

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OFİS BİNALARINDA İKLİMLENDİRME SİSTEM
SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak.Müh. Uğur ŞİŞMAN

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : ENERJİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Kemal ÇAKIR

Nisan 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OFİS BİNALARINDA İKLİMLENDİRME SİSTEM
SEÇİMİ**

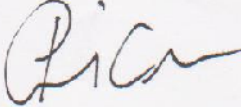
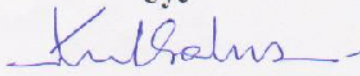
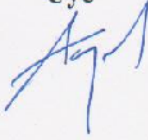
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak.Müh. Uğur ŞİŞMAN

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : ENERJİ

Bu tez 19 / 04 /2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail ÇALLI Jüri Başkanı	Yrd. Doç. Dr. Kemal ÇAKIR Üye	Doç. Dr. Ahmet ÖZEL Üye
		

ÖNSÖZ

İnsanların, çalışma ortamlarında performanslarını etkileyen önemli faktörlerden biri termal konfordur. Eğer çalışma ortamında termal konfor şartları yetersiz ise, sıkıntı hissedilir ve rahatsızlık duyulmaya başlanır. Buna bağlı olarak insanın çalışma kapasitesi ve iş verimi düşer. Ofis binalarında termal konforun sağlanabilmesi için, binanın bulunduğu şartlara göre en uygun iklimlendirme sisteminin seçilmesi gerekmektedir. Uygulama yapılabilecek iklimlendirme sisteminin seçimine, kriterlerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda karar verilebilir. Bu tez çalışmasında, sistem seçim kriterlerinin değerlendirilebilmesi ve sonucunun alınabilmesi için günümüzde birçok sektörde de kullanılan ASP .Net ortamında bilgisayar programı (OBİSS) yazılmıştır.

Bu çalışmanın oluşmasında şahsıma rehberlik ettiği için değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Kemal ÇAKIR'a, uygulama bölümünde yardımlarını esirgemeyen eşim Özlem ŞİŞMAN'a ve eğitimime verdiği destek için aileme teşekkürlerimi iletmeyi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
TERMAL KONFOR.....	3
2.1. Termal Konfor Parametreleri.....	3
2.1.1. Sıcaklık.....	3
2.1.2. Nem.....	4
2.1.3. Hava akım hızı.....	4
2.1.4. Termal radyasyon.....	5
2.2. Termal Konfor Nasıl Ölçülür?.....	5
2.3. Ortam Atmosferi Koşullarının İnsana Etkisinin Değerlendirilmesi.	5
2.3.1. Etkin sıcaklık eşdeğeri.....	6
2.3.2. Sonuç sıcaklık.....	8
2.3.3. Kata değeri.....	8
2.4. İç Hava Kalitesi.....	9
2.4.1. Ofis ortamında kaynaklanabilecek hastalıklar.....	11
2.4.2. Hasta bina sendromu.....	12

BÖLÜM 3.

OFİS BİNALARINDA UYGULANABİLECEK İKLİMLENDİRME

SİSTEMLERİ.....	14
3.1. Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemleri (VRV).....	15
3.1.1. Hava soğutmalı VRV sistemi.....	17
3.1.2. Su soğutmalı VRV sistemi.....	17
3.2. Fan Coil Sistemler.....	20
3.2.1. İki borulu fan coil sistemi.....	21
3.2.1. Dört borulu fan coil sistemi.....	21
3.3. Değişken Hava Debili Sistemler (VAV).....	22
3.3.1. Tek kanallı sistemler.....	22
3.3.2. Çift kanallı sistemler.....	25
3.4. Split Klima Sistemleri.....	26
3.4.1. Split klima sistemi.....	26
3.4.2. Kanal tipi klima sistemi.....	27

BÖLÜM 4.

SİSTEM SEÇİMİ KARŞILAŞTIRMA PARAMETRELERİNİN

BELİRLENMESİ.....	28
4.1. Performans.....	28
4.1.1. Havalandırma yeteneği.....	28
4.1.2. Soğutma konforu.....	29
4.1.3. Isıtma konforu.....	29
4.1.4. Mevsim geçiş kolaylığı.....	30
4.1.5. İç hava kalitesi.....	30
4.1.6. Filtrasyon yeteneği ve hijyen.....	35
4.1.7. Basınçlandırma.....	37
4.1.8. Nem alma ve nemlendirme.....	38
4.1.9. Gürültü – ses.....	38
4.1.10. Aşırı işletme şartlarına uygunluk.....	39
4.2. İşletme Maliyeti.....	40
4.2.1. Enerji maliyeti.....	40
4.2.2. Yıllık verim.....	40

4.2.3. İşletme durumu.....	40
4.2.4. Ön soğutma.....	41
4.2.5. Kış aylarında soğutma.....	41
4.2.6. Isı geri kazanım.....	42
4.2.7. Esnek çalışma saatleri.....	43
4.2.8. Kapasite kontrol imkanı.....	43
4.2.9. Isıtmada kullanılan yakıt, enerji cinsi.....	43
4.3. Sistemin İlk Yatırım Maliyeti.....	44
4.3.1. Sistemin ilk yatırım maliyeti.....	44
4.3.2. Ayrıca ısıtma sistemine ihtiyacı.....	45
4.3.3. Ekonomik ömür.....	45
4.3.4. Tesisat için ayrılan alanlar.....	45
4.4. Servis – Bakım – Onarım.....	46
4.4.1. Filtre sayısı, temizleme sıklığı ve kolaylığı.....	46
4.4.2. Çalışma ortamlarında servis gereksinimi.....	47
4.4.3. Servis bakım sıklığı.....	47
4.4.4. Asma tavan içinde su kaçağı riski.....	47
4.4.5. Servis, bakım, onarım maliyeti.....	47
4.4.6. Yedekleme yeteneği.....	48
4.4.7. Genişleyebilme.....	48
4.5. Mimari.....	48
4.5.1. Asma tavan içinde net yükseklik ihtiyacı.....	48
4.5.2. Bina cephesinde yer ihtiyacı.....	49
4.5.3. Döşemede yer ihtiyacı.....	50
4.5.4. Şaft gereksinimi.....	51
4.5.5. Teraslarda veya bina dışında ve bina cephesinde yer ihtiyacı	52
4.6. Uygulama.....	53
4.6.1. Enerji tüketiminin ölçülebilmesi ve paylaşımı.....	53
4.6.2. Bölgenin iklim koşulları.....	54
4.6.3. Montaj süresi ve kolaylığı.....	55
4.6.4. Kontrol imkanı.....	56
4.6.5. Sistemin kullanılabilmesi kapasite aralığı.....	56
4.7. Emniyet.....	57

4.7.1. Soğutucu akışkan hacminin yaşam mahalleri hacmine oranı.	57
4.7.2. Duman tahliyesi yeteneği.....	59
4.7.3. Emniyet (Yangın, patlama vs riski).....	59
4.7.4. Duman kontrolü.....	60
BÖLÜM 5.	
EN UYGUN SİSTEM SEÇİMİNİN YAPILMASI.....	61
5.1. İklimlendirme Sistemleri Karşılaştırma Tabloları.....	63
5.2. OBİSS Kriter Ekranları.....	65
5.3. Sonuç.....	66
BÖLÜM 6.	
BİR MODEL ÜZERİNDE SİSTEM SEÇİMİNİN UYGULAMASI.....	69
6.1. Isı Yüğü Hesabı.....	69
6.1.1. Proje taslağı.....	69
6.1.2. Oda verileri.....	73
6.1.3. Isı yüğü hesaplama.....	78
6.2. VRV Sistem Kurulumu.....	80
6.2.1. İç üniteler.....	80
6.2.2. Dış üniteler.....	81
6.2.3. Borulama.....	82
6.2.4. Kablolama.....	83
6.2.5. Merkezi kumandalar.....	84
6.2.6. Raporlar.....	85
BÖLÜM 7.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR.....	89
EKLER.....	90
ÖZGEÇMİŞ.....	118

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

TS	: Türk standardı
DIN	: Alman standardı
EN	: Avrupa standardı
ΔT	: Sıcaklık farkı
mSS	: Metre su sütunu
mmSS	: Milimetre su sütunu
PN	: Anma Basıncı
V	: Besleme pompası debisi
Q	: Isıl güç/kapasite
D	: Buhar debisi
p	: Basınç
v	: Hacim
Vb	: Buhar hacmi
Vs	: Su hacmi
Pkr	: Kritik basınç
Tkr	: Kritik sıcaklık
Ukr	: Kritik özgül hacim
x	: Kuruluk derecesi
mb	: Islak buhar içindeki buhar kütlesi
ms	: Islak buhar içindeki su kütlesi
Us	: Sıvının özgül hacmi
Ub	: Sıvının özgül hacmi
Cp	: Özgül ısı
pH	: Suyun asitliğinin ölçütü
nc	: iletkenliğe göre konsantrasyon numarası
p	: Yoğunluk
ASTM	: American Society for Testing and Materials Standards
BTU	: British Thermal Unit
°C	: Santigrat derece
R	: Soğutkan
A	: Absorban
ASHRAE	: American Society of Heating Refrigerating And Air-Conditioning Engineers Standards

VAV	: Değişken hava debili sistem
KT	: Kuru termometre
YT	: Yaş termometre
DX	: Doğrudan genişlemeli sistem
LPG	: Likit petrol gazı
VRV	: Değişken soğutucu debili sistem
IGKV	: Isı geri kazanımlı sistem
P	: Gerekli güç
η_p	: Fan / pompa verimi
η_m	: Motor verimi
Δp	: Toplam basınç
EER	: Energy efficiency ratio
COP	: Coefficient of performance

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Efektif sıcaklık diyagramı.....	6
Şekil 3.1.	Isı geri kazanımlı havalandırma sistemleri.....	16
Şekil 3.2.	Hava soğutmalı VRV sistemi.....	17
Şekil 3.3.	Su soğutmalı VRV sistemi.....	18
Şekil 3.4.	Split klima çeşitleri.....	26
Şekil 3.5.	Kanal tipi split klima.....	27
Şekil 5.1.	Ana kriter katsayıları.....	62
Şekil 5.2.	OBİSS genel özellikler ekranı.....	62
Şekil 5.3.	Performans kriterleri seçim ekranı.....	65
Şekil 5.4.	İç hava kalitesi detaylı bilgi ekranı.....	65
Şekil 5.5.	Sonuç ekranı.....	67
Şekil 5.6.	Performans kriterlerine göre sistemlerin yüzde değerleri.....	67
Şekil 6.1.	Proje Taslağı Bilgileri.....	70
Şekil 6.2.	Dış hava durumu değerleri.....	71
Şekil 6.3.	İç hava sıcaklık ve nem değerleri.....	72
Şekil 6.4.	103-B odası için girilen ekipman değerleri.....	74
Şekil 6.5.	Genel ısı transferi katsayıları.....	75
Şekil 6.6.	Takvim bilgileri.....	76
Şekil 6.7.	Diğer bilgiler.....	77
Şekil 6.8.	Yan oda özellikleri.....	78
Şekil 6.9.	İç ünite seçimi.....	80
Şekil 6.10.	İç üniteler.....	81
Şekil 6.11.	Dış ünite seçimi.....	82
Şekil 6.12.	Borulama adımı.....	83
Şekil 6.13.	Kablolama adımı.....	84
Şekil 6.14.	Merkezi kumandalar adımı.....	85
Şekil 6.15.	Raporlar adımı.....	86

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Sıcaklıklara göre çalışabilme süresi.....	8
Tablo 2.2.	Bazı iç hava kirleticilerinin kaynakları, değişiklikleri ve iç/dış hava değişiklik oranları.....	10
Tablo 3.1.	Su soğutmalı VRV cihazlarının genel özellikleri.....	18
Tablo 3.2.	VRV sistemlerinin gelişimi.....	19
Tablo 4.1.	Çeşitli uygulamalar için ASHRAE 62-2001 standardı tarafından tavsiye edilen minimum dış hava miktarları.....	31
Tablo 4.2.	EN13779 uyarınca tanımlanan yaşam alanı boyutları.....	32
Tablo 4.3.	EN 13779'a göre kişi başına taze hava miktarları.....	33
Tablo 4.4.	TS'ye göre kişi başına taze hava miktarları.....	33
Tablo 4.5.	Tavsiye edilen saatteki hava değişim katsayıları.....	34
Tablo 4.6.	Sınıflarına göre filtre verimleri.....	35
Tablo 4.7.	Filtre uygulama alanları.....	36
Tablo 4.8.	Klima sistemlerine göre bırakılması gereken asma tavan içi yükseklikleri.....	49
Tablo 4.9.	Sistemlere göre binadaki yer kayıpları.....	51
Tablo 5.1.	İklimlendirme sistemlerinin kriterlere göre puanları.....	63
Tablo 6.1.	Genel ısı transferi katsayıları.....	71

ÖZET

Anahtar kelimeler: İklimlendirme sistemleri, termal konfor, sistem seçimi.

İnsanların yaşamlarının büyük bir kısmını geçirdiği kapalı ortamların, onlar için verimliliğin en üst seviyede olabilmesi iyi tasarlanmış ve uygulaması iyi yapılmış iklimlendirme sisteminden geçmektedir.

Termal konfor şartlarının en iyi şekilde yerine getirilmesi verimliliğin artmasını ve kapalı ortamlardan kaynaklanan rahatsızlıkların önüne geçilmesini sağlamaktadır.

İklimlendirme sistemi seçiminde, performans, işletme maliyeti, sistemin ilk yatırım maliyeti, servis-bakım-onarım, mimari, uygulama, emniyet gibi önemli parametrelerinin göz önünde bulundurulması ve bu parametrelerin uygulama yapılacak binanın konumuna ve fiziksel özelliklerine göre değerlendirilmesi gerekmektedir.

Sistem ekonomik ömrünün ortalama 20 yıl olduğu düşünüldüğünde, seçilecek sistem 20 yıl içinde ihtiyaçları en iyi biçimde karşılamalıdır. Mimari tasarım öncelikle enerji ekonomisini gözeterek biçimde tasarlanmış olmalı ve uygun iklimlendirme sisteminin kurulmasına elverişli olmalıdır.

Bu çalışmada termal konfor şartlarını en iyi şekilde sağlayacak ve istenilen özellikleri yerine getirebilecek bir iklimlendirme sisteminin seçilebilmesi için ASP .net ortamında OBİSS programı geliştirilmiştir. OBİSS' de model olarak ele alınan bina için istenilen özelliklere göre sistemlerin karşılaştırılması yapılmış ve en uygun iklimlendirme sistemi seçilmiştir.

CHOICE OF AIR-CONDITIONING SYSTEMS IN OFFICE BUILDINGS

SUMMARY

Key Words: Air conditioning systems, Thermal comfort, System selection.

People spend a large portion of the indoor environments of their lives, their highest level of efficiency to be well designed and well-made application is through air conditioning systems.

Of thermal comfort conditions to be fulfilled in the best way to increase efficiency and indoor environment to provide help to prevent illnesses caused.

Air conditioning system in the selection, performance, operating cost, the system's first cost, service and maintenance and repair, architecture, applications, safety as important parameters considered and the parameters applied to the building's location and physical features according to the evaluation process is required.

The average 20 year economic life of the system is considered to be elected within 20 years, the system must meet requirements in the best possible way. Energy economy that will oversee the architectural design that is designed primarily to be and should be conducive to the establishment of proper air conditioning system.

This study will provide the optimal thermal comfort requirements and can fulfill the desired characteristics of an air conditioning system for selecting an ASP.net OBİSS program was developed in a environment. OBİSS 'taken as a model for the building, according to the desired properties of the systems were compared and the most suitable air conditioning system is chosen.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsanların bulunduğu konutlardan taşıtlara, üretim tesisleri gibi hacimlerde termal konfor ya da uygun çevrenin sağlanması çok önemlidir. Bu çalışmada temel amaç bir his meselesi olan termal konfora gerek ilk yatırım gerek işletme masrafları ve uygulama ve bakım kolaylığı yönleriyle en uygun şekilde ofis binalarda sistemin seçimi yapabilmek için yöntem geliştirmektir.

Uygun sıcaklığın, nemin, hava kalitesinin ve hızlarının sağlanması bir harcama değil karlılığı ispatlamak zorunda olan bir yatırımdır. Bu nedenle iklimlendirme sisteminin rastgele ele alınmaması gereklidir.

Sistemin seçilmesi, ekipmanların uygulanması çok iyi etüd edilmeli ve sonuçta sanayi için verimlilik aracı, makineler için koruma ve emniyet, personel için konfor aracı olmalıdır [5].

Günümüzde insanların bulunduğu mekanlarda iklimlendirme sistemlerinin kurulması için mümkün olduğu kadar az bir yatırımla bu işlemin gerçekleştirilmesinin yanında konfor şartlarının sağlanması ve bunun içinde gerekli olan işletme masraflarının mümkün olduğunca az olması önemlidir.

Uygun ortamın temini ticari başarı için ön koşullardan biridir. Mekanlarda konfor denilince sadece iklim şartlarının kontrolü akla gelmemelidir. Gürültü, aydınlatma, kokunun giderilmesi ve titreşim değerleride kabul edilebilir ölçülerde olmalıdır.

İlk yatırım ve işletme masrafları göz önünde bulundurularak mümkün olduğu kadar konfor değerlerini sağlayarak parametrelerde göz önünde bulundurulmalıdır.

Konfor sıcaklığının oluşumu, insan vücudu enerji dengeleri için verilen eşitliklerden görüleceği gibi tek bir nokta olarak ifade etmek doğru olmaz. Çünkü kişilerin metabolizmaları farklı olduğundan ürettikleri ısı da farklı olacaktır. Diğer taraftan kişilerin aktiviteleri, yaş durumu, cinsiyeti, giyinme alışkanlıkları da büyük farklılıklar göstermektedir. Böyle bir durumda ortam sıcaklığı için en iyi yaklaşım bile yeterli olmayacaktır.

Çalışmamızın esasını teşkil eden ofis binalarının, izolasyon durumu, yüzey sıcaklıkları, havalandırma karakteristikleri, hava hızları kuruluş koşullarını belirleyen önemli faktörlerdendir. Bu yüzden ki termal çevre sistem tasarımcısı özellikle çevreyi iyi kontrol etmenin yanında seçimin yalnız fizik, matematik değil aynı zamanda konusu insan olan termik fizyolojinin esasları üzerinde toplamak zorundadır.

Konfor bir insandan diğerine, alışkanlıklara, alışma süresine bağlı olarak çok değişiklik gösterir. Örneğin ortam sıcaklığı için İngiltere, Fransa ve kuzey ülkelerinin bir kısmında Almanya' ya göre daha düşük değer alırken ABD' de daha yüksektir. Ne yazık ki ülkemiz insanı için en uygun hava hali karakteristiklerinin deneysel verilerle iklim ve hayat koşullarını uyumlu hale getirilmesi mevcut değildir. Bu nedenle tasarım esaslarında uluslararası standartlar esas alınmıştır.

İklimlendirme sisteminin en uygun çözümü için tasarımcı (mimar), yapı statikçileri (inşaat mühendisi), tesisat projecileri (mekanik, elektrik) hep birlikte ofis binasını tüm tasarım esaslarıyla boyutlandırmak zorundadır. Ardından müşteri onayı alınarak detay çalışmasına başlanmalı ve uygulamaya geçilmelidir [6].

Tasarımlarda öncelikle enerji tasarrufu ilk planda olmalıdır. Büyük yatırımlar yapmadan enerji tasarrufu imkanları iyi işletmeyle gerçekleştirilebilir. Aynı şekilde tasarımda ve uygulamada ek maliyet getirmeyen önlemler mevcuttur. Önemli olan projenin ve uygulanmanın enerji bilinci içinde yapılması ve bu önlemlerin uygulanmasıdır.

BÖLÜM 2. TERMAL KONFOR

İnsanın yaşamına sağlıklı şekilde devam edebilmesi için gerekli temel koşul vücut sıcaklığının normal bir sıcaklık değerinde tutulmasıdır. Termal konfor, çalışma ortamında çalışanların büyük çoğunluğunun ısı, nem, hava akım hızı gibi iklim şartları açısından, bedensel ve zihinsel faaliyetlerini sürdürürken, belli bir rahatlık içinde bulunmasını ifade eder. Eğer çalışma ortamında termal konfor şartları yetersiz ise, sıkıntı hissedilir ve rahatsızlık duyulmaya başlanır, buna bağlı olarak insanın çalışma kapasitesi ve iş verimi düşer.

Termal konfor şartlarını etkileyen başlıca 4 faktör vardır. Sıcaklık, nem, hava hızı ve termal radyasyon (cisim ve çevresini saran sıcaklığın fonksiyonu olan radyant ısı).

2.1. Termal Konfor Parametreleri

2.1.1. Sıcaklık

İnsan vücudunda ısı, tuz, asit, baz, şeker v.s. gibi bazı fiziksel ve kimyasal değerlerin belirli sınırlar içinde tutulması gerekmektedir. İnsan vücudunda, bu değerlerin belli aralıklarda kalmasını sağlayan mekanizmalar mevcuttur. İnsan bu mekanizmalar ile olumsuz çevre şartlarına karşı kendini savunur.

