,60	5,70	6,16	7,00	8,80	11,08
Istima Kapasitesi ²	kW 16,45	19,62	21,00	23,52	29,83	30,00
Su Debisi (Soğutma)	m³/h 0,98	1,20	1,25	1,41	1,79	2,22
Su Debisi (Istima)	m³/h 1,41	1,69	1,81	2,02	2,57	2,58
Su Tarafı Basınç Kaybı (Soğutma)	kPa 23,80	25,20	27,00	31,20	44,00	40,00
Su Tarafı Basınç Kaybı (Istima)	kPa 44,60	47,12	51,00	60,00	82,21	50,23
Boru Çapı Giriş / Çıkış	inc. 3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
Ses Basınç Seviyesi (Düşük/Orta/Yüksek) ³	dB(A) 36/41/45	37/42/46	38/43/47	39/44/48	40/45/49	41/46/50
Ağırlık ⁴	kg 25,0	25,0	30,5	30,5	30,5	35,0
Boyutlar⁵						
Cihaz Boyutları (En x Boy x Yükseklik)	mm 840x840x230	840x840x230	840x840x300	840x840x300	840x840x300	840x840x300
Panel Boyutları (En x Boy x Yükseklik)	mm 950x950x46	950x950x46	950x950x46	950x950x46	950x950x46	950x950x46
Cihaz Paket Boyutları (En x Boy x Yükseklik)	mm 900x900x260	900x900x260	900x900x330	900x900x330	900x900x330	900x900x330
Panel Paket Boyutları (En x Boy x Yükseklik)	mm 1035x1035x90	1035x1035x90	1035x1035x90	1035x1035x90	1035x1035x90	1035x1035x90

Notlar: 1 Hava giriş koşulları = 27 °C/19 °C - su giriş sıcaklığı = 7 °C ve su sıcaklık farkı = 5 K, yüksek devir
2 Hava giriş koşulları = 20 °C - su giriş sıcaklığı = 70 °C, ve su sıcaklık farkı = 10 K, yüksek devir
3 Ses basınç seviyesi hava çıkış ağzından 1 m. mesafede yankısız odada ölçülmüştür.
4 Net ağırlık
5 Boyutlar referans amaçlıdır. Detaylar için lütfen montaj kitapçığına bakınız.

Şekil F1.5 : Fan coil tesisatında kullanılan iç ünitelerin teknik özellikleri

Çizelge F1.2 : Chiller ünitesine ait teknik özellikler.

5 - PHYSICAL AND ELECTRICAL DATA FOR 30KAV UNITS

Physical properties of units with High energy efficiency option (119) and High energy efficiency+ option (119+)