Hava sıcaklığının artması veya eksilmesi, çalışan kişilerin işe uyumunu olumsuz etkiler. Hasta olmayan normal bir insan vücudunun sıcaklığı 36 °C'dir. Vücut sıcaklığının 41 °C'ye doğru artması sonucu ısı çarpması, tansiyon düşüklüğü ve baş dönmesine yol açan ısı yorgunlukları, kaşıntı ve kırmızı lekeler şeklinde deri bozuklukları, konsantrasyon bozukluğu, aşırı duyarlılık ve endişe sorunları ortaya çıkar.

Aşırı soğuma ise; dikkat azalmasına yol açar. Düşük sıcaklık uyuşukluk, uyku hali, organlarda hissizlik ve donma gibi olumsuz etkiler doğurur. Soğuğa karşı uygun elbiseler giyerek ve uygun beslenerek tedbir almak mümkündür.

2.1.2. Nem

Sıcaklık yanında nemin de etkisi oldukça önemlidir. Havadaki nem miktarı mutlak ve bağıl nem olarak ifade edilir. Mutlak nem; birim havadaki su miktarını ifade eder. Bağıl nem ise; havadaki nem miktarının, aynı sıcaklıkta doymuş havadaki mutlak nemin yüzde kaçını ihtiva ettiğini gösterir.

Bir işyeri ortamının bağıl nemi değerlendirilirken, sıcaklık, hava akım hızı gibi diğer şartların da değerlendirilmesi gerekir. Ancak, genel olarak herhangi bir işyerinde bağıl nem %30 ile %80 arasında olmalıdır. Yüksek bağıl nem, ortam sıcaklığının yüksek olması durumunda bunaltır, düşük olması durumunda ise üşüme ve ürperme hissi verir.

2.1.3. Hava akım hızı

İşyerinde oluşan kirli havanın dışarı atılması ve yerine temiz havanın alınması için ortamda uygun bir havalandırmanın, dolayısıyla uygun bir hava akımının olması gerekmektedir. Ancak bu hava akımı 0,5 m/sn değerini aşması durumunda rahatsız edici esintiler meydana gelir.

Sıcaklığın derece olarak artması veya azalması yanında, nemin ve hava akım hızının durumu da sıcaklığın etkisini artırır veya azaltır. Bu üç değişkenin farklı birleşimlerini kişi aynı sıcaklık duygusu olarak hissedebilir.

Örneğin; 37 °C sıcaklık, %10 nem ve 3 m/sn hava akım hızı ile 27 °C sıcaklık, %75 nem ve 0,1 m/sn hava akım hızı, sıcaklık duygusu bakımından eşdeğer olabilir. Yani bu iki farklı durumun kişi üzerindeki etkisi aynıdır. Hava sıcaklığı, nemi ve hava akım hızının beraberce oluşturduğu sıcaklık etkisine “effektif sıcaklık” denir.

Tabii havalandırma ile işyeri havasının saatte 2-3 kere değişmekte olduğu kabul edilmektedir. Ancak günümüzde gelişmiş yapı malzemelerinin, PVC pencerelerin yoğun bir şekilde kullanıldığı, hava giriş ve çıkışını önleyecek türde izolasyonların

yapıldığı ortamlarda, tabii havalandırmalar ile ortam havasının saatte 2-3 kere değişmesi mümkün görünmemektedir.

İşyerindeki hava hacmi işçi başına en az 10 metreküp olmalıdır. Tabii havalandırma ile ortam havasının saatte 2-3 kere değişmesinin zorlaştığı ortamlarda, kişi başına düşen hava hacmi miktarının artırılması veya kapı ve pencereler açılarak veya cebri çekişle ortam havasının yeterli miktarda değişmesinin sağlanması gerekmektedir.

2.1.4. Termal radyasyon

İletimi için maddesel bir ortama gerek olmayan ısı türüdür. Bu ısı türünü havalandırma ile kontrol etmek mümkün değildir. Radyant ısıdan korunmak için, koruyucu siperler kullanılabilir ya da sıcak cisimlerin yüzeyleri, ışımaya özelliği zayıf maddelerle boyanabilir veya kaplanabilir. Maden ergitme, cam vb. sektörlerde bu tip radyant ısı maruziyetine rastlanmaktadır.

İnsanların, çalışma ortamından önemli ölçüde etkilendiği düşünüldüğünde ortamın sıcaklık değeri, nemi vb. termal şartların çalışan üzerindeki negatif etkileri mutlaka göz önüne alınmalıdır. Çalışma ortamından negatif etkilenen kişinin dikkatinde azalma ve psikolojik olarak etkilenme sonucu kazaların yaşanmaması için ortam koşullarının sıkı takip edilmesi gerekmektedir.

2.2. Termal Konfor Nasıl Ölçülür?

Çalışanların maruz oldukları termal konfor şartları psikometre ve katatermometre kullanılarak tespit edilebilir. Söz konusu cihazlar kullanılarak ölçüm yapılan ünitenin kuru ve yaş hava sıcaklığı, bağıl nem ve hava akım hızı belirlenerek bir diyagrama uygulanması sonucu Etkin Sıcaklık Eşdeğeri (ESE) tespit edilir. Termal konfor şartlarının uygun olduğu ortamlarda ESE için normal değerler 17 ile 21°C arasındadır.

2.3. Ortam Atmosferi Koşullarının İnsana Etkisinin Değerlendirilmesi

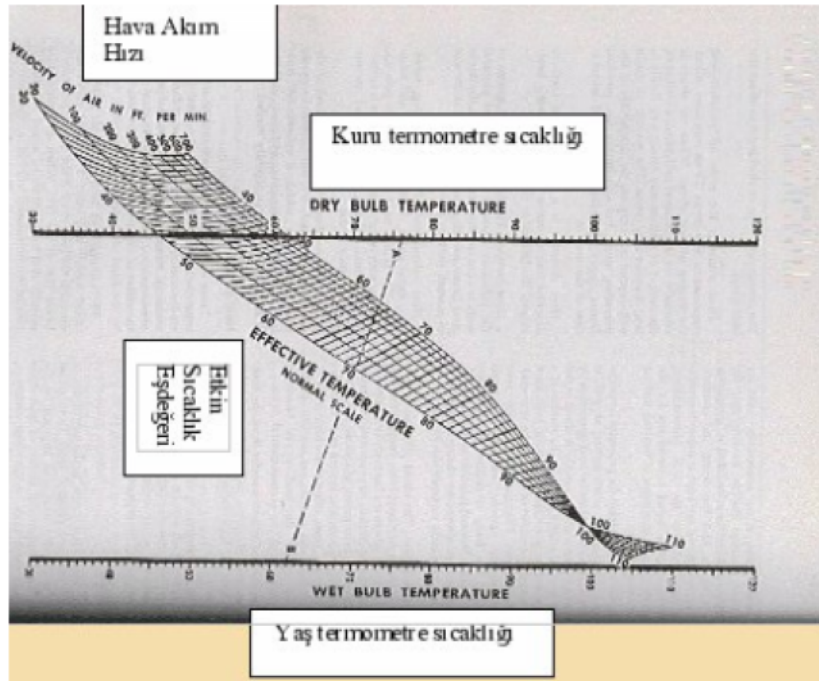
Değerlendirmede şu değerler kullanılabilir:

a) Etkin Sıcaklık Eşdeğeri

- b) Sonuç sıcaklık
- c) Kata değeri

2.3.1. Etkin sıcaklık eşdeğeri

Ortamin belirli termal durumu (örneğin: t_v °C sıcaklık, $\%h_r$ bağıl nem ve hava hızı v m/s.) ile kişi üzerine termal etkisi aynı olan su buharı ile doymuş havanın sıcaklığı olarak tanımlanır. ESE değerleri geniş bir grup insan üzerinde deneysel olarak saptanmıştır. Bu değerlere dayanılarak hazırlanan nomogramlar üzerinde faktörlerin herhangi bir bileşimi ile ESE değeri hesaplanabilir. Normal giyimli, hafif işte çalışan bir insan için değerler Şekil 2.1'deki nomogramda gösterilmiştir. Daha ağır bedensel işler için de yaklaşık olarak aynı değerler kullanılabilir.



Şekil 2.1. Etkin sıcaklık diyagramı

Nomogramda, dikey eksen °C olarak işaretlenmiştir; sol taraftaki kuru termometre sıcaklığı t_v , sağ taraftaki de yaş termometre sıcaklığı t_v' yı gösterir (Sırası ile normal bir kuru termometre ve havalandırılmayan yaş hazneli bir termometre ile ölçülür.). "Eğriler demeti" şeklindeki eşit hava hızı çizgileri bütün demeti kapsayan

ESE eğrileri gibi şemayı köşegen olarak keser; hepsi, ortamın soğuma etkisinin sıfır olduğu $ESE = t_v = t'_v = 37.5^\circ\text{C}$ sıcaklığında bir araya gelip birbirlerini keserler.

Nomogramın kullanılışı: Ölçü sonu aşağıdaki değerlerin bulunmuş olduğu bir deneyi alalım:

Hava sıcaklığı (kuru termometre) $t_v = 25^\circ\text{C}$

Yaş termometre sıcaklığı $t'_v = 16^\circ\text{C}$

Hava akım hızı $v = 1 \text{ m/s}$ (s: saniye)

Nomogramdaki kuru termometre sıcaklığı noktası $t_v = 25^\circ\text{C}$ ile yaş termometre sıcaklık noktası $t'_v = 16^\circ\text{C}$ ' yi birleştiririz; bu çizgi $v = 1.0 \text{ m/s}$ hava akımı hızı eğrisini $ESE = 20^\circ\text{C}$ değere eşit bir noktada keser.

Nomogramda kolayca görülebileceği gibi, ortamın termal durumu aşağıdaki değerlerle gösterildiğinde de aynı ESE ve bunun sonucu olarak aynı termal etki bulunur.

$t_v = 23^\circ\text{C}$

$t'_v = 17^\circ\text{C}$

$V = 0.5\text{m/s}$

Belirli herhangi termal faktör verileri için de ESE değerleri bulunabilir.

Anlaşılabileceği gibi, ESE sıcaklığını, nemin ve hava akımı hızının etkisini içerir ve gösterir ancak radyan ısının etkisini göstermez. Yüksek ısı radyasyonu olan işyerlerinde termal etki değerlendirmesi için düzeltilmiş etkin sıcaklık eşdeğeri kullanılabilir. Aynı nomogram kullanılır, fakat (normal kuru hazneli termometre ile ölçülen) normal hava sıcaklığı t_v yerine sonuç sıcaklık t_c ölçülür ve nomogramda kullanılır. Bu durumda yaş termometre sıcaklığı, haznesi radyant ısıya karşı geniş bir havalandırmasız metal muhafaza ile korunan bir termometre ile ölçülmelidir.

2.3.2. Sonuç sıcaklık (glob sıcaklık)

Sonuç sıcaklık t_c , tek bir değer ile, hava sıcaklığı, hava akımı hızı ve radyant ısıdan oluşan, ortamın termal durumunu gösterir. Büyük ölçüde termal radyasyon olan yerlerin ortam termal etkisini değerlendirmeye yararlıdır. Havanın bağıl nemini hesaba katmaz ama bu önemli değildir, çünkü radyant ısının yüksek olduğu yerlerde genellikle nem önemli bir faktör değildir. Tablo 2.1'deki çizelge işyerlerindeki radyant ısı faktörlerinin değerlendirilmesinde yardımcı olabilir.

Tablo 2.1. Sıcaklıklara göre çalışabilme süresi

Sonuç sıcaklık t_c	Belirli t_c ile anlatılan termal durumlarda bulunma ve çalışabilme süresi
45°C'ye kadar	Süresiz
45°C - 55°C	1 saat kadar
55°C - 65°C	45 dakika kadar
65°C - 75°C	15 - 30 dakika
75°C - 85°C	10 dakika
90°C - 100°C	3 -5 dakika
100°C	½ - 1 dakika

2.3.3. Kata değeri

Kata değeri $K = Q/z$ mcal/m² vücut yüzeyinden kayıp olan spesifik ısıyla (Birim zamanda vücut yüzeyinden kaybolan ısı) doğru orantılıdır. Normal giyimli, (oturarak iş gören) 100 kcal/h enerji üreten bir kişi için termal rahatlık sınırları $K= 4-6$ mcal/m²'dir. Ortamın kata değeri 6 ise üşümektedir, K 4 ise fazla sıcaktır. Eğer kişi kasları ile harekete geçer de ısı verimi artar ise termal rahatlığını daha yüksek bir kata değerinde (6) bulur.

Havanın bağıl nem düzeyi yüksek olan sıcak çalışma yerlerinde ortamın termal etkilerinin değerlendirilmesinde en uygunu yaş kata değeridir. Yaş kata değer yaş hazneli bir kata termometre ile elde edilir (haznesi ıslatılmış bir bezle örtülü normal,

cam hazneli katatermometre). Katatermometre haznesinin yüzeyinden kaybolan ısı suyun buharlaşması ile hızlanır; bu hız havanın bağıl nemi ile orantılıdır. Böylece yaş kata değer tüm termal faktörlerin toplam karakteristiklerini içermektedir (hava sıcaklığı, hava akım hızı, bağıl nem ve çevre sıcaklığı), kuru hazne kata değeri ise bağıl nemi kapsamamaktadır. Diğer eşdeğer koşullarda (eşit hava sıcaklığı, hava akım hızı, ısı radyasyonu) yaş hazneli kata değer normal kata değerinin yaklaşık üç katıdır. "Rahat" değeri hafif işler için 12 mcal/m², ağır işler için de 18 mcal/m² ve daha fazla arasındadır [7].

2.4. İç Hava Kalitesi

İnsanların yaşadıkları, çalıştıkları, dinlendikleri kısaca bir günlük zaman diliminin yaklaşık %90'ını geçirdikleri ortamlar, kapalı yada yarım kapalı mekanlardır. Bulduğumuz bu mekanların havasını ise yine kendi faaliyetlerimiz sonucu oluşturduğumuz gaz, toz ve organik buhar emisyonları ile kirletmekteyiz.

Kapalı ortamlardaki hava kalitesini etki eden faaliyetlere;

- Isıtma ve soğutma sistemleri,
- Sigara içilmesi,
- Bina yapım ve izolasyon maddeleri,
- Aşırı kalabalık
- Mobilyalar ve döşeme maddeleri ve temizlik faaliyetleri,
- Kişisel bakım faaliyetleri
- Hobi (lehim, tamirat, ilaçlama vb) faaliyetleri,
- Elektrikli ve Elektronik ev aletlerinin çalıştırılmaları örnek olarak verilebilir.

Kapalı ortamlardaki hava kalitesinin kötü olması durumunda baş ağrısı, gözde kaşıntı, boğaz kuruması, halsizlik, genizde yanma, dikkatin dağılması, işe konsantre olamama ve kokulara karşı aşırı duyarlılık ya da duyarsızlık gibi şikayetler artmaktadır.

Özellikle iş yerlerindeki kapalı ortamlarda çalışan ya da vakit geçiren kişilerde ise daha ciddi şikayet ve rahatsızlıklara rastlanmaktadır. Bu tip şikayetlere neden olan kapalı ortamlar (bina içi mekanlar) hasta binalar, buralardan kaynaklanan sorunlar ise

hasta bina sendromları olarak tanımlanmaktadır. Kapalı ortamlardaki hava kalitesini etkileyen gazlar ve tozlar gibi kirleticilerin konsantrasyonları yetersiz havalandırma, uygun olmayan sıcaklık ve nem durumlarında artarak riskli durumların oluşmasına katkı sağlamaktadırlar. Bu nedenle kapalı alanlarda maruz kalınan risk ve tehlikelerin tespiti son derece önemlidir. Bu konuda yapılmış olan pek çok çalışma ve bu çalışmalar sonucunda belirlenmiş olan limit değerler mevcuttur. İnsan sağlığına etki eden iç ortam kirleticilerinin çoğu hayatın vazgeçilmez birer parçasıdır. Bu maddeler fiziksel ve kimyasal özellikleri sebebiyle uçuculuk göstermektedirler. Bu nedenle iç ortam hava kalitesinin tespiti ve kirleticilere yönelik alınacak tedbirler insan sağlığı açısından çok önemlidir.

İç hacimlerde söz konusu olan çeşitli kirletici maddelerin cinsleri, kaynakları, seviyeleri ve iç ve dış çevre konsantrasyonları arasındaki mertebeler Tablo 2.2.'de verildiği gibidir.

Tablo 2.2. Bazı iç hava kirleticilerinin kaynakları, derişiklikleri ve iç/dış hava derişiklik oranları

Kirletici	İç Hava Kirletici Kaynağı	Muhtemel İç Hava Derişikliği	İç/Dış Derişiklik Oranı	Bulunabileceği Yerler
Karbon - monoksit	Yanma cihazları, makineler, hatalı ısıtma sistemleri	100 mg/kg	>1	Paten alanları, ofisler, konutlar, araçlar, dükkanlar
Solunabilen tanecikler	Sobalar, şömineler, sigara, aerosol spreylere, pişirme, yağışan uçucu maddeler	100 - 500 mg/m ³	>1	Konutlar, ofisler, halka açık yerler, bar, restoran
Organik buharlar	Yanma, solventler, aerosol spreylere, reçine ürünleri	Bu konuda kesin ölçüm yapılamamaktadır.	>1	Konutlar, restoran, halka açık yerler, ofisler, hastane
NO₂	Yanma, gaz sobaları, şofben, kurutucular, sigara	100 - 1.000 mg/m ³	>1	Konutlar, paten alanları
SO₂	Isıtma sistemleri	20 mg/m ³	<1	İç hacimlere taşınma
Sigara dumanı hariç toplam asılı parçacık	Yanma, toz kalkması, ısıtma	100 mg/m ³	1	Konutlar, ofisler, halka açık yerler
Sülfat	Kibritler, gaz sobaları	5 mg/m ³	<1	İç hacimlere taşınma
Formaldehit	İzolasyon, yapıştırma ürünleri, sunta	0,05 - 1,00 mg/kg	>1	Konutlar, ofisler
Radon gazı	Yapı malzemesi, toprak, yeraltı suyu	5 nci/m ³	>1	Konutlar, ofisler
Elyaf	Giysiler, halı, döşeme, mobilya	Bu konuda kesin ölçüm yapılamamaktadır.	-	Konutlar, ofisler, okul

Tablo 2.2. (Devam)

Mikro organizmalar	İnsanlar, hayvanlar, mantar, böcekler, nemlendiriciler, klima cihazları	Bu konuda kesin ölçüm yapılamamaktadır.	>1	Konutlar, hastane , okul, ofisler, halka açık yerler
Ozon	Elektrik arki, UV ışık kaynağı	20 - 200 mg/kg	>1	Uçaklar, ofisler

2.4.1. Ofis ortamında kaynaklanabilecek hastalıklar

Alerjik hastalıklar, alerjik burun nezlesi ve sinüzit, alerjik göz nezlesi, astım, ürtiker ve egzama gibi alerjik deri hastalıkları olarak sayılabilir. Alerjik hastalıklar bazen bir meslek hastalığı şeklinde ve işyeri ortamında bulunan bir alerjenle temasa bağlı olarak ortaya çıkabilir. Bu açıdan özellikle ofis ortamları risk taşır.

Alerjik hastalıkların sıklığı, teknolojinin gelişimine paralel olarak artıyor. Kişilerin kapalı ve dar alanlarda topluca bulunmaları, açık sahada çalışmaktan ofiste çalışmaya dönüş, halı döşemeler, sigara alışkanlığının yayılması, katkı maddesi içeren hazır gıdaların tüketilmesi, ofislerde kullanılan havalandırma ve ısıtma sistemleri gibi faktörler sonucu alerjik hastalıklar, endüstrileşmiş yöreler ve kentlerde daha sık görülmeye başlandı.

Alerjik burun nezlesi ve sinüzit, alerjik göz nezlesi, astım, ürtiker ve egzama gibi alerjik deri hastalıkları. Alerjik hastalıklardan alerjik nezle ve astım açısından enfeksiyonlar, tozlar, sigara dumanı, nem ve halılar büyük önem taşır. Alerjik cilt hastalıkları yönünden yine ofislerde kullanılan karbon ve fotokopi kağıtları, boya, mürekkep gibi malzemeler önemlidir. Hava kirliliği denilince akla yalnızca dış ortamdaki kirlilik değil, iç ortamlardaki (ofis, otel, iş merkezleri vb.) kirliliğin de gelmesi gerekir. İç hava kalitesinin insan performansı üzerindeki etkisi bilinen bir gerçektir.

Alerjik hastalıklar bazen bir meslek hastalığı şeklinde ve işyeri ortamında bulunan bir alerjenle temasa bağlı olarak ortaya çıkabilir. Bu açıdan özellikle ofis ortamları risk taşır. Şikayetlerin işe girdikten sonra başlaması, tatil zamanlarında azalması mesleğe bağlı alerjileri düşündürür. Ofis ortamlarında çalışanda binanın yapımında

kullanılan malzemeler, kapalı ortamda içilen sigara, yer döşemelerinde kullanılan halılar, bilgisayar tozları, klimalarda kolonize olan bir takım mikroorganizmalar ve tozlar alerji açısından risk taşır. Özellikle alerjik bünyeli kişilerin alerjilerinin tetiklenmesi ve ortaya çıkmasında rol oynar.

Ofis ortamları viral ve bakteriyel solunum yolu enfeksiyonlarına da gözlenir. Dünyada en sık rastlanan ve en fazla iş gücü kaybına yol açan hastalıklar da bunlardır. Çünkü akciğerler mesleki ve çevresel etkilerin en çok etkilediği organımızdır. Ofislerde havalandırmanın bozukluğu, toplu halde kalabalık olarak bulunma ve sigara içimi bu tarz enfeksiyonların artışına neden olur. Nezle grip gibi viral enfeksiyonlar, bu ortamlarda daha hızlı bir şekilde yayılır.

Klimalarla bulaşan lejyoner hastalığı denilen tipteki zatürree de ofis ortamında çalışanları tehdit eder. Doğada yaygın olarak bulunan lejyoner hastalığı bakterileri, binaların klima filtrelerine yerleşip kolonize olarak buradan ortam havasına yayılır ve solunum yoluyla bulaşır. Kirlenen havalandırma kanalları aldığı mikroplu havayı temizleyemediği ortama yeniden gönderir. Lejyoner hastalığı bir çeşit zatürreedir.

Lejyoner hastalığında ortamdaki nem oranı da çok büyük önem taşır. Nem oranının azalması, burun ve solunum yolları mekozasında kuruma yapar ve solunum yolu enfeksiyonlarını artırır. Ofis ortamındaki nem oranının fazla olması, mantarların üremesi açısından zararlıdır. Bu nedenle ortamdaki nem oranı yüzde 40-60 arasında olmalıdır. Doğru ve etkin havalandırma çok önemlidir. Klimalar ile ortam sıcaklığını aniden değiştirmek ve klimaların bilinçsiz kullanımı ile solunum yolu enfeksiyonları, alerjik problemler artmaktadır.

2.4.2. Hasta bina sendromu

Hasta bina sendromunun belirtileri arasında baş ağrısı, baş dönmesi, uyuşukluk, yorgunluk hissi, gözlerde sulanma, kaşınma, kızarıklık, burun akıntısı, hapşırık, burun tıkanıklığı, boğazda yanma, boğak kuruluğu, gıcık şeklinde öksürük, göğüste sıkışma hissi, nefes darlığı, cilt kuruluğu, ciltte kaşıntılar, burun kanaması, koku ve tat alma bozuklukları, konsantrasyon güçlüğü bulunmaktadır.

Hasta bina sendromuna karşı, duvardan duvara halı kullanımının önlenmesi, camlar açılmıyorsa hava temizleyen aletlerden yararlanılması, sürekli bilgisayarla çalışan personelin vardiya saatlerinin ayarlanması gibi önlemler etkilidir. Son 10 yıldır gündeme daha çok gelen hasta bina sendromu konusundaki çalışmalar kesin bir sonuç ortaya koyamasa da; çalışanlar için en iyi performans, 19-20°C'de alınmaktadır.

BÖLÜM 3. OFİS BİNALARINDA UYGULANABİLECEK İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

İklimlendirme sistemleri öncelikle merkezi ve bireysel olarak 2' ye ayrılmaktadır.

Merkezi sistemler;

- Tam havalı sistemler
 1. Tek kanallı sistemler
 - a- Sabit hava debili sistemler
 - b- Değişken hava debili (VAV) sistemler
 2. Çift kanallı sistemler
 - a- Çift kanallı, sabit debili
 - b- Çift kanallı, değişken hava debili
 - c- Çok zonlu, sabit debili
 - d- Çok zonlu, değişken hava debili
- Tam sulu (Fancoil) sistemler
 1. İki borulu fancoil sistemleri
 2. Dört borulu fancoil sistemleri
- Havalı – sulu sistemler
- Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemleri (VRV)
 1. Hava soğutmalı VRV sistemi
 2. Su soğutmalı VRV sistemi

Bireysel sistemler;

- Paket tipi klimalar
 1. Pencere tipi paket klimalar
 2. Oda tipi paket klimalar
 3. Çatı tipi paket klimalar

- Split tipi klimalar
 1. Duvar tipi split klimalar
 2. Kanal tipi split klimalar

Ofis binalarında uygulanabilecek iklimlendirme sistemleri bu çalışmada dört bölümde ele alınmıştır.

3.1. Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemleri (VRV)

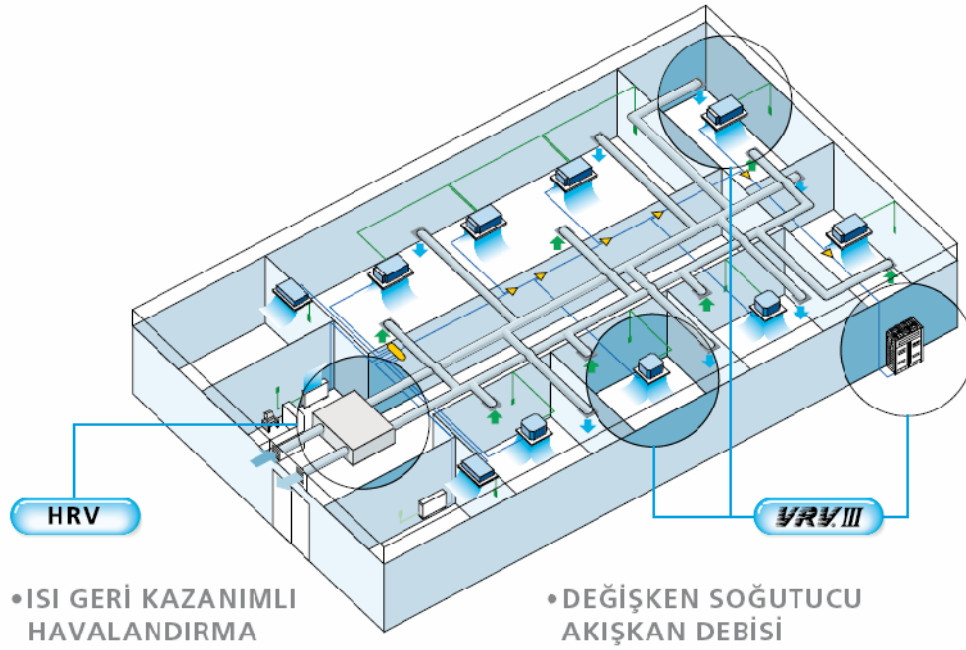
Bir dış üniteye veya dış ünite grubuna bakır boru hattı ile bağlanabilen çok sayıda iç ünite ile tüm bağımsız mekanlarda ısıtma, soğutma ve kısmi havalandırma yaparak istenilen iklim koşullarını sorunsuz sağlayan üstün bir klima teknolojisidir. VRV, İngilizce Variable Refrigerant Volume kelimelerinin (Değişken Soğutucu Akışkan Debisi) kısaltmasıdır.

VRV merkezi sisteme alternatif olarak geliştirilen ve günümüz akıllı binalarının ihtiyacını tam olarak karşılayabilecek bir sistemdir. Modüler yapısıyla çok katlı bir binadan, bir tek villaya kadar her türlü yapıda tam bağımsız kontrol imkanı vermektedir. Inverter teknolojisi ve değişken gaz debisi ile enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Geniş kazan dairesi, yakıt tankı vb. tesisat mahalleri gerekmediğinden önemli bir yer tasarrufu sağlar. Ayrıca VRV sistem, basit yapısı ile çok az yer kaplar. Soğutucu akışkanın boru çapları da oldukça küçüktür. Bu durumda daha az tesisat şaftı ve asma tavan boşluklarına ihtiyaç duyulur. Bu da binaların kat adetlerini artırmaya imkan sağlar. Dikeyde 90m'ye kadar çıkabilen bakır borulama imkanı vardır. Böylece ara tesisat katlarına ihtiyaç duyulmadan, dış ünitelerin çatıda ya da zeminde

yerleştirilmesi mümkündür. VRV Sistem, montaj esnasında da zaman tasarrufu sağlar. İ ünitelerin ve boru bağlantılarının yapılabilmesi için betonarme inşaatın bitmiş olması yeterlidir.

VRV sistemlerle çözümlenen binalarda ortamın taze hava ihtiyacı, ısı geri kazanımlı havalandırmalı (IGKH) sistem ile sağlanabilir. Dış ortamdan alınan hava iç ortamdan çekilen hava ile ısı transferine sokulur ve içeriye ısıtılmış veya soğutulmuş olarak verilir (şekil 3.1.).



şekil 3.1. Isı geri kazanımlı havalandırma sistemleri

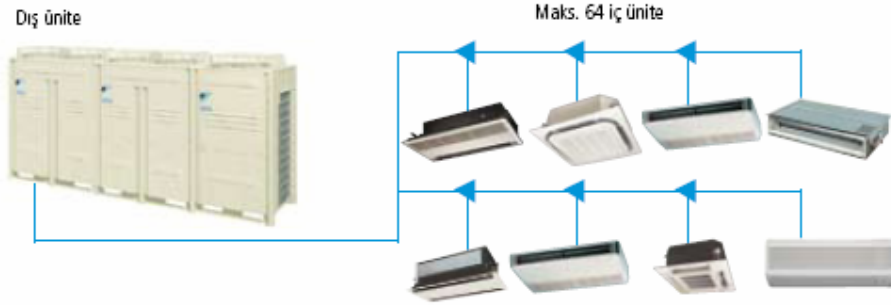
Günümüzde 2 ayrı tipte VRV sistemi bulunmaktadır. VRV sistem tipleri:

- Hava soğutmalı VRV
- Su soğutmalı VRV

3.1.1. Hava soğutmalı VRV sistemi

Hava soğutmalı VRV sistemi, sistemde soğutucu akışkan ile dış ortam arasındaki ısı transferini hava ile gerçekleştiren sistemdir (Şekil 3.2.). Bu sistemler 3 seride bulunmaktadır.

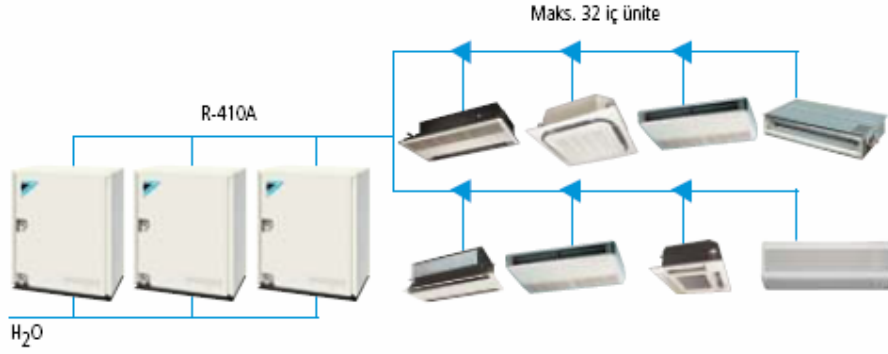
- Sadece Soğutma (Cooling Only): Sistem sadece soğutma amaçlı kullanma imkanı verir.
- Isıtma + Soğutma (Heat-pump): Sistem hem ısıtma hem de soğutma amaçlı kullanılabilir. Ancak sistem soğutmadan çalıştırılırken tüm iç üniteler soğutma modunda çalışmak zorundadır. Herhangi bir iç üniteyi ısıtma modunda çalıştırmak mümkün olmaz. Aynı koşul ısıtma modunda iken de geçerlidir.
- Isı Geri Kazanımlı (Heat-Recovery): Sistem aynı anda hem ısıtma hem soğutma amaçlı kullanma imkanı verir.



Şekil 3.2. Hava soğutmalı VRV sistemi

3.1.2. Su soğutmalı VRV sistemi

VRV sisteminin bütün avantajlarına sahip sistem de soğutucu akışkan ile dış ortam arasındaki ısı transferini su ile gerçekleştiren bir sistemdir. Sistemi soğutucu akışkan tarafı; kondenser, iç üniteler, soğutucu akışkan ve kontrol ekipmanlarından, sistemin su tarafı; pompalar, valfler, genişleme tankı, ısı transfer üniteleri (kazan, soğutma kulesi), su arıtma cihazlarından oluşur (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Su soğutmalı VRV sistemi

Bu sistemde, yaz modunda iç ünitelerden alınan ısı, VRV dış ünitesinde suya geçer. Su ise almış olduğu sistem ısısını soğutma kulesi vasıtası ile dışarı atar. Kış modunda ise, ısıtma suyu, sıcak su kazanından aldığı ısıyı VRV dış ünitesinde iç üniteler verilmek üzere soğutucu akışkana iletir.

Sistemin çalışma sıcaklık aralığı su çevriminin sıcaklığına bağlıdır. Bu sıcaklık 15-45°C arasında muhafaza edilmelidir. Sistemdeki ısı, iki borulu su çevrimi vasıtası ile kondenser ünitesinden ısıtma veya soğutma prosesine göre alınır veya verilir.

Su soğutmalı VRV sisteminin genel teknik özellikleri Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Su soğutmalı VRV cihazlarının genel özellikleri

Kondenser İşletme Basıncı	20 bar	
Su Sıcaklığı	15 - 45 °C	
Oda Sıcaklığı Kontrol Hassasiyeti	± 0,5 °C	
Toplam Borulama Mesafesi	300m	
VRV İç Üniteleri ile Kondenser Ünitesi Arasındaki Uzunluk	120m	
VRV İç Üniteleri ile Kondenser Ünitesi Arası Maksimum Eşdeğer Uzunluk	140m	
VRV İç Üniteler Arası Maksimum Kot Farkı	15m	
VRV İç Üniteleri ile Kondenser Ünitesi Arası Maksimum Kot Farkı	Dış Ünite	
	Yukarıda	Aşağıda
	50m	40m

Su soğutmalı VRV sistemi 2 seri olarak kullanılmaktadır.

- Su Soğutmalı VRV Isıtma + Soğutma (Water Cooled Heat Pump): Heat Pump VRV'den farkı, ısınım hava soğutmalı kondenser ile dışarı atılmayıp, su soğutmalı kondenser yolu ile dışarı atılmasıdır.
- Su Soğutmalı VRV Isı Geri Kazanımlı (Water Cooled Heat Recovery): Heat Recovery VRV'den farkı, ısınım hava soğutmalı kondenser ile dışarı atılmayıp, su soğutmalı kondenser yolu ile dışarı atılmasıdır.

Yıllar boyunca VRV sistemleri büyük gelişmeler göstermiştir (Tablo 3.2.).

Tablo 3.2. VRV sistemlerinin gelişimi

		VRV I. Jenerasyon	VRV II. Jenerasyon	VRV III. Jenerasyon
Soğutucu Akışkan		R 22 ve R 407C	R 410A	R 410A (Sistemdeki gaz hacmi I. Jenerasyona göre %40 daha az)
COP	Soğutma	2,67	3,78	4,03
	Isıtma	2,92	4,13	4,27
En büyük Kapasiteli Dış Ünite		10 HP (96.000 Btu/h)	16 HP (153.600 Btu/h)	18 HP (172.800 Btu/h)
Maksimum Sistem Kapasitesi		10 HP (96.000 Btu/h)	16 HP x 3 = 48 HP (460.800 Btu/h)	18 HP x 3 = 54 HP (518.400 Btu/h)
Kapasite Kontrol Aralığı		%15 - %100	%3 - %100	%3 - %100
Maksimum Kot Farkı	Dış Ünite Yukarıda (m)	50	50	90
	Dış Ünite Aşağıda (m)	40	40	90
Toplam Borulama Uzunluğu (m)		-	500	1.000
Eşdeğer Boru Uzunluğu (m)		125	175	190

Tablo 3.2. (Devam)

Gerçek Boru Uzunluğu (m)	100	150	165
İlk Branşmandan Sonraki Maksimum Boru Uzunluğu (m)	40	40	90
Bir Dış Ünite Grubuna Bağlanabilen Maksimum İç Ünite Sayısı	16	40	64
Dış Ünite Ölçüleri (cm) (10HP için)	128x144x69	90x160x76	93x157x76
Otomatik Gaz Şarjı	-	-	Var
Dış Ünite Fan Motoru	Speed controlled AC	Speed controlled AC	Inverter DC
Dış Ünite Ses Seviyesi dB(A)	57	57	45'e kadar (Gece sessiz modunda)
Kondenser Fanı Cihaz Dışı Statik Basıncı (Pa)	50	60	80

3.2. Fan Coil Sistemler

Genel olarak fan coil sistemi; içerisinde ısıtıcı ve soğutucu akışkanın geçtiği serpantin ile mahal arasındaki ısı transferi sonucu mahallin ısıtma ve soğutma yüklerinin alınarak istenilen mahal sıcaklığının sağlanması olarak açıklanabilir.

Fan coil cihazı, diğer adıyla üfleli konvektör veya salon tipi sıcak hava cihazı, kanatlı borulardan serpantini üstte, altta ise hava hareketini sağlayan radyal fan ve filtresi bulunan bir ısıtma, soğutma elemanıdır. Fan coil sistemi; fan coil cihazı, primer hava sistemi ve kanallaması, hava filtresi, egzost sistemi ve kanallaması, üfleme ve emiş menfezleri, otomasyon sistemi, soğutma ve ısıtma suyu dağıtım sistemlerinden oluşur.

Fan tarafından filtreden geçerek emilen hava serpantin yüzeyini yalayarak ortama üflenir. Fan coil üniteleri kasetli veya ksetsiz tip olarak imal edilmekte olup, pencere önüne asma tavan içine veya pencere önünde bir kaşe içine yerleştirilebilmektedir. Çok katlı ofis binaları, oteller, moteller ve hastanelerde kullanılmaktadır.

Fan coil sistemlerinin ana problemi olarak dile getirilebilecek ana konular mahallerdeki taze hava ihtiyaçları karşısında çaresiz kalmaları ve de ses seviyeleridir. Dış ortamla yapılacak kontrolsüz bir fiziksel bağlantı yerine, ihtiyaç duyulan taze havayı merkezi olarak şartlandıran ve mahallere dağıtan bir primer havalandırma sisteminden bahsetmek daha doğru olacaktır.

3.2.1. İki borulu fan coil sistemi

2 borulu fan coilde serpantinden kışın sıcak su (ısıtma amaçlı), yazın ise soğuk su (soğutma amaçlı) geçilir. Kısaca 2 borulu fan coil sistemi mevsime göre ya ısıtır ya da soğutur.

3.2.2. Dört borulu fan coil sistemi

Bu sistemde soğuk su gidiş dönüş ve sıcak su gidiş dönüş olmak üzere 4 boru mevcuttur. Ayrıca drenaj borusu da kullanılmaktadır. Terminal ünitelerde genelde biri ısıtıcı biri de soğutucu olmak üzere 2 ayrı serpantin mevcuttur. Bu sistemde primer taze hava için veya sekonder su devrelerinde zonlama yapmaya gerek kalmamaktadır.

Sistemin özelliği aynı zaman diliminde farklı sıcaklıklar hissedilen bölgelerde dizayn edilen konfor şartlarına ulaşmamızdır. Şöyle ki; bir dış çevre cephe veya zonda ısıtma diğer bir dış çevre cephe veya zonda da soğutma yapmamız mümkün olmaktadır.

Dört borulu fan coil sisteminin avantajları:

- 2 borulu sisteme nazaran çok flexible ve yük değişimlerine ani cevap veren bir sistemdir.
- İşletmesi çok basittir.
- Yaz-kış change-over yapılmasına gerek yoktur.
- Verimliliği fazla, işletme masrafları azdır.

Dört borulu fan-coil sisteminin dezavantajları:

- Yatırım maliyeti yüksektir.

3.3. Değişken Hava Debili Sistemler (VAV)

Binalarda birçok değişik alternatifleri ile enerji ekonomisi ve konfor açısından en fazla kullanılan sistemlerden biridir. VAV, İngilizce Variable Air Volume (Değişken Hava Debili) kelimelerinin kısaltmasıdır. VAV sistemi için şartlandırılmış veya yarı şartlandırılmış hava, klima santralinden sağlanmaktadır. Klima santralleri merkezi veya kat bazında olabilmektedir. Oda sıcaklığının kontrolü, odadaki ihtiyaca göre VAV sistemleri üzerinden yapılmaktadır.

Tam havalı sistemler ofis, okul, üniversite, laboratuvar, hastane, otel, temiz odalar, bilgisayar odaları, hastane ameliyat odaları, araştırma-geliştirme tesislerinde ve endüstriyel ticari tesislerde kullanılmaktadır.

Tam havalı sistemler, iki ana kategoride sınıflanmaktadır:

- Tek kanallı sistemler
- Çift kanallı sistemler

3.3.1. Tek kanallı sistemler

Bu sistemlerde birer adet ısıtma ve soğutma serpantinleri bulunmaktadır. Hava dağıtımını gerçekleştiren bir ana kanal mevcuttur ve hava dağıtımını bu kanal vasıtasıyla yapılır. Bu basit kanal dağıtımında, tüm terminal kutuları aynı sıcaklıktaki hava ile beslenir. Tek kanallı sistemler de kendi aralarında guruplara ayrılır:

- Sabit hava debili sistemler: İklimlendirilen hacimlerin yük değişimlerine, içeriye verdikleri havanın sıcaklığını değiştirmek suretiyle, uyum sağlarlar.
 - a- Tek zonlu sistemler
 - b- Çok zonlu ve tekrar ısıtmalı (Reheat)
 - c- Bypass'lı sistemler

- Değişken hava debili sistemler: DHD sistemi kontrol kutuları vasıtasıyla, daha ziyade hava miktarlarını değiştirerek hitap ettiği hacmin ısıtma, soğutma düzenini sağlar ve dizayn şartlarını korur. Veriş havası genelde sabit sıcaklıkta olup mevsime göre bu sabitlik derecesi değişebilir.