30KAV options 119/119+	500	550	600	650	720	800	900	1000	1100	
Sound levels										
Unit + option 119+										
Sound power ⁽¹⁾	dB(A)	96	96	97	98	99	98	100	98	100
Sound pressure at 10 m ⁽²⁾	dB(A)	63	63	64	66	66	65	67	65	67
Unit + options 15 + 119⁽³⁾										
Sound power ⁽¹⁾	dB(A)	95	95	94	96	97	96	98	98	98
Sound pressure at 10 m ⁽²⁾	dB(A)	62	62	62	64	64	64	65	65	65
Unit + options 15LS + 119⁽³⁾										
Sound power ⁽¹⁾	dB(A)	90	91	91	92	94	92	94	93	94
Sound pressure at 10 m ⁽²⁾	dB(A)	57	58	58	59	61	60	61	60	61
Dimensions										
Unit + option 119/119+										
Length	mm	6735	6735	6735	6735	7925	9120	9120	10305	10305
Width	mm	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253
Height	mm	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297
Unit + option 119/119+ + options 116A/116W⁽³⁾										
Length	mm	6735	6735	6735	6735	7925	9120	-	-	-
Operating weight⁽⁴⁾										
Unit + option 119+	kg	5570	5583	5606	5632	6075	6879	7026	7813	7875
Unit + options 116A/116W(3) + 119+	kg	5979	6093	6081	6107	6678	7524	-	-	-
Compressors										
06Z variable speed twin-screw compressor with AC motor										
Circuit A	Quantity	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Circuit B	Quantity	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Refrigerant⁽⁴⁾										
R134a (GWP=1430, ODP=0)										
Circuit A	kg	65	65	63	70	74	93	102	103	106
	tCO ₂ e	93	93	90	100	106	133	146	147	152
Circuit B	kg	66	66	64	71	75	75	82	104	107
	tCO ₂ e	94	94	92	102	107	107	117	149	153
Oil										
SW220										
Circuit A	l	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Circuit B	l	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Capacity control										
Touch Pilot interface with 7" colour touchscreen										
Minimum capacity ⁽⁵⁾	%	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Languages	10 languages (DE, EN, ES, FR, IT, NL, PT, TR, TU + one chosen by the customer)									
Smart energy measurement	Function included as standard									
Wireless connectivity	Option									
Expansion valve										
Electronic expansion valve										
Air-cooled exchanger										
Novation™ micro-channel heat exchanger										
Fans										
Unit + option 119										
Flying Bird™ VI impeller with AC motor and speed regulator										
Unit + option 119+										
Flying Bird™ VI impeller with variable speed EC motor										
Quantity		10	10	10	10	12	14	14	16	16
Maximum total air flow rate	l/s	59300	59300	59300	59300	71160	83020	83020	94880	94880
Maximum rotation speed	r/s	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Maximum total air flow rate + option 15LS ⁽³⁾	l/s	44700	43500	52000	52000	64800	67480	75600	74080	83200
Maximum rotation speed + option 15LS ⁽³⁾	r/s	12,3	12	14,2	14,2	14,7	13,2	14,7	12,7	14,2
Water exchanger										
Flooded multi-tube type										
Volume of water	l	83	88	96	100	115	126	144	165	183
Max. water-side operating pressure without hydraulic module	kPa	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

(1) in dB ref=10⁻¹² W, 'A' weighted. Declared noise emission value in accordance with ISO 4871 with an uncertainty of +/-3 dB(A). Measured in accordance with ISO 9614-1 and certified by Eurovent.

(2) In dB ref 20µPa, 'A' weighted. Declared noise emission value in accordance with ISO 4871 with an uncertainty of +/-3 dB(A). For information, calculated from the sound power Lw(A).

(3) Options: 15 = Low noise level, 15LS = Very low noise level, 116A = LP VSD dual-pump hydraulic mod.; 116W = HP VSD dual-pump hydraulic mod.

(4) Values are guidelines only. Refer to the unit name plate.

(5) Depending on the operating conditions, the unit may have a different minimum capacity and/or cycle on and off.



Eurovent certified values

Çizelge F1.3 : Chiller ünitesine ait teknik özellikler (Devam).

Technical characteristics



30KAV STANDARD EFFICIENCY UNITS

30KAV		500	550	600	650	720	800	900	1000	1100
NOMINAL COOLING CAPACITY	kW	493	537	600	636	723	791	892	975	1079
SEER (ECODESIGN)	kW/kW	4.97	4.95	5.23	5.21	5.34	5.15	5.24	5.13	5.27
ESEER (EUROVENT)	kW/kW	4.76	4.77	4.98	5.00	5.16	4.93	5.07	4.93	5.04
SEER (ECODESIGN) (OPTION 17)	kW/kW	5.02	5.00	5.29	5.27	5.42	5.21	5.32	5.20	5.35
ESEER (EUROVENT) (OPTION 17)	kW/kW	4.80	4.81	5.05	5.07	5.24	4.99	5.15	4.99	5.12
EER (EUROVENT)	kW/kW	3.00	2.91	3.14	2.98	3.19	3.03	3.07	2.98	3.05
ENERGY CLASS (EUROVENT)	CLASS	B	B	A	B	A	B	B	B	B
SOUND POWER LEVEL										
STANDARD UNIT ⁽¹⁾	dB(A)	95	95	96	98	99	98	99	98	100
LOW NOISE (OPTION 15) ⁽²⁾	dB(A)	94	94	94	96	97	96	97	97	98
VERY LOW NOISE (OPTION 15LS) ⁽²⁾	dB(A)	90	90	90	92	94	92	94	93	94
LENGTH - WIDTH -HEIGHT	mm	4350 x 2253 x 2297	4350 x 2253 x 2297	5540 x 2253 x 2297	5540 x 2253 x 2297	6735 x 2253 x 2297	6735 x 2253 x 2297	7925 x 2253 x 2297	7925 x 2253 x 2297	9120 x 2253 x 2297
REFRIGERANT		R-134a								

(*) In accordance with standard EN14511-3:2013.