Değişken hava debili sistemler, binanın iç bölümlerine de uygulanabilir. Bu tatbikat ayrı ayrı fanlar ile yapılabildiği gibi müşterek fanlar ile de olabilir. Bu durumda binanın kabuk bölümünde munzam olarak ısıtıcı kullanılabilir. Özellikle dış kabuk bölümünde kullanılan DHD sistemi, solar yüklerin ve dış sıcaklığın değişmesi nedeniyle, verilen hava miktarının değişimi işletmede büyük enerji tasarrufu elde edilmesini sağlar.

DHD sistemlerde, nem kontrolü bir yeterlilik problemidir. Eğer nemlilik, araştırma ve geliştirme laboratuvarlarında olduğu gibi kritik bir etken ise bu takdirde, sabit hava debili sistemleri kullanmakta yarar vardır. Konferans ve toplantı salonlarında, restoranlarda olduğu gibi duyulur ısı oranı düşük ise, kısmi yük durumları için DHD kutuları %50 minimumda kullanılmalı ve tekrar ısıtma düzeni eklenmelidir. Bu suretle hava hareketleri de azalmış olmaktadır.

DHD üniteleri şu şekilde gruplandırılabilir.

a- Tekrar ısıtmalı (Reheat): Bu sistemde terminal kutularında bulunan ısıtıcılar aracılığıyla sistem iç ve dış zonlarda gereğinde ısıtma ve soğutma elde edilebilme esnekliğine sahip olmaktadır. Tekrar ısıtmak DHD sisteminde, kontrol önce havayı kısar, ardından kısılmış havayı ısıtır. Bu durum sabit hava debili ısıtıcı sistemlere göre işletme masrafı fazla gibi görülebilir. Çünkü burada primer hava soğutulmuş bir havadır.

b- İndüksiyon (Induction): Bu sistem, hava miktarları azaltılmaya başlandığı zaman soğutmayı azaltmaya ve sıcaklığı yükseltmeye başlar. Yani tekrar ısıtma serpantinine gerek bırakmadan, hacme sabit miktarda hava verir. Bu düzenek ters anlamda sabit hava debili sistemlerde tarif edilen bypasslı sistemlere benzer.

c- Kendinden Karıştırılmalı Isıtma Sistemi: Terminal ünitesi sabit hava debisinde çalışır. Primer hava, merkezi klima santralinde şartlandırılır. Şartlandırılmış primer havanın hızı terminal ünitesinin ucundaki nozul vasıtasıyla artırılır, odadan dönen indüksiyon havası ile karıştırılarak ortamın taze hava ihtiyacı sağlanır. Terminal ünite bataryası kışın kazandan gelen (90-70°C, 70-65°C) sıcak su ile yazın ise soğutma grubundan veya diğer ısı kaynaklarından gelen (5-10°C 6-11°C) soğuk su ile beslenir.

d- Fan powered (Fanlı kutulu): Bu sistemler havayı paralel veya seri olarak mahale sevk eden DHD sistemleridir.

Paralel akışlı terminalde kutu içindeki fan birincil hava akış yolu dışına konmuştur. Bu nedenle fan kesik olarak çalışabilmektedir. Seri akışlı terminalde fan, birincil hava akımının içine yerleştirilmiştir. Bu şekilde terminalin hitap ettiği hacim devreye girdiğinde fan sürekli çalışır. Seri ve paralel fan-powered sistemlerinin seçilmesinin nedeni, sistemin zonlara iletmediği havanın, yük azalsa dahi, maksimum miktarı muhafaza etmesidir.

e- Çift kanal sistem kombinasyonlu (Dual conduit): Bu sistemde iki adet verici kanal vardır. İlk olarak sabit hacimli sistem faaliyete geçer. Değişen dış şartlara göre, ısı transmisyonundaki değişimleri, yaz ve kış için her iki sistem dengeler. Genellikle sabit debili sistem pik yükleri karşılamak üzere düzenlenmiş olup limitlidir. Bu sistemde ısıtma gereksinimini sabit debili birinci sistem karşılamakta, soğutma etkisini de ikinci (DHD) sistem minimum akışla gidermektedir. İkinci (DHD) sistem soğutma işlemini, yıl boyunca değişken şartlara göre hava debisini değiştirerek sağlamaktadır.

f- Değişken püskürtmeli (Variable diffusers): Bu sistemde difüzörlerin, oda şartlarına göre ayarladıkları hava miktarlarını değiştirmelerine karşın, hava atış hızları sabit kalmaktadır. Düzenek kanaldaki basınca göre çalıştığından, kanal dizaynında bu durum göz önüne alınmalıdır.

DHD Sistemi Avantajları:

- İyi dizayn edildiği takdirde konfor şartlarını sağlayan ve düşük enerji sarfiyatı olan sistemdir.
- Gün boyu değişen soğutma ve ısıtma yüklerine uyumludur.
- Senenin büyük kısmında, %100 taze hava ile çalışıldığından dolayı zonlarda iç hava kalitesi mükemmeldir.
- Flexibilite iç bölümlenmeye uygun, DHD difüzörleri kullanıldığında her türlü bölümlenmeye uygun maksimum flexibilite eldesi sağlar.
- Bina otomasyonu ile birlikte kullanılarak minimum taze hava debileri sağlandığında, minimum enerji harcaması ile iç hava kalitesinin temini, bakım kolaylığı, işletme kolaylığı, istenilen konfor sıcaklıklarının ve ses seviyelerinin temini sağlanabilmektedir.

DHD Sistemi Dezavantajları:

- İlk yatırımı 4-borulu Fan-Coil sistemi ile yaklaşık aynıdır.
- Dumping problemleri vardır.
- Stabilite problemleri vardır.
- DHD sistem teknolojisinin iyi anlaşılammış ve elemanlarının doğru seçilememiş olmasından sorunlar kaynaklanabilmektedir.

3.3.2. Çift kanallı (Dual-Duct) sistemler

Bu sistemler de merkezi bir cihaz ve şartlandırılacak alanlara paralel giden iki adet kanaldan oluşmuştur. Kanalın bir tanesi sıcak hava diğeri ise soğuk hava taşımaktadır. Her zona, içerideki yükün karşılanacağı oranlarda sıcak ve soğuk hava karıştırılarak verilir. Bir çift kanallı sistem tek kanallı DHD sisteme nazaran daha çok enerji sarf eder. Fakat tekrar ısıtma düzeni gibi akışkan boruları, sızıntı tehlikesi bulunan kullanım alanı tavanlarda dolaştırılmaz.

Bu sistemler sabit veya değişken debili olarak dizayn edilebilir.

- Çift kanallı, sabit debili
- Çift kanallı, değişken hava debili

- Çok zonlu, sabit debili
- Çok zonlu, değişken hava debili

3.4. Split Klima Sistemleri

Bu sistemler iki ayrı tipte sunulmaktadır.

- Split klima sistemi
- Kanal tipi split klima sistemi

3.4.1. Split klima sistemi

Bu sistemlerde dış üniteyi oluşturan kompresör ve hava soğutmalı kondenser ünitesi bahçe, teras veya binaların dış cephesinde balkonda veya panjur arkasına gizlenmiş ve benzeri dış ortamlara yerleştirilir. Havayı şartlandırın evaporatör serpantini, havayı dolaştıran fan, filtre, kontrol paneli iç üniteyi oluşturur. İç ünite ile dış ünite, soğutucu akışkan boruları ve elektrik kablosu ile birbirine bağlıdır.

Split klima sistemlerinin duvar, kaset, gizli tavan, yer tipi gibi çeşitli modelleri vardır (şekil 3.4.).



Kaset Tipi



Gizli Tavan Tipi



Duvar Tipi



Yer Tipi

şekil 3.4. Split klima çeşitleri

3.4.2. Kanal tipi split klima sistemi

Kanal tipi iç ünitelere bağlanan hava kanalı sistemi ile şartlandırılan hava farklı hacimlere taşınabilir ve çok noktadan üfleme yapılarak homojen dağılım sağlanır. Kanal tipi iç üniteler bodrum, garaj, tavan arası, asma tavan içi, mutfak veya dolap gibi bölmelere yerleştirilerek gizlenebilir. Dış ünitelerde dış ortama konulduğu gibi, kanal uygulaması yapılarak iç ortama da konulabilir (Şekil 3.5.).

Kanal tipi bir split klima uygulamasında ana elemanlar:

- Dış ünite
- İç ünite
- Kanal sistemi
- Menfezler
- Kontrol elemanları
- Aksesuarlardan oluşur.

Havalandırma yeteneğinin yanında ortamda havanın homojen dağıtılabilmesi, sessizlik, iç ünitenin komşu hacimlere konularak servis işlemlerinin yaşam mahalli dışında gerçekleştirilmesi, yüksek kapasite, uzun ömür, iç dış ünite montaj mesafesinin uzunluğu ve optimum maliyet kanal tipi klimaların diğer önemli avantajlarıdır. Kapasite aralıkları 24.000-140.000Btu/h arasında değişir.

Kanal tipi klimalar, sadece soğuk, sıcak-soğuk (heat pump) veya gazlı ısıtıcı olmak üzere 3 tiptir.



Şekil 3.5. Kanal tipi split klima

BÖLÜM 4. SİSTEM SEÇİMİ KARŞILAŞTIRMA PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Enerji maliyetlerinde ve teknolojide son yıllarda büyük değişimlerin görülmesi enerji tasarrufu, enerjinin verimli kullanılması konularını gündeme getirmiş ve insanların konfor beklentilerini arttırmıştır. Yaşadığımız çevrenin kirlenmesi ve doğal kaynakların hızla tükenmesi enerji ve enerji geri kazanım kavramlarını daha da ön plana çıkarmıştır.

Isıtma, soğutma ve havalandırma (HVAC) sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin az olması, az arıza yapması, sessiz olması, çevreyi kirletmemesi, yakıt tüketiminin az olması, bakım ve işletmesinin kolay ve ucuz olması istenmektedir.

Sistem seçiminde genel kavramların yanı sıra yeni kavramlar da göz önünde bulundurulmalı ve ortam şartlarına uygun olacak şekilde bir hedef belirlenmelidir. Hedefe uygun sistemlerin alternatifleri üzerinde karşılaştırma yapılarak, neticesinde öne çıkan sistem seçilmelidir.

4.1. Performans

4.1.1. Havalandırma yeteneği

İçerisinde fan bulunan sistemlerin havalandırma özelliklerini belirten bir değerdir. Cihaz üzerinde bulunan fanın kapasite ve kademe sayısına göre değişiklik göstermektedir. Kullanıcıların istediği kadar havalandırma ihtiyacını karşılayabilmeleri için ayarlanabilir kademeli fanlar daha çok tercih edilmelidir.

Fanların karakteristik özellikleri sistemlerin kurulumun da önemli bir rol oynamaktadır. Kapasite değeri ve basma yüksekliği değerleri ile havanın

taşınabileceği uzaklık mesafesi ve kanaldan ortama taşınacağı menfezlerin seçimi yapılmaktadır.

Statik ısıtma ve soğutma yapılan sistemlerde genelde havalandırma yeteneği yoktur. (Örneğin; radyatör ve doğal konveksiyonlu yer konvektörleri)

4.1.2. Soğutma konforu

Soğutulmuş hava ortam havasına göre daha ağır olduğu için yukarıdan üflendiğinde en iyi konfor alınmaktadır. Soğuk hava yukarıda toplanan ısıyı alıp, aşağıya doğru çökmektedir. Soğuk havanın ortama bu şekilde girişi doğal sirkülasyona uygun olduğundan hava hızları düşük tutulabilmektedir. Bu nedenle gürültü ve ses seviyeleri de düşük olmaktadır.

Soğutulmuş hava alt kısımlardan ortama verilecek ise yüksek hızlarda üflemek gerekecektir. Yüksek hızlarda hava sesi daha fazla olacak ve hava dağılımı istenilen şartlarda oluşmayacaktır.

Termal konforu etkileyen bir diğer faktör de ortamdaki hava hızıdır. Sıcaklığa bağlı olarak ortamda 0,1m/s hava hızının altında kalınmalıdır. Aksi halde rahatsız edici hava hareketleri oluşabilir.

Soğutma konforunun sağlanabilmesi için ısı kazançlarının en aza indirilmesi gerekmektedir. Isı kazançları arttığında soğutma ihtiyacı da artacak ve ortama üflenecek hava sıcaklığı düşürülecek veya hava miktarı artırılacaktır. Bu durum termal konforu olumsuz etkileyecektir.

4.1.3. Isıtma konforu

Isıtmada ideal konforu sağlayabilmek için ısıtıcı ekipmanın alt kısımlarda olması gerekmektedir. Bu durumda sıcak hava aşağıdan yukarıya doğru hareket eder ve dengeli ısıtma oluşur.

Doğal sirkülasyonla veya düşük fan devirlerinde ısıtma yapıldığı için ses oluşmayacaktır.

Isıtma yukarıdan yapıldığında, sıcak havanın aşağı indirilmesi için doğal sirkülasyondan faydalanamaz. Yüksek fan devirlerinde sıcak hava ancak aşağı indirilebilir ve bu nedenle ses oluşur.

4.1.4. Mevsim geçiş kolaylığı

Mevsim geçişlerinde binalarda hem ısıtma hem de soğutma ihtiyacı olabilmektedir. Aydınlatma, bilgisayar, fotokopi v.b. ısı kaynağı oluşturan cihazlar ısıtma dönemlerinde soğutma ihtiyacı oluşturmaktadır.

Binanın vaziyet, dış cephe ve güneşlenme durumuna göre ısıtma soğutma ihtiyacı değişiklik göstermektedir. Toplantı odaları, seminer salonları v.b. insan yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde soğutma ihtiyacı daimi olabilmektedir.

Sistem seçiminde ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarının aynı anda rahatlıkla karşılayabilecek sistemlerin tercih edilmesi daha uygun olacaktır. Taze havalı sistemlerde dış hava şartları iç ortamı şartlanabilecek duruma sahip olduğunda ilave soğutma gerekmeyecek ve bu sayede enerji ekonomisi sağlanacaktır.

4.1.5. İç hava kalitesi

Yapılarda yalıtım ve kullanılan malzemelerin kaliteleri arttıkça dışarıdan gelen hava sızıntıları azalmış ve iç hava kalitesinin önemi artmıştır. Bina içerisinde bulunan dolap, halı, boya, kitap v.b. eşyalardan ve insanlardan çıkan çeşitli gazlar iç hava kalitesini bozmaktadır.

İç hava kalitesinin istenilen şartlarda olmasını sağlayabilmek için havanın değiştirilmesi ve filtrelenmesi gerekmektedir. Sistem seçiminde taze hava sağlayabilen sistemlerin tercihi daha doğru olacaktır.

İç hava kalitesi ve havalandırma ile ilgili olan konuyu en geniş biçimde ilk ele alan ASHRAE Standart 62-2001 yayınlanmıştır. Bu standartta verilen taze hava miktarları değerlerinden örnekler Tablo 4.1’de verilmiştir [1].

Tablo 4.1. Çeşitli uygulamalar için ASHRAE 62-2001 standardı tarafından tavsiye edilen minimum dış hava miktarları

Uygulama	İnsan Sayısı (kişi/100 m ²)	Havalandırma Miktarı (l/s.Kişi)	Taze Hava Miktarı (l/s.m ²)	Açıklamalar
Lokanta	70	10		
Kafeterya	100	10		
Bar	100	15		
Otel Yatak Odaları			15 l/s.oda	
Ofisler	7	10		Bazı ofis cihazları yerel egzoz gerektirebilir.
Tiyatro Salonları	150	8		
Tiyatro Lobileri	150	10		
Okullar Sınıf	50	8		
Hastane Hasta Odası	10	13		
Ameliyathane	20	15		Özel standartlar hava miktarını ve filtre seçimini etkileyebilir.
Konutlar		7,5		
Konut Banyo		Kesintili 25 l/s Sürekli 10 l/s		
Konut Mutfak		Kesintili 25 l/s Sürekli 10 l/s		

Avrupa’da bu konuda ki standart EN13779 (Ventilation for Buildings-Performance Requirements for Ventilation and Air Conditioning System) isimli bir AB standardıdır. Bu konuda üye ülkelerdeki uygulamalar ve mevcut ulusal standartlar önemli farklılıklar içermektedir. EN13779 bu farklılıkları gözeterek belirli aralıklar ve kademeler tanımlamaktadır. EN13779 bu amaçla iç hava kalitesini dört gruba ayırmaktadır:

- IDA 1: Yüksek iç hava kalitesi,
- IDA 2: Orta iç hava kalitesi
- IDA 4: Kabul edilebilir iç hava kalitesi
- IDA 5: Düşük iç hava kalitesi

olarak sıralanabilir. İç hava kalitesi ve konfordan söz ederken, öncelikle iç hava bölgesi tanımlanmalıdır. Ölçümler ve gerekli koşullar bu bölgede gerçekleştirilmelidir. Özellikle konfor koşulları ancak “yaşam alanı” denilen bölgede garanti altına alınır. Tablo 4.2.’de EN13779 tarafından tanımlanan yaşam alanının boyutları verilmiştir.

Tablo 4.2. EN13779 uyarınca tanımlanan yaşam alanı boyutları

İç Yüzeyinden İtibaren Olan Mesafenin Verildiği Eleman	Tipik Aralıklar	Ön Değer
Döşemeler (alt sınır)	0,00 - 0,20 m	0,05 m
Döşemeler (üst sınır)	1,30 - 2,00 m	1,80 m
Dış Kapılar ve Pencereleler	0,50 - 1,50 m	1,00 m
Radyatörler	0,50 - 1,50 m	1,00 m
Dış Duvarlar	0,15 - 0,75 m	0,50 m
İç Duvarlar	0,15 - 0,75 m	0,50 m

İç hava kalitesinin kategorisinin belirlenebilmesi ve ölçülmesi için dolaylı ve dolaysız 5 yöntem tanımlanmıştır. Dolaysız yöntemler CO2 seviyesinin veya belirli kirleticilerin seviyelerinin ölçülmesine veya algılanan hava kalitesinin sınıflandırılmasına dayanmaktadır. Dolaylı yöntemlerde ise kişi başına veya kullanım alanı başına temin edilen dış hava miktarı, yani havalandırma miktarına bakılmaktadır. Tablo 4.3’de havalandırma miktarına göre iç hava kalitesi kategorilerinin tanımları verilmiştir. Burada belirli aralıklar tanımlanmaktadır. Bu aralıkta hangi değer seçileceği ulusal standartlara bırakılmaktadır. Burada verilen havalandırma miktarları enerji tasarrufu amacıyla bire dönem kısılan havalandırma miktarlarına göre çok yüksektir.

Tablo 4.3. EN 13779'a göre kişi başına taze hava miktarları

EN 13799'a Göre İç Hava Kalitesi Grupları		Sigara İçilmeyen Alanlarda Kişi Başına Dış Hava Miktarı	Sigara İçilen Alanlarda Kişi Başına Dış Hava Miktarı
IDA 1	Yüksek İç Hava Kalitesi	> 54 m ³ /h > 15 l/sn	>109 m ³ /h >30 l/sn
IDA 2	Orta İç Hava Kalitesi	36 - 54 m ³ /h 10 - 15 l/sn	72 - 108 m ³ /h 20 - 30 l/sn
IDA 4	Kabul Edilerek İç Hava Kalitesi	22 - 36 m ³ /h 6 - 10 l/sn	43 - 72 m ³ /h 12 - 20 l/sn
IDA 5	Düşük İç Hava Kalitesi	< 22 m ³ /h < 6 l/sn	< 43 m ³ /h < 12 l/sn

Avrupa Standardına dayanan Türk Standardında (TS) ise havalandırma miktarları bir aralık olarak değil, bu aralık içinde seçilen bir değer olarak verilmiştir. Birkaç değer ise aralığın içinde kalmamaktadır. Türk standardı değerleri Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. TS'ye göre kişi başına taze hava miktarları

TS'ye Göre İç Hava Kalitesi Grupları		Sigara İçilmeyen Alanlarda	Sigara İçilen Alanlarda (% 20)	Sigara İçilen Alanlarda (% 40)
A Sınıfı	Yüksek İç Hava Kalitesi	10 l/sn	20 l/sn	30 l/sn
B Sınıfı	Orta İç Hava Kalitesi	7 l/sn	14 l/sn	21 l/sn
C Sınıfı	Kabul Edilerek İç Hava Kalitesi	4 l/sn	8 l/sn	12 l/sn

Kişi başına taze hava miktarlarının belirlendiği bir tablo olduğu gibi aynı zamanda hacimlerin kullanım şekillerine göre gerekli hava değişim katsayıları Tablo 4.5.'de tanımlanmıştır.

Tablo 4.5. Tavsiye edilen saatteki hava değişim katsayıları

Odanın Özellikleri	Saatteki Hava Değişim Katsayısı	Tavsiye Edilen Havalandırma Yöntemi	Odanın Özellikleri	Saatteki Hava Değişim Katsayısı	Tavsiye Edilen Havalandırma Yöntemi
Toplantı Salonları	4 - 8	Egzoz	Mutfaklar, Domestik	15 - 25	Egzoz
Oditoryumlar	6 - 8	Egzoz ve besleme	Mutfaklar, Ticari	15 - 30	
Pasta, Fırın	20 - 30	Egzoz	Laboratuvarlar	8 - 15	
Banyolar, Domestik	6 - 7	Egzoz	Çamaşırhaneler	10 - 20	Egzoz
Banyolar, Genel	7 - 10	Ön ısıtılmış hava besleme	Kütüphaneler	4 - 5	Egzoz ve besleme
Güzellik Salonları	8 - 12	Egzoz ve besleme	Asansörler	5 - 7	Egzoz
Kafeler	10 - 12	Egzoz	Asansör Makina Odası	10 - 30	
Kumarhaneler	8 - 12	Egzoz ve besleme	Makina Daireleri	10 - 40	
Sinemalar	5 - 8	Egzoz ve besleme	Ofisler	4 - 8	Egzoz ve besleme
Vestiyer	4 - 5	Egzoz	Lokantalar	8 - 12	Egzoz ve besleme
Konferans Salonları	5 - 8	Egzoz ve besleme	Tuvaletler, Domestik	4 - 5	Egzoz
Soyunma Odaları	6 - 8	Egzoz	Tuvaletler, Genel	8 - 15	Egzoz
Boyahaneler	5 - 15	Alev geçirmez, asite dayanıklı	Dershaneler	5 - 7	Egzoz
Motor Odaları	15 - 30	Egzoz, ısıyı hesapla	Dükkanlar	4 - 8	Egzoz
Dökümhaneler	5 - 15	Egzoz, ısıyı hesapla	Duşlar	15 - 25	Egzoz
Garajlar	5 - 7	Egzoz	Süpermarketler	10 - 15	Egzoz ve besleme, zonlamayı kontrol et
Jimnastik Salonları	4 - 6	Egzoz			
Kuaförler	10 - 15	Egzoz	Yüzme Havuzları	10 - 15	Egzoz ve ısıtılmış besleme nemi kontrol et
Hastaneler, Hasta Odaları	6 - 8	Egzoz	Tiyatrolar	5 - 8	Egzoz ve besleme
Hastaneler, Ameliyathaneler	10 - 15	Egzoz ve besleme filtre tipini kontrol et	Kaynak Atölyeleri	20 - 30	Zonlanmış egzoz ekipmanı kontrol et

Binalarda rastlanılan rahatsızlıkların çoğunun nedeni yetersiz havalandırma ve taze havadır. Yeterli taze hava bina içine filtrelenerek alınmalı ve içerdeki hava da

dışarıya atılmalıdır. Bu döngüde ısı geri kazanım cihazlarının kullanılması enerji ekonomisi sağlanmaktadır.

Binalarda tuvalet, mutfak, v.b. koku oluşumu sağlayan hacimlerden dışarıya egzost yapılması, kokunun diğer hacimlere rahatsızlık vermesini önlemiş olacaktır. Koku oluşturabilecek hacimleri negatif diğer hacimleri ise pozitif basınçta tutulması en doğru havalandırma olacaktır.

Genel mekanların pozitif basınçta tutulması için kontrollü hava beslemesi yapılması, kontrolsüz olarak içeri hava ile birlikte toz girişini de engelleyecektir.

4.1.6. Filtrasyon yeteneği ve hijyen

İç ava kalitesinin yükseltilmesi için ortama verilen taze hava, iyi filtrelenmeli ve bu yolla oluşabilecek rahatsızlıkların önüne geçilmelidir.

Fitreler geçirgenlik ve kullanım yerlerine göre sınıflandırılmıştır. Normal filtrelerin kullanımının yanı sıra elektrostatik, ultraviyole, polen, karbon, v.b. gibi özel filtreler de ihtiyaca göre kullanılmaktadır. Tablo 4.6.'da filtrelere ait verim değerleri verilmiştir.

Tablo 4.6. Sınıflarına göre filtre verimleri

Filtre Sınıfı	Ortalama Partikül Yakalama Verimi	Ortalama Filtre Verimi
G2	%72,0 - 77,1	-
G3	%81,0 - 88,1	-
G4	%91,7 - 94,4	-
F5	%96,4 - 99,0	%43,5 - 56,6
F6	%98,2 - > %99,0	%63,0 - 75,0
F7	> %99,0	%82,3 - 86,0
F8	> %99,0	%90,0 - 93,7
F9	> %99,0	%95,0 - 96,0
H10	> %85,0	-
H11	> %95,0	-
H12	> %99,5	-
H13	> %99,95	-
H14	> %99,995	-
U15	> %99,9995	-

Tablo 4.6. (Devam)

U16	> %99,99995	-
U17	> %99,99995	-

Filtrelerin seçimine özen gösterilmeli ve yeterli miktarda seçilmelidir. Doğru seçilmediği takdirde, gereksiz direnç kaynağı ve dolayısı ile kapasite düşüm nedeni olduğu unutulmamalıdır. Filtreler periyodik olarak temizlenmeli, kontrol edilmeli ve değiştirilmelidir. Tablo 4.7.'de klima santrali içinde kullanılan filtrelerin kullanım alanlarına göre sınıflandırmaları verilmiştir.

Tablo 4.7. Filtre uygulama alanları

Uygulama Alanları	Ön Filtre		Ana Filtre		Son Filtre	Not
Depolar, mağazalar, üretim alanları, mekanik odalar, elektrik kontrol odaları ve ısıtma/soğutma bataryalarını korumak için	-	-	%50 - 85 partikül yakalama verimi	Panel ve/veya torba tip filtre		Büyük ölçekli partiküllerin cihaz içine tutunması engellemeli ve bataryalar toza karşı korunmalıdır.
Özel üretim alanları, boyahaneler, genel amaçlı ofisler, genel laboratuvarlar, havalimanları, otogarlar	-	-	%75 - 90 partikül yakalama verimi	Torba tip ve/veya aktif karbon ve/veya elektrostatik filtre	-	Bu tür filtrasyon ile ortalama ev temizliği değerlerine ulaşılmaktadır. %35 toz lekese verimine sahip filtre ile havadaki polenlerin %85'i, %60 toz lekese sahip filtre ile tamamı temizlenir. Ayrıca, is ve duman üzerinde de bir miktar etkilidir.
			%35 - 60 toz lekese verimi			
	%25 - 40 toz lekese verimi	%80 - 85 toz lekese verimi				
Hastaneler, ilaç endüstrisi Ar - Ge bölümleri ve aseptik olmayan üretim alanları, yarı - temiz odalar	-	-	%98 partikül yakalama verimi	Torba tip ve/veya aktif karbon ve/veya elektrostatik filtre	> %95 partikül yakalama verimli atılabilir torba filtre	Bu tür filtrasyon ile en iyie temizliği değerlerine ulaşılmaktadır. Cihaz içerisinde toz birikmesi olmaz. Havadaki is ve benzeri kirliliğe karşı efektif bir direnç gösterilir, ayrıca, bakterilere karşı da yüksek verimli filtrasyon yapılır.
			%80 - 85 toz lekese verimi			

Tablo 4.7. (Devam)

ilaç teknolojisi aseptik üretim alanları, film ve elektronik üretimi yapılan alanlar, radyoaktif alanlar	%75 - 85 partikül yakalama verimi	Torba tip ve / veya aktif karbon filtre	%98 partikül yakalama verimi	Torba tip ve/veya aktif karbon ve/veya elektrostatik filtre	> %99,97 partikül yakalama verimli atılabilir torba filtre	Mahal bakterilere, radyoaktif tozlara, toksit tozlara, dumana ve zehirli gazlara karşı korunmuş olur.
--	-----------------------------------	---	------------------------------	---	--	---

4.1.7. Basınçlandırma

Rüzgar etkisine bağlı olarak binaların pencere ve kapı doğramalarından olan sızıntı ile hava ve beraberinde toz girmektedir. İç ortama dışarıdan kontrolsüz olarak giren bu havanın önüne geçebilmek için ortamın pozitif basınçta tutulması gerekmektedir. Taze hava besleyebilen sistemler ile dış hava filtrelenerek kontrollü bir şekilde bina içerisine verilmektedir.

Kontrolsüz giren toz;

- İç hava kalitesinin bozulması,
- Daha sık temizlik yapılması,
- Elektronik eşyaların daha fazla arıza yapması ve ömürlerinin azalmasına yol açmaktadır.

Ayrıca binalardaki merdiven boşlukları, doğal baca etkisi oluşturduğu için katlar arasında ısı transferi oluşumunu sağlamaktadır. Katlar arasında oluşan bu geçişte koku ve nem transferi de gerçekleşebilir.

Kullanılmayan merdivenlerde bu etki oluşmamaktadır. Fakat gün içerisinde aktif veya pasif olarak kullanılan merdivenlerde katlar arası hava transferi gerçekleşebilir.

Gün içerisinde kullanılan merdiven boşluğuna taze hava verilmesi baca etkisini önleyecektir. Taze hava beslemesi sayesinde koku, ısı ve nem transferi önlenip bina içinde istenilen ısı denge sağlanacaktır.

Basınçlandırmada kullanılacak taze hava, dış hava ile iç ortam havasının farklı olduğu zamanlarda şartlandırılmalıdır [3].

4.1.8. Nem alma ve nemlendirme

Yaz aylarında aşırı nem insanları yüksek sıcaklıktan daha fazla rahatsız etmektedir. Nem oranının yüksek olduğu yerlerde (özellikle deniz kenarlarında) fazla nemin ortamdaki alınması gerekmektedir.

Hava içindeki fazla nemin alınması, soğutucu yüzeylerden geçen havanın yoğuşturulması ile sağlanmaktadır. Bu işlem esnasında enerji harcanmakta olduğu için yaz aylarında soğutma yapılan yerlerde, su buharı oluşturan hacimlerden (mutfak, çay ocağı, v.b.) egzost yapılması gerekmektedir.

Özellikle karasal iklimlerde dış havanın sıcaklığı, hem de nem oranı düşük olduğu için nemlendirme yapılması gerekebilmektedir.

Nemlendirme işletme maliyeti çok fazla olan bir sistem olduğu için dış havadaki nem oranı yüksek ve dış hava sıcaklığı yıl içinde kısa sürelerde düşük olan bölgelerde genellikle kullanılmamaktadır.

Binalarda nem kontrolü konfor açısından önemlidir. Nemin %30-35'in altında olmamalı, üst sınır olarak ta %70'i de aşmamalıdır.

Nem alma prosesi havanın önce soğutulması, bu esnada içindeki su miktarının azaltılması, sonra ısıtılarak bağıl neminin düşürülmesinden sonra ortama verilmesi ile sağlanmaktadır. Bu nedenle split cihazlarda nem alma kısmi olarak gerçekleştirilmektedir. Hassas nem kontrolü gerektiren uygulamalarda buna uygun sistemler tercih edilmelidir.

4.1.9. Gürültü – ses

İklimlendirme sistemlerinde cihazların oluşturduğu mekanik ses ile birlikte hava sesi ön plana çıkmaktadır.

Mekanik sesin istenilen seviyede olabilmesi için;

- Cihaz kapasitesi doğru seçilmeli,
- Kaliteli ürün kullanılmalı,
- Periyodik bakım düzenli olarak yapılmalıdır.

Hava sesinin önlenmesi için;

- Projelendirmenin doğru yapılması
- Uygulamanın doğru yapılması
- Akustik ve titreşim yalıtımlarının yapılması gereklidir.

Ses ve gürültünün duyulmasını engellemek için cihazların konulacağı yerlerin bina yerleşimine göre en uygun yer seçimi, ayrıca mekanik odalarda çeşitli ses yalıtımları yapılmalıdır.

4.1.10. Aşırı işletme şartlarına uygunluk

Dış hava sıcaklığının çok düşük ve aşırı yüksek olduğu zamanlarda, zor ve uzun süreli işletme şartlarında sistemlerin performansındaki değişimler, sistemleri aşırı işletme şartlarına uygunluğunu belirler.

COP (coefficient of performance) ısıtma modunda, EER (energy efficiency ratio) soğutma modunda 1 KW elektrik enerjisi ile ne kadar güç alındığını ifade eden cihazların enerji etiketlerini belirleyen değerlerdir.

Bu sayıların yüksek olması cihazların o kadar verimli olduğunu göstermektedir. Aşırı işletme şartlarında cihazlarda COP ve EER değerlerinin düşmesi iç ortam şartlarının istenilen seviyelerde tutulmasını engellemektedir. Bu nedenle sistemlerin seçiminde bulunulan yerin özelliklerine ve cihazların kalitelerine dikkat etmek gerekmektedir.

Yüksek kaliteli sistemlerin kullanımında kötü sonuçların alınmaması için sistem seçim ve uygulanmaları doğru yapılmalıdır.

4.2. İşletme Maliyeti

4.2.1. Enerji maliyeti

Enerji maliyeti sistem seçiminde en önemli kriterlerden biridir. Günümüzde artan yakıt fiyatları enerji maliyetlerini daha önemli kılmaktadır.

Enerji maliyetinin çıkarılması için mekanik cihazların harcadığı elektrik, gaz vb. yıllık yakıt tüketiminin hesaplanması gerekmektedir.

Yıllık yakıt tüketiminin azaltılabilmesi için;

- Free – cooling (dış hava ile doğrudan soğutma yapılması) ve cool – down (gece havalandırması) avantajlarının en kullanılabileceği sistemlerin seçilmesi,
- Kat, zon, oda veya zaman bazında sistemin bağımsız kullanılabilme yeteneğinin olması,
- Yapıların yalıtımlarının çok iyi olması,
- Doğal aydınlatmadan yararlanılması,
- Kaliteli ve ısı geri kazanımlı cihazlar kullanılmalıdır.

4.2.2. Yıllık verim

Cihazların üzerinde yazılı verim değerlerini yıllık enerji tüketiminden doğrulamak gerekmektedir. Belirtilen verimin gerçekte elde edilmesi sistemi mükemmel kılacaktır.

4.2.3. İşletme durumu

Sistemi işletmek için teknik kadro veya uzman olmayan kişi tercihi işletme durumunu belirlemektedir.

Sistemin işletilmesinde teknik kadro gereksiminin olması işletme maliyetini etkilemektedir. Yetkili servis denetiminde herhangi bir kişinin sistemi işletebilmesi bu maliyeti düşürecektir.

Sistem seçiminde, sistemin büyüklüğüne göre teknik kadro ihtiyacı gerekse bile, orta veya küçük sistemlerde bu ihtiyaca gerek kalmayabilir.

4.2.4. Ön soğutma

Ön Soğutma, binalarda yaz aylarında gece dış hava sıcaklığının düşük olduğu saatlerde yüzde yüz dış hava ile çalışabilen cihazların sadece fanları çalıştırılarak içeriye serin hava alınabilmesidir. Bu özellik sayesinde;

- Bina artı basınçta tutulur,
- Bina içerisindeki eşyalardan çıkan gazlar dışarıya atılır, çok temiz bir hava oluşur.
- Bina içinde birikmiş olan ısı dışarıya atılır,
- Bina içerisindeki havanın ve yüzeylerin sıcaklığı düşürüldüğü için soğutma kompresörleri daha geç devreye girer.

Ön soğutma yapılabilmesi ile sistemlerde enerji tasarrufu sağlanmaktadır. İşletme maliyetinde ön soğutma yapıldığı da çalışan fanların enerji maliyetleri de hesaba katılmalıdır.

4.2.5. Kış aylarında soğutma

Kış aylarında soğutma yapılması işletme maliyetini artırmaktadır.

Sistem kışın soğutma için çalışıyorsa;

- Ofis binalarının orta kısımlarında, toplantı ve seminer salonlarında kış aylarında da soğutma ihtiyacı vardır.
- Tam havalı sistemlerde ön soğutma ile kış aylarında soğutma yapılabilir.
- Kışın soğutma yapılması enerji tüketimini arttırmaktadır.
- Kışın soğutma yapılabilmesi için cihazların özelliklerinin uygun olması veya yeterli özelliğe gelebilmesi için ilave ekipmanlar takılması gereklidir.

Sistem kışın ısıtma için çalışıyorsa (Heat-Pump sistemler soğuk günlerde ısıtma için çalışıyorsa);

- Dış hava sıcaklığı yaklaşık 5 °C ve altında ise dış ünite karlanma başlayacaktır.
- Soğuk günlerde ve kar yağdığında ise dış ünitelerin serpantin yüzeylerinde aşırı karlanma olabilir.

Dış ünitelerde karlanma olduğunda bina ısıtması durdurulup dış ünite serpantini ısıtılacaktır (Defrost işlemi). Bu sıradaki enerji sarfiyatı boşa gitmiş olacaktır. Defrost işlemi sırasında bina içinde çalışan iç ünitelerin kapasiteleri düşecek ve sistemde var ise elektrikli ısıtıcılar devreye girecektir. Elektrikli ısıtıcılar Heat - Pump sistemine göre birim enerji başına yaklaşık 3 kat daha fazla elektrik enerjisi kullanacaktır.

4.2.6. Isı geri kazanım

Isı geri kazanımı, iklimlendirme sistemlerinde kullanılan enerjinin boşa sarfedilen kısımlarından faydalanabilmesidir. Bu sayede enerji sarfiyatı azaltılabilir ve gelecek için yeterli enerji kaynaklarını kalması sağlanabilmektedir.

Isı geri kazanım;

- Gaz yakıtlı kazanlarda yoğuşmalı kazan kullanılması,
- Sıvı ve katı yakıtlı kazanlarda ekonomizör kullanılması,
- Havalandırma sistemlerinde taze hava ve egzost havasının eşanjörden geçirilmesi,

sayesinde yapılabilir.

Isı geri kazanım cihazlarının kullanımının artırılması için çeşitli teşvikler verilmeli ve tüketiciler bu konularda bilinçlendirilmelidir [4].

4.2.7. Esnek çalışma saatleri

Binalarda normal mesai saatleri dışında gece, haftasonu, tatil günleri vb. günlerde sistemlerin istenilen kapasitede çalıştırılıbilmesi işletme maliyetlerinde önemli tasarruf sağlayabilmektedir.

Esnek saatlerde tüm sistemin çalıştırılması veya teknik personel tarafından çalıştırılan sistemlerin olması dezavantaj sağlayacaktır.

Sistemlerin kat, zone veya oda bazında çalıştırılması esnek çalışma saatlerinde tüm sistemin çalışmasını engellemiş olacak ve enerji tasarrufu sağlamış olacaktır.

4.2.8. Kapasite kontrol imkanı

Binalarda kullanılan sistemlerin ısıtma ve çalışma kapasitelerinin kontrol edilebilmesi ihtiyaca göre çalıştırılabilmesi, sistemleri öncelikli yapan özelliklerden birisidir.

Büyük sistemlerin bölünebilmesi ve ihtiyaca göre çalışabilmesi gerekmektedir. Bu sayede enerji tasarrufu elde edilebilir.

4.2.9. Isıtmada kullanılan yakıt, enerji cinsi

Isıtmada kullanılan enerjinin cinsi belirlenmeli ve yıllık ortalama maliyeti araştırılmalıdır.

- Doğalgaz
- LPG
- Fuel-Oil
- Motorin
- Kömür
- Elektrik

Isıtmada kullanılacak bu yakıtların seçiminde yerel avantaj ve dezavantajlarının yanısıra temin edilebilme özelliğide göz önünde bulundurulmalıdır.

Statik ısıtmada kullanılacak yakıt cinsinin belirlenmesinin yanısıra sistemin enerji geri kazanımının olmasına da dikkat edilmelidir.

Heat-Pump sistemlerde ısıtma yapılacak ise COP değerleri yüksek sistemlerin seçmek daha doğru olacaktır.

Kapasite kontrollü kompresörlerin (inverter) bulunduğu sistemlerin seçimi enerji ekonomisi yönünden daha avantajlıdır.

Dış hava sıcaklığının düşük olduğu yerlerde gerektiğinde elektrik veya sulu sistemler ile ısıtmaya takviye yapılabilir.

4.3. Sistem İlk Yatırım Maliyeti

4.3.1. Sistemin ilk yatırım maliyeti

İklimlendirme sistem seçiminde en önemli özellik sistemin ilk yatırım maliyetidir. Genellikle sistemin kurulacağı bina sahiplerinin karar evrdiği bu kriter, bazı zamanlarda diğer parametrelerin hepsini geçersiz kılmaktadır.

Sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin karşılaştırılması toplam tutar üzerinden ya metrekere bazında yapılmaktadır.

İlk yatırım maliyetlerinin;

- Sistemde kullanılacak cihazlar,
- Hava kanalları, menfezler, damperler
- Borular, yalıtım, boya vs.
- Sistemin çalışabilmesi için gerekli olan elektrik tesisat, panolar vs.

gibi malzeme bedelleri ve ayrıca işçilik bedelleri toplamı sistemin ilk yatırım maliyetini oluşturmaktadır. Bu maliyeti ayrıca sistemi kuracak firmanın genel gideri de eklenmektedir.