(1) In dB ref=10-12 W, 'A' weighted. Declared dual-number noise emission values in accordance with ISO 4871 with an associated uncertainty of +/-3dB(A). Measured in accordance with ISO 9614-1 and certified by Eurovent.

(2) Options: 15=Low noise level ; 15LS=Very low noise level.

Eurovent certified values

30KAV UNITS WITH HIGH ENERGY EFFICIENCY OPTION

30KAV option 119+		500	550	600	650	720	800	900	1000	1100
NOMINAL COOLING CAPACITY	kW	517	575	611	661	731	819	907	1010	1097
SEER (ECODESIGN) (OPTION 119)	kW/kW	5.32	5.32	5.40	5.38	5.44	5.36	5.31	5.29	5.33
ESEER (EUROVENT) (OPTION 119)	kW/kW	5.11	5.13	5.15	5.13	5.25	5.15	5.11	5.09	5.08
SEER (ECODESIGN) (OPTION 119+)	kW/kW	5.43	5.43	5.50	5.47	5.53	5.47	5.41	5.40	5.43
ESEER (EUROVENT) (OPTION 119+)	kW/kW	5.22	5.23	5.25	5.24	5.36	5.26	5.21	5.20	5.19
EER (EUROVENT)	kW/kW	3.49	3.41	3.42	3.32	3.37	3.35	3.29	3.30	3.25
ENERGY CLASS (EUROVENT)	Class	A	A	A	A	A	A	A	A	A
SOUND POWER LEVEL										
STANDARD UNIT ⁽¹⁾	dB(A)	96	96	97	98	99	98	100	98	100
LOW NOISE (OPTION 15) ⁽²⁾	dB(A)	95	95	94	96	97	96	98	98	98
VERY LOW NOISE (OPTION 15LS) ⁽²⁾	dB(A)	90	91	91	92	94	92	94	93	94
LENGTH - WIDTH -HEIGHT	mm	6735 x 2253 x 2297	6735 x 2253 x 2297	6735 x 2253 x 2297	6735 x 2253 x 2297	7925 x 2253 x 2297	9120 x 2253 x 2297	9120 x 2253 x 2297	10305 x 2253 x 2297	10305 x 2253 x 2297
REFRIGERANT		R-134a								

(*) In accordance with standard EN14511-3:2013.

(1) In dB ref=10-12 W, 'A' weighted. Declared dual-number noise emission values in accordance with ISO 4871 with an associated uncertainty of +/-3dB(A). Measured in accordance with ISO 9614-1 and certified by Eurovent.

(2) Options: 15=Low noise level ; 15LS=Very low noise level.

Eurovent certified values

OPTIONS

EC fans	High ambient temperature operation up to 55°C
High energy efficiency	IP 54 control box
High energy efficiency+	Evaporator and pumps aluminum jacket
Low pressure variable-speed dual pumps	Service valves
High pressure variable-speed dual pumps	BACnet, JBus and Lon communication interfaces
Low noise, very low noise, ultra-low noise*	Carrier Connect wireless connectivity for remote energy monitoring
Side enclosure panels and grilles	PUREtec™ version*

(*) Available during 2018

ÖZGEÇMİŞ

- Ad Soyad** : Mehmet Emin DURSUN
- Doğum Yeri ve Tarihi** : İstanbul, 1980
- Adres** : Dere Mahallesi Kemal Aslan Sokak 4/3
Merkez/YALOVA
- E-Posta** : mehmetserkan16@yahoo.com
- Lisans** : 1999-2006 Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik
Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü
2014-2017 Kocaeli Üniversitesi Mühendislik
Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
2017-Devam Kocaeli Üniversitesi Mühendislik
Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü
- Yayın ve Patent Listesi** : 4. Uluslararası Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım
Kongresi, 2019, İstanbul