4.3.2. Ayrıca ısıtma sistemine ihtiyacı

İklimlendirme sistemleri seçiminde önemli konulardan biride sıcak su vb. ihtiyaçlardır. Sıcak su ihtiyaçları statik ısıtma olacak yerlerde kazan tarafında karşılanabilmektedir.

Güneş enerjisi ile sıcak su hazırlama sistemleri kurulmaktadır. Güneş enerji sistemleri ayrıca ısıtmayada destek verebilmektedir. Sistem içeriğinde sıcak su hazırlamaya imkan olmayan sistemler için ilave olarak sıcak su hazırlama kazanı ihtiyacı olmaktadır.

4.3.3. Ekonomik ömür

İklimlendirme sistemlerinin ömürleri de ilk yatırım maliyeti hesaplanmasında dikkate alınmalıdır. Sistemin ekonomik ömrünün uzun olmasını sağlamak için;

- Ömrünü kısaltılabilecek faktörlerin azaltılması, proje ve uygulama safhasında sistem ömürlerinin uzun olması için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Sistem içeriğinde kullanılan cihazlar kaliteli olmalıdır.

4.3.4. Tesisat için ayrılan alanlar

İklimlendirme sisteminin elemanlarının bina içi ve dışarısında kaybettirdiği alan ve hacimlerin ilave maliyeti hesaplanmalıdır.

Tesisat için gerekli olan şaftların yer kaybı, inşaata ilave maliyeti, daha sonraki yıllarda değişimlerin ve bakımların yapılabilmesine uygun kapı, kapak, komple sökülebilir kaplama elemanlarının maliyeti de eklenmelidir.

4.4. Servis – Bakım – Onarım

4.4.1. Filtre sayısı, temizleme sıklığı ve kolaylığı

Tam havalı sistemlerde; (vav, kanallı split klima sistem vb.) filtre sadece klima santrallerinde kullanılır.

- Filtre sayısı azdır.
- Cihazlar mekanik odalardadır.
- Filtre temizliği kolaydır.

Primer havalı sistemlerde (fan coil, split, VRV, su kaynaklı ısı pompası vb. sistemlerden) ise;

- Klima santrallerinde yalnız taze havayı çok iyi filtre etmek mümkündür.
- Kullanılan hacimlerdeki cihazların (split, fan coil vb.) üzerindeki filtrelerin kapasitesi sınırlıdır ve yaşam mahali içindedir.
- Çok sayıdaki cihazların (split, fan coil vb.) filtrelerine temizlik ve servis işlemi fazla zaman alır.

4.4.2. Çalışma ortamlarında servis gereksinimi

Binalarda çalışma ortamlarına servisin girmesi çalışan personeli az da olsa rahatsız edebilir. Servisin çalışması sırasında istemeden de olsa ses ve kirletici unsurlar olabilmektedir.

Cihaz arızaları, filtre temizliği, otomatik kontrol bakımı, v.b. nedenlerle hem servis, hem de servis sonrasında ek maliyetler oluşabilir.

Sistemdeki cihaz sayısı servis gereksinimi ve sayısını etkilemektedir. Asma tavan içinde bulunan borulardan veya yoğuşma tavalardan oluşabilecek su damlatma riski sorunları arttırabilir.

4.4.3. Servis bakım sıklığı

Sistemde bulunan cihazların kalitesi, tipi, içerisindeki mekanik ekipman sayısı, kullanım süresi servis bakım sıklığını belirleyen faktörlerdir.

Cihazların ulaşılabilir yerlerde olması, yeterli servis boşluklarının bırakılmış olması v.b. etkenler servis kalite ve zamanı ile birlikte arıza riskini de etkilemektedir.

4.4.4. Asma tavan içinde su kaçağı riski

Asma tavan içerisinden geçen su borularının daha sonraki yıllarda delinme ve su kaçırma riski her zaman için vardır. Amlatan veya akıtan su boruları, altındaki ve etrefindeki mobilya ve eşyaları kullanılmaz duruma getirebilir.

Asma tavan içinden geçmesi gereken borular varsa, sökülebilir tavan içinden kolay ulaşılabilir yerlerden koridor vb. yerlerin tavan arasına döşenmelidir.

4.4.5. Servis, bakım, onarım maliyeti

Cihazların işletmeye alındıktan sonraki bir yıl ve beş yıl içerisinde hangi yedek parçalara ihtiyacı olabileceği sorulmalıdır. Tavsiye edilen yedek parça listesi fiyatlandırılmış olarak istenmelidir.

İşletme personeli maliyeti;

- Sistem işletmek için gerekli mühendis sayısı
- Sistemi işletmek ve bakım onarım için gerekli teknisyen sayısı
- Dışarıdan gelecek uzman teknisyen ihtiyacı

belirlenip, yıllık brüt maliyeti hesaplanmalıdır. Sistemdeki toplam cihaz sayısı da servis, bakım ve onarım maliyetini önemli ölçüde etkilemektedir.

4.4.6. Yedekleme yeteneği

Arıza olduğunda sistemin küçük bir bölümünün veya tümünün etkilenmesi yedekleme ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Sistemde arıza yapabilecek cihazların yedeklenmesi devamlılık için önemlidir.

4.4.7. Genişleyebilme

İhtiyaçların artması halinde ilave cihaz veya cihazların kullanılması ile kapasite arttırımının yapılabilmesi sistemin genişleyebilme özelliğini belirleyebilmektedir.

4.5. Mimari

4.5.1. Asma tavan içinde net yükseklik ihtiyacı

- Toplam ihtiyaçlar dikkate alınarak tarif edilmelidir.
 - a- Cihazlar,
 - b- Hava kanalları ve izolasyon kalınlığı,
 - c- Isıma – soğutma, drenaj boruları, boru eğimleri ve izolasyon kalınlıkları (varsa),
 - d- Yangın, sprinkler vb boruları ve ekipmanları,
 - e- Elektrik kablo ve tesisatı, lambalar vb
 - f- Duman tahliyesi için sisteme ilave olarak hava kanalı vb tüm ihtiyaçlar ve kesişme noktaları dikkate alınarak, asma tavan içinde gerekli olan Net yükseklik ihtiyacı belirlenmelidir.

- Mimaride yeterli şaft boşlukları, asma tavan yükseklikleri, mekanik hacimlerin alan ve yükseklikleri ile ilgili şartlar sağlanamıyorsa;
 - a- Yüksek hava hızları nedeni ile oluşabilecek ses,
 - b- Performans kayıpları,
 - c- Fazla enerji tüketimi,
 - d- Servis ve bakımın daha zor yapılabileceği,

e- Tavanda müdahale kapaklarına ihtiyaç olacaktır. Bu müdahale kapaklarının boyutları cihaz boyutlarından büyük olmalıdır ki, teknisyen servisi de yapabilsin. Kapak detay bu anlamda dekorasyonu zorlaştırmaktadır.

f- Maliyetlerin artacağı hatırlatılmalı ve alternatif sistemler üzerinde tekrar görüşülmelidir.

- Asma tavan içinde en az yükseklik gerektiren sistem, mekanı kullanan kişilere avantaj sağlar. Oda yüksekliğinin daha fazla olması, konfor ve ferahlık hissi verecektir.

500m² ve üstü kat alanına sahip ofis binalarında gerekli asma tavan içi yükseklikler Tablo 4.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Klima sistemlerine göre bırakılması gereken asma tavan içi yükseklikleri

Sistem	Asma Tavan İçinde Gerekli Yükseklik (mm)
Soğuk Tavan + Taze Hava Besleme + Egzoz	500
VAV Tek Kanallı	400 - 500
Tavan Tipi Fan Coil	500
Su Kaynaklı Isı Pompası + Taze Hava + Egzoz	550
Çift Kanallı Sistemler	600
Amerikan Sistem Klima	350 - 400

4.5.2. Bina cepesinde yer ihtiyacı

Klasik yapılarda, binanın dış cephesi klima uygulamalarından çok etkilenir;

Kondenser için; hava soğutmalı kondenserler bina içine yerleştiriliyorsa kondenser havasının dış ortama atılması ve kondenserin soğuması için dış ortam havasının alınması gerekir. By-pass'a dikkat edilmelidir. Bunun için bina cepesinde belirgin şekilde panjurlara ihtiyaç duyulur. Hava soğutmalı olmayan sistemlerde buna ihtiyaç yoktur.

Kat havalandırması için; yaşam mahallerinin şartlandırılmasında havalandırma çok önemlidir. Havalandırma; taze hava almak ve egzoz yapmak şeklinde olur. Bunun için bina cephesinde taze hava ve egzoz menfezleri için yer ayrılması gerekir. Şaftlardan kanallar yardımıyla taze hava ve egzoz kanalları çekilerek bina cephesinde yer işgali engellenebilir.

4.5.3. Döşemede yer ihtiyacı

- Sistem elemanlarının;

a- Normal katlarda,

b- Makina dairelerinde,

c- Bina dışında,

Kaybettirdiği alan ve her birinin ilave maliyeti hesaplamalıdır.

- Bazı durumlarda alan kaybının inşaat ve arsa maliyetleri dışında da ilave bedeli olabilir.

- Kazan dairelerinde;

a- Serbest hava girişi sağlanmalıdır. Kazan dairelerinde klima santrali, aspiratör vb cihazlar ile ısıtma kazanları aynı hacmin içinde planlanmamalıdır.

b- Klima santrali hücreleri arasında veya hava kanallarından içeriye ve dışarıya hava kaçakları sonucunda vakum oluşabilir. Yada ortamdaki hava basıncı fanların çalışma ve durma süreleri içinde değişir. Bu ortamdaki brülörlerin fanlarının kazana bastıkları hava miktarları değişir ve yanma miktarları bozulur.

c- Kazan dairesi için doğal havalandırma (serbest hava giriş ve çıkış imkanı) yoksa kazan dairelerine fan ile hava verilmeli ve serbest hava çıkış bacası mutlaka yapılmalıdır.

d- Mekanik havalandırma yapılan kazan dairelerinde ex-proof fanlar kullanılmalıdır.

Farklı klima sistemlerinin yerleşiminde, toplam alanın yüzdesi olarak teknik hacim ihtiyaçları yaklaşık olarak Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Sistemlere göre binadaki yer kayıpları

Sistem	Yer Kaybı
Isı Kazanımlı Üniteler + Primer Hava	% 5
Çevre İndüksiyon	% 5
Fan Coil + Primer Hava	% 5
Soğuk Tavan + Primer Hava	% 5
Tek Kanallı Tam Havalı Sistemler	% 7
Çift Kanallı Tam Havalı Sistemler	% 8
Perimetre Isıtımlı VAV Sistemi	% 7
Amerikan Sistem	% 2 - 4
Değişken Soğutucu Akışkan Debili Sistemler	% 3

4.5.4. Şaft gereksinimi

Tesisat şaftlarının yer kaybı, statik yapıyı zedeleme riski, deprem yönetmeliği şartlarına uygunluğunun sağlanması, daha sonraki yıllarda boru vs değişimlerinin yapılabilmesine uygun sökülebilir kaplama detaylarının çözümleri ve maliyet hesapları yapılmalıdır.

Tesisat şaftlarının yangında baca etkisi yapmaması için gerekli önlemler dikkate alınmalıdır.

Tesisat şaftının tasarımı yapılırken, hava kanallarının giriş çıkışı için şaftın iki yanında komple açılabilir kapıları bırakılmalıdır. Şaftlarda çalışma esnasında can güvenliğini sağlayacak platformlar ve korkuluklar yapılmalıdır.

4.5.5. Teraslarda veya bina dışında ve bina cephesinde yer ihtiyacı

- Terasta veya bina dışında yer ihtiyacı var mı varsa ne kadar?
- Terastaki cihaz veya cihazlar çalıştığında oluşacak ses (gürültü), yakındaki binalarda ve cihazın olduğu binadaki insanlara rahatsızlık verir mi?
- Çatıdaki veya bina dışındaki cihazlarda:
 - a- Donmaya karşı önlemlerin alınması
 - b- Hayvanların zarar vermesi sonucunda oluşabilecek hasarların, vb risklerin önlenmesi,
 - c- Otomatik kontrol elemanları, MCC (Motor Control Centers) güç kumanda panoları vb cihazları yağmurdan koruma önlemleri ve detayları belirlenmelidir.
 - d- Güneşin UV ışınlarına dayanıklı cihazlar kullanılmalı veya önlem alınmalıdır.
- Bina çevresine mümkünse yüksekliği fazla olan ve kışın yapraklarını döken tip ağaçlar dikilmelidir. Yaz aylarında ağaçların gölgeleme etkisinde yararlanılacağı gibi, ayrıca yapraklarının (evaporatif) soğutma etkisi bina dış çevresindeki sıcaklığı azaltacaktır.
- Gelecekte binaların cephelerinde, güneşin çok etkin olduğu saatlerde güneş ışınlarını kesecek otomatik jaluzi vb önlemlerin yaygınlaşacağını düşünüyoruz. Ancak güneş ışınlarına binayı sürekli kapatmak anlamında bir uygulama da yapılmamalıdır. Çünkü güneş ışınları kışın ısıtma ihtiyacına yardımcı olduğu gibi, aynı zamanda sağlıklı yaşamın en önemli gereksinimlerinden biridir.

4.6. Uygulama

4.6.1. Enerji tüketiminin ölçülebilmesi ve paylaşımı

Binanın farklı kişi veya kurumlara satılması veya kiralanması halinde;

- Herkesin kullandığı enerji miktarının ölçülebilmesi giderlerin paylaşımını kolaylaştıracaktır.

- Her kullanıcı için farklı cihazlar kullanılarak, sistemlerin tamamen ayrılması çok daha iyi bir çözüm olabilir.

- Ortak ısıtma giderlerinin paylaşımını daha kolay yapılabildiği halde ortak soğurma giderlerinin paylaşımında çok daha büyük sorunlar yaşanmaktadır. Bu nedenle farklı kişi veya kurumların kullandığı binalarda soğutma sistemleri mümkün olduğunca bağımsız planlanmalıdır.

- Lüks apartman dairelerinin olduğu konutlarda ise merkez soğutma sistemlerin giderlerinin paylaşımında daha büyük sorunlar yaşanmaktadır.

a- Yaz aylarında yazlık evlerine gidenler ve yıllık tatilini şehir dışında kullananlar nedeniyle, bu tip apartmanların soğutma mevsimlerinde doluluk oranı %50'nin altında kalmaktadır.

b- Apartmanda kalanların ise, bir bölümü soğutma ihtiyacının fazla olduğu gündüz saatlerinde işte veya ev dışında olduğu için gereksiz tüketimler oluşmaktadır.

c- Kullanılan kapasite %30 (hatta %10'lara) düştüğünde verimsiz çalışan merkezi sistemlerin aşırı enerji tüketimi, kullanıcı bazında tüketimin ölçülebildiği yerlerde bile yüksek işletme maliyetleri nedeniyle genellikle sorunlara neden olmaktadır.

- Özellikle tamamı kullanılmayan, kısmen kiralanmış veya satılmış binalardaki merkezi sistemlerin enerji maliyetlerinin paylaşımında ciddi sorunlar oluşmaktadır.

4.6.2. Bölgenin iklim koşulları

- Sistemin yıl içerisindeki;
 - a- Isıtma
 - b- Soğutma
 - c- Dış hava miktarı artırılarak (%100 'e kadar) soğutma (free – cooling) içinde çalışma süreleri, sistem tercihinin çok önemli kriterleridir.

- Binanın tipi, kullanma amacı ve bulunduğu bölgenin iklim koşulları sistemin ısıtma ve soğutma sezonundaki çalışma süresini belirler.

- Erzurum'daki bir yapıda yukarıdan ısıtma, Antalya'daki bir yapıda ise aşağıdan soğutma yapılması konforu olumsuz etkiler. Bu nedenle Erzurum'daki ısıtma öncelikli (pencere altından ısıtma) , Antalya'da ise soğutma öncelikli (soğutulmuş tavanın yukarıdan verilmesi) sistem avantajıdır. İstanbul'da da konfor yapılarında ısıtma süresi 6 aydan fazladır ve ısıtma öncelikli sistemler avantajlıdır.

- Sonuç olarak ısıtmayı pencere altından, soğutmayı ise; yukarıdan yaparak ve olabildiği kadar free - cooling (dış hava oranını artırarak soğutma) avantajını kullanmak, ideal konfor ve ekonomi sağlar.

- Aşırı nemli bölgeler (Adana gibi) veya aşırı kuru yaz iklim şartları olan (Diyarbakır gibi) bölgeler için ise, dış hava sıcaklık faktörü ile birlikte dış havanın nemi de dikkate alınmalıdır.

- Aşırı soğuk bölgelerde;
 - a- Dış hava girişindeki damperler üzerinde elektrikli ısıtıcılar olmalı,
 - b- %100 taze hava almak yerine mümkünse karışım havası kullanılması tercih edilmelidir.

c- Klima santralleri taze hava girişinde ısı geri kazanım ünitesi (12 ay görev yapacak) monte edilmelidir. Moskova 'da tüm klima santrallerinde bu sistemin kullanılması zorunludur. Aksi halde klima santrali girişinde buzlanma olur.

d- Sulu ısıtıcıdan önce elektrikli ısıtıcılar kullanılabilir.

e- Isıtma devresinde sistemin kullanılmadığı (Gece, tatil günleri vb) sürelerde de su sirkülasyonu sıcaklık kontrolü devam etmeli,

f- Dış hava panjurlarında ısıtıcı olmalı ve damperler kapalı iken sızdırmazlık sağlanmalıdır.

g- Filtrenin donmasını veya kar ile bloke olmasını önlemek için, filtrenin önüne düz boru tipi donma koruma serpantini (kanatlı serpantinler filtreden önce monte edilirse pislikle tıkanabilir) konmalıdır.

h- Otomatik kontrol ve bina otomasyon sistemleri donma riskini oluşturmayacak özelliklere sahip olmalıdır (Donma, Filtreleme, entalpi vb kontroller).

- Aşırı soğuk bölgelerde, mümkünse gaz ile ısıtma, direkt genleşme ile soğutma yapan (dry cooler) cihazların kullanılması (donma riskini önlemek için) avantajlıdır.

- Global ısınma nedeniyle, iklim verilerinin de zaman içinde değişebileceği dikkate alınarak (veya alınmayarak) toleranslar belirlenmelidir.

4.6.3. Montaj süresi ve kolaylığı

- Tesisat montajının kısa sürede yapılabilmesi:

a- Montaj maliyetinin daha az olması,

b- Binanın daha erken kullanıma açılması,

c- Finansmanın daha sonra yapılması,

d- Bir cihazın montajı kola yapılabiliyorsa; daha sonraki yıllarda bir arıza olduğunda servisinin de kolay yapılabilmesi (servis olanağı hazırlanmak kaydı ile),

e- Bitmiş imalatlara diğer inşaat ekiplerinin verebileceği hasar riskinin azaltılmış olması (veya tersi) avantajlarının yanında proje yönetiminin de koordinasyon işini kolaylaştıracaktır.

- Tesislerin ve bakan işlemlerinin kolay ve kısa sürede yapılması da önemli bir avantaj olabilir. Özellikle balansın bir defa yapılan bir işlem olmayıp, belirli periyotlarda kontrol edilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

- Binada üst katların dekorasyonu devam ederken alt katların kullanıma açılabilme olanağı yararlı olabilir (klima sisteminin buna cevap verebilmesi kaydıyla).

- Özellikle radyatör sistemi şantiye halinde boya vb işler sürerken işletmeye alınabilir ve bina kurutma amacına hizmet verebilir. Bu dönemde hava sirküle eden cihazlar çalıştırılırsa filtreleri inşaat toz ve pisliği ile bloke olabilir. Hatta filtrelere bakım yapılmadığı için serpantinler tıkanabilir.

4.6.4. Kontrol imkanı

Kullanılan hacimlerde sıcaklık, nem, hava miktarı, iç hava kalitesinin kontrolü ve zamana bağlı olarak kullanılabilme imkanının olması avantajdır.

- Oda kontrolü
- Zon kontrolü (Projede varsa)
- Kat kontrolü
- BYS'ye (Bina Yönetim Sistemi) uygunluk ve zaman göre kullanılabilme imkanı
- Uzaktan erişim (internet, BYS vb imkanlar kullanılarak) ve ayar değişikliği imkanı

4.6.5. Sistemin kullanılabilmesi kapasite aralığı

Her sistemin optimum performansta kullanılabilmesi bir alt ve üst kapasite mevcuttur. Bu kapasite değerlerinin altında veya üzerindeki aşırı kullanımlar aşağıda belirtilen dezavantajları beraberinde getirecektir.

- Yüksek işletme maliyeti,
- Yüksek ilk yatırım maliyeti,
- Cihazlar ve ekipmanlar için aşırı yer ihtiyacı,
- Daha fazla tesisat şaftı ihtiyacı,
- Standartlara uyumsuzluk (binanın içerisinde aşırı soğutucu akışkan kullanımı vb).

4.7. Emniyet

4.7.1. Soğutucu akışkan hacminin yaşam mahalleri hacmine oranı

- Klima cihazlarında kullanılan soğutucu akışkanlar tamamen emniyetli, zehirli olmayan gazlardır. Ancak yine de, maksimum konsantrasyon sınırları göz önünde bulundurularak olası ani gaz kaçakları durumunda mahaldeki oksijen miktarının azalması nedeni ile oluşabilecek riskleri göz önünde bulundurmak gerekir.

- Soğutucu akışkanlarla çalışan sistemler içinde, mümkün olduğunca az soğutucu akışkan içeren sistemler tercih edilmektedir.

- R-410A ile çalışan sistemler, R407C ve R-22 türü akışkan ile çalışan sistemlere göre ortalama %40-50 daha az soğutucu akışkan içerirler.

- Akışkanların çevreye olan zararı, ozon tabakasına olan etkileri, global ısınmaya etkili gibi konulara sistem seçiminde önem verilmelidir.

AKIŞKANLARIN OZON TÜKETME FAKTÖRLERİ (R11=1 ise ;)

R-22 = 0,055

R-407C = 0 (Ozon tabakasına zararı yok.)

R-410A = 0 (Ozon tabakasına zararı yok.)

- ASHRAE standart 34-2004 ve ANSI/ASHRAE standart 34-1992 'e göre soğutucu akışkanlar; A1,A2,A3,B1,B2,B3 şeklinde 6 gruba ayrılmıştır, (A1 en az zehirleyici olan B3 en çok zararlı olan). A sınıfı olan akışkanlar "Zamana göre ortalama zehirlilik sınır(eşik)-değeri " (TLV-TWA) 400 ppm 'den düşük olan konsantrastında zehirlilik göstermeyenler, B sınıfı olanlar da gösterebilenler olarak

sınıflandırılmıştır. Buna göre R-407C ve R410A türü akışkanlar A sınıfında olup, zehirleyici gazlar arasında yer almaktadır.

- Sistemde kullanılan toplam soğutucu akışkan kütesinin, yaşam mahallerinin toplam (ve her birindeki) hacmine oranı olabildiğince küçük olmalıdır. Maksimum soğutucu akışkan yükleme durumu ve soğutucunun maksimum konsantrasyonunun hesaplanması kaçağın olduğu yerdeki insanların yaşadığı ortam ile doğrudan ilgilidir.

- Avrupa standartlarına göre tüm akışkanlar için havada bulunması gereken maksimum limit: 1000 ppm. Akışkanların moleküler ağırlığına göre, hacimlerde bulunması gereken g/m³ değerleri hesaplanabilir. Buna göre: Konsantrasyon ölçüm ve hesap birimi g/m³ olarak anılır ise ; (bir m³ lük yaşam alanı hacmindeki gram cinsinden akışkan ağırlığı)

- EN-378-1: 2000'e göre; kapalı hacimlerin yaşam mahallerinde iklimlendirme sistemlerinde kullanılacak soğutucu akışkanın kütleli yoğunluğu soğutucu akışkan olarak:

R410A kullanılıyorsa: 440 g/m³

R407C kullanılıyorsa: 310 g/m³

HCFC-22 kullanılıyorsa: 300 g/m³

Miktarlarının altında olmalıdır.

m³ = yaşanılan hacim büyüklüğü

Kütleli yoğunluk = Toplam soğutucu akışkan kütesinin, soğutma yapılan mahallin toplam hacmine oranıdır.

- Amerika'da (ASHRAE standart 34-2004), Avrupa ülkelerinde (EN-378-1) ve Japonya'da (kimyasal maddelerin yönetimi yasası 2002) bu standartlar uygulanmaktadır.

- Akışkan hacimlerinin limit değerlerinin üzerine çıktığı durumlarda: özellikler küçük odalardan geçen bakır borular iç içe geçirilerek, dıştaki boru açık havaya

kadar uzatılırsa (bir havalandırma kanalı gibi) olası gaz kaçaklarının ortama girme riski akışkan dışarıya kendiliğinden boşaltılarak önlenmiş olur. Ancak bu çok çok özel durumlar için geçerlidir.

4.7.2. Duman tahliyesi yeteneği

- Yangın çıkan binalarda ölen insanların çoğu zehirlenerek veya dumandan boğularak yaşamını yitirdiler.
- Seçilen klima sisteminin dönüş veya egzoz kanalı kesitleri, yangın sırasında duman tahliyesi yapmak için yeterli ise: İlave hava kanalı maliyeti vs oluşmaz.
- Hava kanallarının malzemesi, bağlantı şekli, sızdırmazlık sınıfı ve yalıtımın doğru olması çok önemlidir.
- Bu kanalların yangına dayanım sınıfı, malzeme açısından da kontrol edilmelidir.(Cam yünü veya poliüretan hava kanalı kullanılmamalıdır.)
- Dönüş ve egzoz fanlarının hücreli, radyal tip seçilmesi halinde, 120 °C dayanıklılık üst limitidir. Bu fan standartları belirlenmelidir. (400 °C sıcaklığa 2 saat dayanıklı fanlarda üretilmektedir.)
- Tahliye edilen dumanı tekrar bina içerisine girmesi önlenmelidir.
- Sadece yangın merdivenleri değil, yangın kaçış koridorları da basınçlandırılmalıdır.

4.7.3. Emniyet (Yangın, patlama vs riski)

- Emniyet şartı en iyi şekilde sağlanmalı ve standartlara uygun olmalıdır.
- Hem yapılan tesisatın, hem de işletmenin iş ve işçi sağlığı genel hükümlerine uygunluğu kontrol edilmelidir.

- Tesisat şaftlarının:

a- Ustaların inşaat sırasında rahat ve güvenli çalışmalarını sağlayacak şekilde donatılması,

b- Derinliği fazla olan şaftlarda tesisat montajı yapılırken çalışılabilecek bir platform oluşturmak için karşı kenardaki beton perdede kolon veya profili oturabilecek çıkıntı yüzeyinin bırakılması,

c- Yangında baca etkisi yapmaması için gerekli önlemler dikkate alınmalıdır.

4.7.4. Duman kontrolü

Özellikle açık atriyumu olan binalardaki duman kontrolü çok önemlidir. Uzman firmalarla görüşülmelidir. Atriyumlar genellikle çatısı camla kaplanan hacimlerdir. Çatısına yeterli sayıda otomatik duman tahliye klapesi monte edilecek şekilde planlanmalıdır.

BÖLÜM 5. EN UYGUN SİSTEM SEÇİMİNİN YAPILMASI

Ofis binalarında iklimlendirme sistem seçimi, ASP. net ortamında geliştirilen (OBİSS) yazılım ile yapılmıştır. OBİSS' de çalışma prensibi kısaca şu şekildedir;

Ofis binalarında uygulanabilecek iklimlendirme sistemleri belirlenmiştir.

- Hava Soğutmalı VRV Sistemi
- Su Soğutmalı VRV Sistemi
- İki Borulu Fancoil Sistem
- Dört Borulu Fancoil Sistem
- VAV
- Fan Powered
- Split Klima Sistemi
- Kanallı Split Klima Sistemi

Sistem seçiminde etkisi olan ana kriterler 7 grupta ele alınmıştır.

- Performans
- İşletme Maliyeti
- İlk Yatırım Maliyeti
- Servis – Bakım – Onarım
- Mimari
- Uygulama
- Emniyet

Her kriter aynı derecede önemli değildir ve yatırımcıların beklentisine göre değişir.

Bu anlamda her kritere birer önem puanı verilmiştir (Şekil 5.1.).

5.1. İklimlendirme Sistemleri Karşılaştırma Tabloları

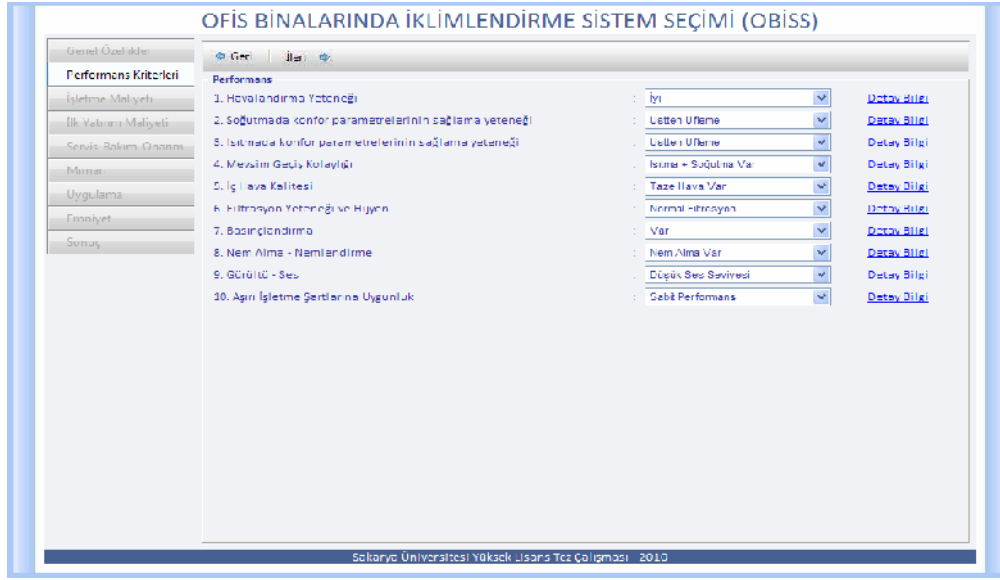
OBİSS’ de pratikte geniş ölçüde kullanılan iklimlendirme sistemleri, Tablo 5.1.’de verilen esaslar çerçevesinde birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Kriterler mümkün olduğu kadar kapsamlı ve detaylı bir biçimde hazırlanmıştır. Ele alınan iklimlendirme sistemleri için yapılan değerlendirmeler kişisel olarak kabul edilebilir. 8 farklı iklimlendirme sistemi, 7 ana grup ve 40 alt kriter açısından puanlanmıştır. Puanlama yapılırken, sistemlerin özellikleri ve seçilen kritere uygunluğu göz önünde bulundurulmuştur.

Tablo 5.1. İklimlendirme sistemlerinin kriterlere göre puanları

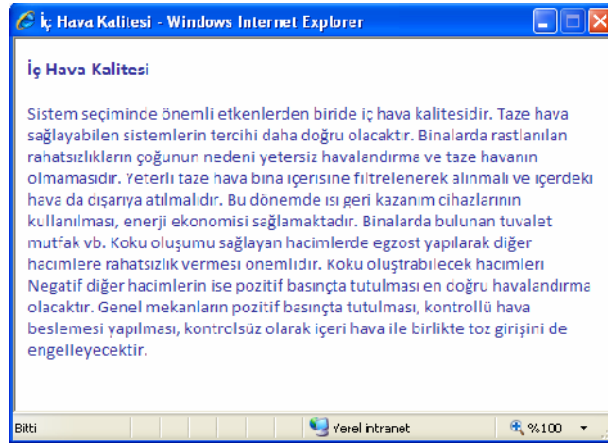
Ana Kriter	Detay Kriter	Katsayı	Seçim	HSVRV	SSVRV	IBFAN	DBFAN	VAV	FANPOW	SPLIT	KSPLIT
PERFORMANS	Havalandırma Yeteneği	5	Orta	4	4	4	4	4	4	5	5
			İyi	5	5	5	5	5	5	5	4
	Soğutma Konforu	10	Üstten Ürlama	5	5	5	5	5	5	5	5
			Altın Ürlama	3	3	3	3	0	0	3	0
	Isıtma Konforu	10	Üstten Ürlama	3	3	3	3	3	3	3	3
			Altın Ürlama	5	5	5	5	0	0	5	0
			Statik Isıtma	3	3	3	3	2	2	3	3
			Üstten Ürlama + Statik Isıtma	5	5	5	5	3	3	5	3
	Mevsim Geçiş Kolaylığı	20	Isıtma + Soğutma Var	5	5	1	5	1	1	5	5
			Isıtma + Soğutma Yok	5	5	5	1	3	5	5	5
	İç Hava Kalitesi	20	İzce Hava Var	1	1	1	1	3	5	1	1
			İzce Hava Yok	4	4	4	4	1	1	5	1
	Filtreasyon Yeteneği ve Hiyen	5	Normal Filtreasyon	5	5	5	5	3	5	5	5
			Yüksek Filtreasyon	3	3	3	3	3	5	5	5
	Basınclandırma	5	Var	4	4	4	4	5	5	0	4
			Yok	4	4	4	4	1	1	5	1
	Nem Alma ve Nemlendirme	5	Nem Alma Var	4	4	4	4	5	5	3	3
			Nemlendirme Var	3	3	3	3	5	5	0	4
			Nem Alma + Nemlendirme Var	4	4	4	4	5	5	0	4
			Yok	2	2	3	3	1	1	5	5
Gürültü Ses	5	Düşük Ses Seviyesi	4	4	3	3	5	4	4	3	
		Orta Ses Seviyesi	5	5	4	4	3	3	3	3	
Ağır İşletme Şartlarına Uygunluk	15	Sabit Performans	4	5	5	5	5	5	3	3	
		Değişken Performans	4	5	3	3	3	3	5	5	
Ana Kriter	Detay Kriter	Katsayı	Seçim	HSVRV	SSVRV	IBFAN	DBFAN	VAV	FANPOW	SPLIT	KSPLIT
EMNİYET	Soğutucu Akışkan Miktarı	0	Soğutucu Akışkan Miktarı	0	0	0	0	0	0	0	0
	Duman Tahliyesi Yeteneği	100	Duman Tahliyesi Yeteneği	1	1	1	1	4	4	1	1
	Firariyet (Yangın, Patlama vb Riskleri)	0	Firariyet (Yangın, Patlama vb Riskleri)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Duman Kontrolü	0	Duman Kontrolü	0	0	0	0	0	0	0	0
Ana Kriter	Detay Kriter	Katsayı	Seçim	HSVRV	SSVRV	IBFAN	DBFAN	VAV	FANPOW	SPLIT	KSPLIT
MİMARİ	Asma Tavan İçinde Net Yükseklik İhtiyacı	25	40 cm	5	5	5	3	0	0	5	3
			50 cm	5	5	5	5	3	1	5	5
			60 cm	5	5	5	5	5	5	5	5
	Bina Cephesinde Yer İhtiyacı	20	Yer ihtiyacı yeterli	5	5	5	5	5	5	5	5
			Yer ihtiyacı sınırlı	5	5	5	5	5	5	2	3
	Döşemece Yer İhtiyacı	15	Yer ihtiyacı yeterli	5	5	5	5	5	5	5	5
			Yer ihtiyacı sınırlı	5	5	3	3	2	2	5	4
	Şaft Gereksinimi	15	Yer ihtiyacı yeterli	5	5	5	3	5	5	5	5
			Yer ihtiyacı sınırlı	5	5	1	3	2	2	5	5
	Teraslarda, Bina Dışında ve Bina İçerisinde Yer İhtiyacı	25	Yer ihtiyacı yeterli	5	5	5	5	5	5	5	5
Yer ihtiyacı sınırlı			5	5	3	3	3	3	3	3	4

5.2. OBİSS Kriter Ekranları

OBİSS’ de ilk ekran olan, performans kriterleri ekranının görüntüsü Şekil 5.3.’ de verilmiştir. Her bir performans kriteri için, ilgili olduğu satırın sonundaki ‘Detaylı Bilgi’ linkine tıkladığında açıklama bulunan ekran açılmaktadır. ‘İç Hava Kalitesi’ özelliği için ‘Detaylı Bilgi’ linkine tıkladığında açılan ekranın görüntüsü Şekil 5.4.’de verilmiştir.



Şekil 5.3. Performans kriterleri seçim ekranı



Şekil 5.4. İç hava kalitesi detaylı bilgi ekranı

OBİSS programında; performans, işletme maliyeti, mimari, uygulama ana grupları için seçim kriterleri vardır. Seçilen kriterler için Tablo 5.1.’de karşılık gelen puanlar, katsayılar ile çarpıldıktan sonra ‘Sonuç’ bölümünde çıkacak sistem değerlerini ve grafiklerini etkilemektedir.

Yatırım maliyeti ana grubunda ise; ilk yatırım maliyetinin EURO/m² biriminde, işletme maliyeti ve servis maliyetinin EURO/m².yıl biriminde, ekonomik ömrün yıl biriminde sistemlere göre değerleri yapılan araştırmalara sonucu belirlenmiştir. Ayrıca yatırım maliyeti, genel özelliklerde girilen alan bilgisi ile doğru orantılıdır. Ömür boyu toplam maliyet;

$$((\text{İlk Yatırım Maliyeti} * \text{Alan}) + (\text{İşletme Maliyeti} * \text{Alan} * \text{Ekonomik Ömür}) + (\text{Servis Maliyeti} * \text{Alan} * \text{Ekonomik Ömür})) / \text{Ekonomik Ömür}$$

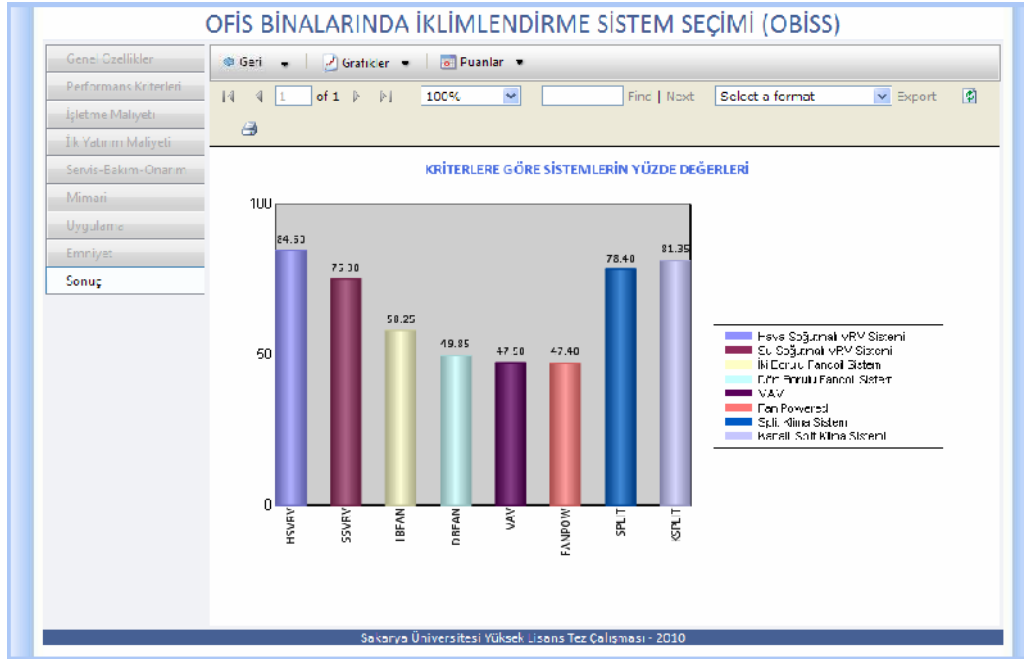
formülünden yıl bazında hesaplandıktan sonra 5’lik puanlama sistemine çevrilmiştir.

Servis-Bakım-Onarım ve Emniyet ana gruplarında ise seçim kriteri yoktur. Sistem puanları, ana gruba ait alt başlıklar bazında verilmiştir.

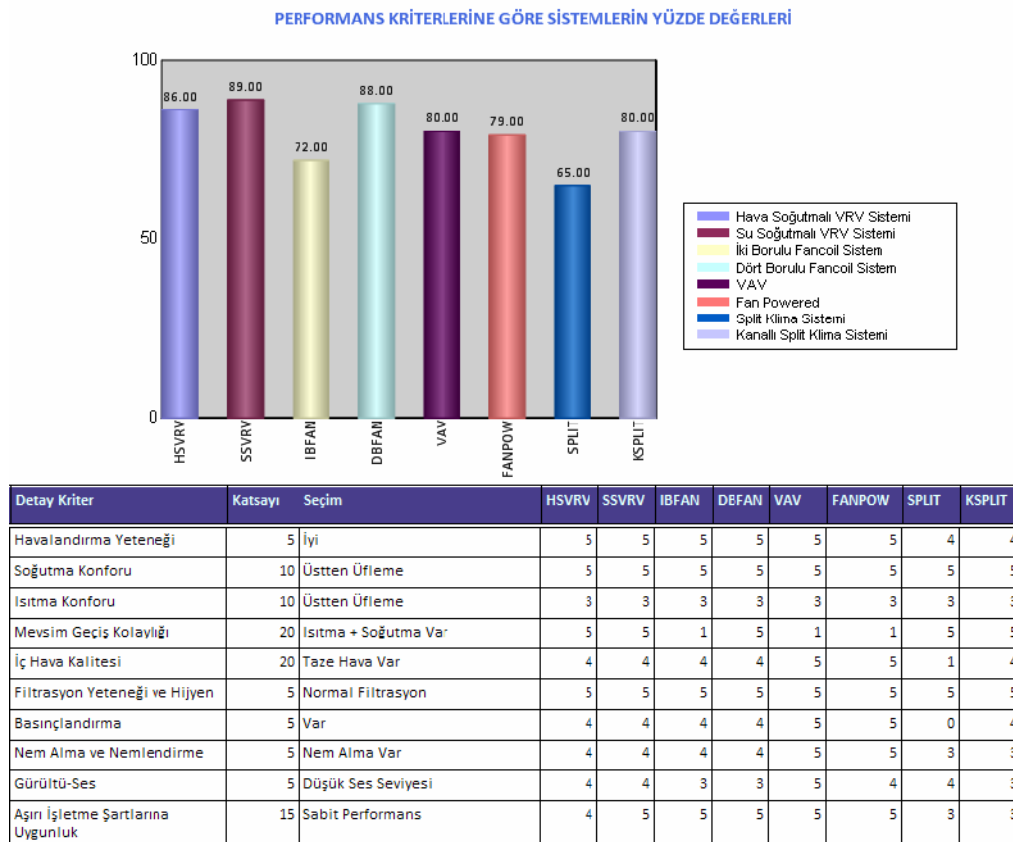
5.3. Sonuç

OBİSS Kriter ekranlarındaki seçim işlemleri tamamlandıktan sonra ‘Sonuç’ bölümüne geçilmektedir. OBİSS’ de öncelikle, detay kriterlerin seçimi sonucu çıkan puana göre, ana kriterlerin puanları belirlenmektedir. Bulunan değerler, ana kriterlerin katsayıları ile çarpılarak tüm sistemlerin % değerleri hesaplanmakta ve değerlere göre elde edilen grafik ekranda gösterilmektedir (Şekil 5.5.).

Sonuç ekranından 7 ana grup içinde ayrı ayrı grafik ekranları incelenebilmektedir. Aynı zamanda grafikler için veri oluşturan puanlar bu ekrandan görüntülenebilmektedir. Şekil 5.6.’ da iklimlendirme sistemlerinin performans değerlerine göre elde edilen grafik ve puanlar gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Sonuç ekranı



Şekil 5.6. Performans kriterlerine göre sistemlerin yüzde değerleri

OBİSS programı genel değerlendirme amaçlı, birçok açıdan bakılarak sistem seçiminde mimarlara, mühendis ve tasarımcılara, işletmecilere ve son kullanıcıya kılavuz olması amacı ile hazırlanmıştır. Programdan elde edilen sonuç, değer ve grafikler Word, Excel, Pdf gibi değişik formatlarda raporlanabilmektedir.

Olabildiğince farklı açılardan bakılarak ele alınan bu çalışmada, karşılaştırmaya konu olan tüm sistemlerde kaliteli ürünler kullanılacağı kabul edilmiş ve programda belirlenen maddi değerler bu hususta hesaplanmıştır.

İçin özelliğine, projeye, beklentilere, mal sahibinin isteklerine göre karşılaştırma tablosunda, değerlendirmeye tabi tutulan kriterlere ve puanlara farklı yaklaşımlar geliştirilebilir, tartışılabilir, her kritere yönelik olumlu/olumsuz eleştiri ve yorum getirilebilir.

Program sonucunda, model olarak ele alınan ofis binası için istenilen özelliklere göre kriterlerin seçimi yapılmış ve sonucunda Şekil 5.5.' de grldği gibi %84,6 ile bina için en uygun sistem Hava Soğutmalı VRV Sistemi bulunmuştur. Bölüm 6' da seçilen sistemin model üzerinde uygulaması yapılmıştır.

BÖLÜM 6. BİR MODEL ÜZERİNDE SİSTEM SEÇİMİNİN UYGULAMASI

Uygulama yapılacak ofis binası için en uygun sistemin VRV sistemi olduğu ön görülmüştür. Ofis binasının ısıtma ve soğutma yükleri DAIKIN Heat Load Calculation HKGSG programında hesaplanmıştır. Bu hesaplamada binada bulunan iklimlendirilecek mekanların ısı yüklerine göre VRV sistemi kurulumu DAIKIN VRV XPress Central 6.3.9 programında yapılmıştır.

6.1. Isı Yükü Hesabı

Heat Load Calculation HKGSG programında ofis binasının coğrafik konumuna göre dış hava özellikleri ve yapı durumuna göre ısı transfer katsayıları belirlenmektedir. Daha sonra binadaki odaların tanımları yapılarak hesaplama bölümüne geçilmektedir. Hesaplama bölümünde, ısıtma ve soğutma yükleri ile birlikte taze hava miktarları, pik saatler hesaplanmaktadır. Programın adımları sırası ile alt başlıklarda detaylı olarak anlatılmıştır.

6.1.1. Proje taslağı

Proje taslağı bölümünde ofis binasının ön bilgileri yer almaktadır. Proje taslağında girilen bilgiler;

- Proje Adı (Project Name) : Ofis Binası
- Şehir/Ülke (City/County) : İstanbul/Türkiye
- Adres (Address) : Ümraniye
- Dış Duvar Biçimleri (Outer Wall Assemblies) : Ofis binasının duvar biçimi Normal Beton'dur.
- a- Normal Beton (Normal Concrete)

- b- ALC Plaka (ALC Plate)
- c- Metalik Perde Duvar (Metallic Curtain Wall)
- d- Ahşap Yapı (Wooden Construction)
- e- Diğerleri (Others)

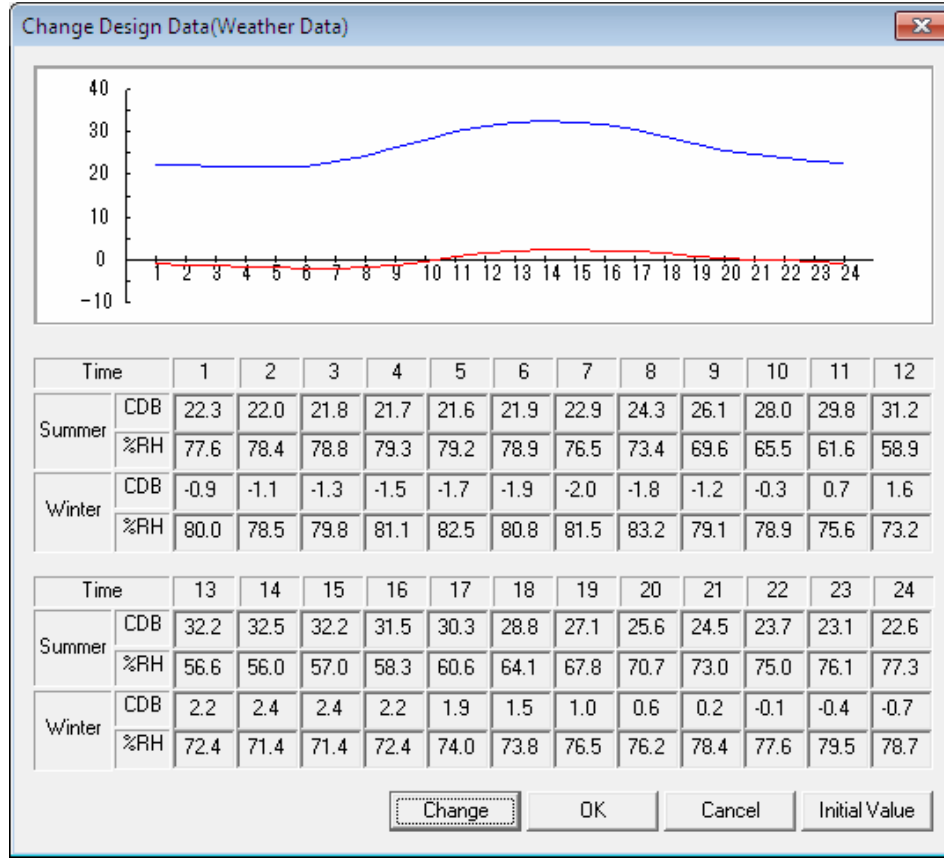
Proje taslağı bölümünün ekran görüntüsü Şekil 6.1.'de verilmiştir.

The screenshot shows a 'Project Outline' dialog box with the following details:

- Project Name:** Ofis Binası
- City/Country:** Istanbul/Turkey (with 'City/Country' and 'Map' buttons)
- Address:** Umranıye
- Outer Wall Assemblies:**
 - Nomal Concrete
 - ALC Plate
 - Metallic Curtain Wall
 - Wooden construction
 - Others
- Init value of overall heat trans coeff of main part:**
 - Roof(with Ceiling Board) : 0.00 W/m2K
 - Outer Wall : 0.00 W/m2K
 - Inner Wall : 0.00 W/m2K
- Buttons:** OK, Cancel, Design Data

Şekil 6.1. Proje Taslağı Bilgileri

- Dizayn verileri
- 1- Dış hava durumu değerleri: Ofis binasının bulunduğu İstanbul şehri için program tarafından gösterilen dış hava durumu değerleri Şekil 6.2.'de verilmiştir.



Şekil 6.2. Dış hava durumu değerleri

2. Genel ısı transferi katsayıları: Genel ısı transferi katsayıları normal beton duvar için Tablo 6.2.'de gösterilmiştir. Diğer duvar biçimleri ve duvar tipleri ile ilgili katsayılar EK'te sunulmuştur.

Tablo 6.1. Genel ısı transferi katsayıları

Normal Beton	Katsayılar (W/m ² K)	Duvar Tipi
Dış Duvar	2,72	III
İç Duvar	2,62	
Çatı (Asma Tavanlı)	1,66	IV
Çatı (Asma Tavansız)	2,16	IV
Tavan (Kaplmalı)	1,95	

Tablo 6.1. (Devam)

Tavan (Kaplamasız)	2,69	
Alt Zemin(Hava Tabakalı)	1,49	
Alt Zemin (Hava Tabakasız)	2,69	
Çıkma Zemin	3,29	
Toprak Zemin	0,9	
Bodrum		
Yer altı Duvar (D<=2,4m)	1,56	
Not: D<=2,4m ise katsayı toplam metraja bölünür.		
Yer altı Duvar (D>2,4m)	0,45	
Yer altı Toprak Zemin	0,28	

3. İç hava sıcaklık ve nem değerleri: Binanın yaz ve kış mevsimine göre iç hava sıcaklık ve nem değerleri Şekil 6.3.'de gösterilen ekrandan istenilen değerler programa girilebilmektedir.

Design Temp & Humid

Temp in Summer 24.0 (CDB)

Humid in Summer 50.0 (%RH)

Temp in Winter 22.0 (CDB)

Humid in Winter 50.0 (%RH)

OK Cancel Initial Value

Şekil 6.3. İç hava sıcaklık ve nem değerleri

6.1.2. Oda verileri

Bu kısımda odaya ait fiziksel özelliklerin değerleri girilmektedir. Ofis binasının 1. katında bulunan 103-B numaralı odaya ait girilen bilgiler (Programda zemin kat 0 olarak tanımlanamadığı için sistemde kat bilgisi 2. Kat olarak gösterilmiştir.);

- Oda adı: 103-B
- Kat: 2
- Aynı tipteki oda sayısı: 1
- Sistem numarası: 2
- Oda kullanım tipi: Ofis
 - a- Ofis
 - b- Mağaza
 - c- Otel
 - d- Hastane
 - e- Fabrika
 - f- Apartman
 - g- Müstakil
 - h- Diğerleri
- Havalandırma Sistemi: Isı geri kazanımlı
 - a- Doğal
 - b- Fanlı
 - c- Isı Geri Kazanımlı
- Asma Tavan: Var
 - a- Var
 - b- Yok
- Zemin Alanı: 235m²
- Tavan Yüksekliği: 3,2m
- Çatı veya İklimlendirilmeyen Tavan Alanı: Ara kat olduğu için değer girilmemiştir.
 - a- Üst oda

b- Düz çatı

c- Eğimli çatı

d- Cam

- İklimlendirilmeyen Zemin Alanı: Ara kat olduğu için değer girilmemiştir.

a- Toprak Zemin

b- Hava tabakalı

c- Hava tabakasız

d- Çıkma

- Ekipmanlar: Bu kısımda oda içerisinde duyulur ısı oluşturan listede mevcut olan cihazlar seçilir. Gizli ısı değeri var ise hesaplanarak ilgili kısma girilmelidir. 103-B odasında 25 adet bilgisayar bulunmaktadır. Ekipmanlar ile ilgili girilen değerler Şekil 6.4.'de verilmiştir.

Equipment	Value
Word Processor	25
Terminal of PC or OC	0
CAD Terminal	0
E-Board / FAX	0
PC Printer	0
PC Color Printer	0
User Line Printer	0
MC / DC Center Unit	0
Copier	0
Gas Coffee Brewing urn 12L	0
Gas Coffee Brewing urn 20L	0
Elec Coffee Brewing urn 12L	0
Elec Coffee Brewing urn 20L	0
Elec Range(80*80*83cm)	0
Large Gas Range(with 2 Burner)	0
Large Oven(60*55*35cm)	0
Hair Dryer(1.5kW)Blower Type	0
Elec Perm M/C(1.5kW)	0
Bunsen Burner(dia.11mm)	0
Elec Sterilizer(1.1kW)	0

Şekil 6.4. 103-B odası için girilen ekipman değerleri

- Dış Duvar Uzunluğu: Güney uzunluğu 15m, batı uzunluğu 12,8m'dir. Diğer yönler için uzunluk değerleri bulunmamaktadır.

- Dış Duvar Üzerindeki Pencere Alanı: Güney uzunluğu 22,4m, batı uzunluğu 40m'dir. Diğer yönler için uzunluk değerleri bulunmamaktadır.
- İklimlendirilmeyen Alana Bitişik İç Duvar Uzunluğu: Doğu uzunluğu 3m'dir. Diğer yönler için uzunluk değerleri bulunmamaktadır.
- Standart verilerin değiştirilmesi: Program başlangıcında belirlenen değerlerin odaya uymayan kısımlarının değiştirileceği kısımdır.
- Genel ısı transferi katsayıları: Başlangıçta seçilen değerlerden herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Değer bilgileri Şekil 6.5.'de verilmiştir.

Room Name	Outer Wall Ass'y	Coeff (W/m2K)	Wall Type
103-B	Normal Concrete		Wall Type:Help?
Outer Wall		2.72	S I II III IV
Inner Wall		2.62	
Roof(with Ceiling Board)		1.66	S I II III IV
Roof(without Ceiling Board)		2.16	S I II III IV
Ceiling(with Board)		1.95	
Ceiling(without Board)		2.69	
Mezz Floor(with Air Layer)		1.49	
Mezz Floor(without Air Layer)		2.69	
Pilotis		3.29	
Earth Floor		0.90	
Basement			
Undergrnd Wall(D<=2.4m)		1.56 W/mK	
ID<=2.4m,input Coeff of Heat Transfer / unit length.			
Undergrnd Wall(D>2.4m)		0.45 W/m2K	
Undergrnd Earth Floor		0.28 W/m2K	

Şekil 6.5. Genel ısı transferi katsayıları

- İç hava sıcaklık ve nem değerleri: Başlangıçta seçilen değerlerde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.
- Takvim: Binanın çalışma sürelerinin girildiği kısımdır. Günlük mesai zamanları ve tatil zamanları belirlenir. Seçilen iklimlendirme şartları bu zaman aralıklarında

yerine getirilir. Bu saatler dışında sistem farklı şartlarda çalışır veya durur. Ele alınan oda ile ilgili girilen takvim bilgileri Şekil 6.6.'da verilmiştir.

Room Name: 103-B

Operating Time Zone: 8 Hr to 18 Hr

Set Schedule

Hour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lighting	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
Persons	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
Equipments	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100

Hour	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Lighting	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
Persons	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
Equipments	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0

OK Cancel Initial Value

Şekil 6.6. Takvim bilgileri

- Diğerleri: Bu bölüm için giriş yapılan ekran resmi Şekil 6.7.'de verilmiştir.
- a- Taze Hava Miktarı (m^3/h kişi veya m^3/h): Yaz mevsimi için $992 m^3/h$ kış mevsimi için $992 m^3/h$ olarak belirlenmiştir.
- b- Isıtmada İç Isı Kazancı (Dikkate alınır veya alınmaz): Isıtmada %50 kişilerden, %50 aydınlatmadan, %50 ekipmanlardan ısı kazancı olacağı belirlenmiştir.
- c- İnfiltrasyon: Yaz mevsimi için 0,2h, kış mevsimi için 0,3h kabul edilmiştir.
- d- Güvenlik Katsayıları: Soğutma için 1,05, ısıtma için 1,1 kabul edilmiştir.
- e- Aydınlatma: Florasan lamba için $20W/m^2$ kabul edilmiştir.
- f- Pencere Tipi: 12 mm ısı yalıtımlı seçilmiştir.
- g- Cam Tipi: Doğal renkli seçilmiştir. Gölgeleme faktörü 0,45, ısı transfer katsayısı 4,77 kabul edilmiştir.
- h- Nemlendirme Metodu: Nemlendirme yapılmamıştır.
- i- Kişi Sayısı: 25 kişi.
- j- Yer altı Duvar Derinliği: 0m

k- Asma Tavan Yüksekliği: 0,8m

Others

Room Name: 103-B

Fresh Air Intake

m3/h person m3/h

Air Volume Ttl Heat Exch Effcy

Summer 992.0 m3/h 50.0 %

Winter 992.0 m3/h 50.0 %

Internal Heat Gain in Heating

consideration No consideration

Persons 50 %

Lighting 50 %

Equipments 50 %

Infiltration

Summer 0.20 Times/h

Winter 0.30 Times/h

Safety Factor

Cooling 1.05

Heating 1.10

Window Type: Heat absorbing 12mm

Blind Type: Neutral color

Shading Factor: 0.45 O.H.T.C.: 4.77

Humid Method: without humidifier

Total heat load in heating is not contained LH.

Persons 25 Underground Wall Depth 0.0 m

Height Attic 0.8 m

OK Cancel Initial Value

Şekil 6.7. Diğer bilgiler

- Pencere Gölgelem Boyutları: Gölgelem olmadığından bilgi girişi yapılmamıştır.
- Farklı Malzemeler: Oda özelliklerinde farklı malzeme bulunmadığından bilgi girişi yapılmamıştır.
- İlaveler
 - a- Kişisel ısı kazançları (Duyulur ve gizli ısı): 56W/kişi olarak belirlenmiştir.
 - b- Cam yüzey oranı: 0,95 kabul edilmiştir.
 - c- Yan oda özellikleri: Yan oda özellik bilgileri Şekil 6.8'de verilmiştir.

Extension

Next Room Condotion
 Next room temp diff is calculated using below factor.
 $(dt)=(O/D \text{ Temp}-I/D \text{ Temp}) * \text{Temp Diff Coeff}$

		N	E	S	W	NE	SE	SW	NW	Ceiling	Floor
Coeff Temp Diff	Cooling	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	Heating	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Boiler/Kitchen is in Next Room		No	No	No	No	No	No	No	No	No	No

OK Cancel Initial Value

Şekil 6.8. Yan oda özellikleri

6.1.3. Isı yükü hesaplama

Proje taslağı oluşturulup oda verileri girildikten sonra ısı yükü bu bölümde hesaplanmaktadır. Binanın toplam ısıtma ve soğutma yükleri, pik zamanları, zemin alanları, m² başına ısı yükleri görülmektedir. Ayrıca odaların ve sistemlerin de hesaplamaları tablo halinde görülebilmektedir.

Programda mevcut olan tablo ve grafiklerden, gerekli görülenler seçilerek raporlanabilmektedir.

Raporlanabilen özellikler;

- Kapak
- Toplam ısı yükü tablosu
- Sistem ısı yükü tablosu
- Sistem tablosu
- Oda veri bilgileri
- Isı yükü grafikleri

Uygulama yapılacak ofis binasına ait raporlar EK'te verilmiştir. Isı yükü hesabı yapılan binanın değerleri aşağıda belirtilmiştir.

- Oda sayısı : 87 oda

- Kat sayısı : 6 kat
- Sistem sayısı : 6
- Benzer oda sayısı : 0
- Soğutma yükleri
 - a- Duyulur ısı : 505161W
 - b- Toplam ısı : 821721W
 - c- Seçilen ısı : 862807W (Soğutma güvenlik katsayısı 1,05 alınmıştır.)
 - d- Pik saat : 15:00 (Soğutma yükünün en fazla olduğu saat)

- Isıtma yükleri
 - a- Toplam ısı : 423893W
 - b- Seçilen ısı : 466282W (Isıtma güvenlik katsayısı 1,1 alınmıştır.)
 - c- Nem : 220,16kg/h
 - d- Pik saat : 08:00 (Isıtma yükünün en fazla olduğu saat)

- Zemin alanı : 5239,1 m²
- Birim alan ısı yükleri
 - Soğutma : 164,7W/m²
 - Isıtma : 89,0 W/m²

- Sistemler
 - 1- Zemin kat
 - 2- 1.kat
 - 3- 2.kat
 - 4- 3.kat
 - 5- Teras kat
 - 6- Bodrum kat

- Taze hava miktarı : 49340m³/h

Bu program sonucunda binada bulunan odaların ısı yükleri belirlenmiş olmaktadır.

6.2. VRV sistem kurulumu

Isıtma ve soğutma yükleri belirlenen ofis binasının VRV sistemi kurulumu için VRV XPress programı kullanılmıştır. Programdaki kurulum adımları detaylı olarak alt başlıklarda açıklanmıştır.

6.2.1. İç üniteler

Ofis binasında bulunan odaların ısı yükleri ve zemin alanlarına göre iç ünite seçimi yapılmaktadır. İç ünite seçiminde oda adı yazıldıktan sonra iç ünite modeli belirlenmelidir. İç ünite modelinin sahip olduğu çeşitli cihazlardan istenilen kapasitedeki cihaz seçilebilir (Şekil 6.9.).

Şekil 6.9. İç ünite seçimi

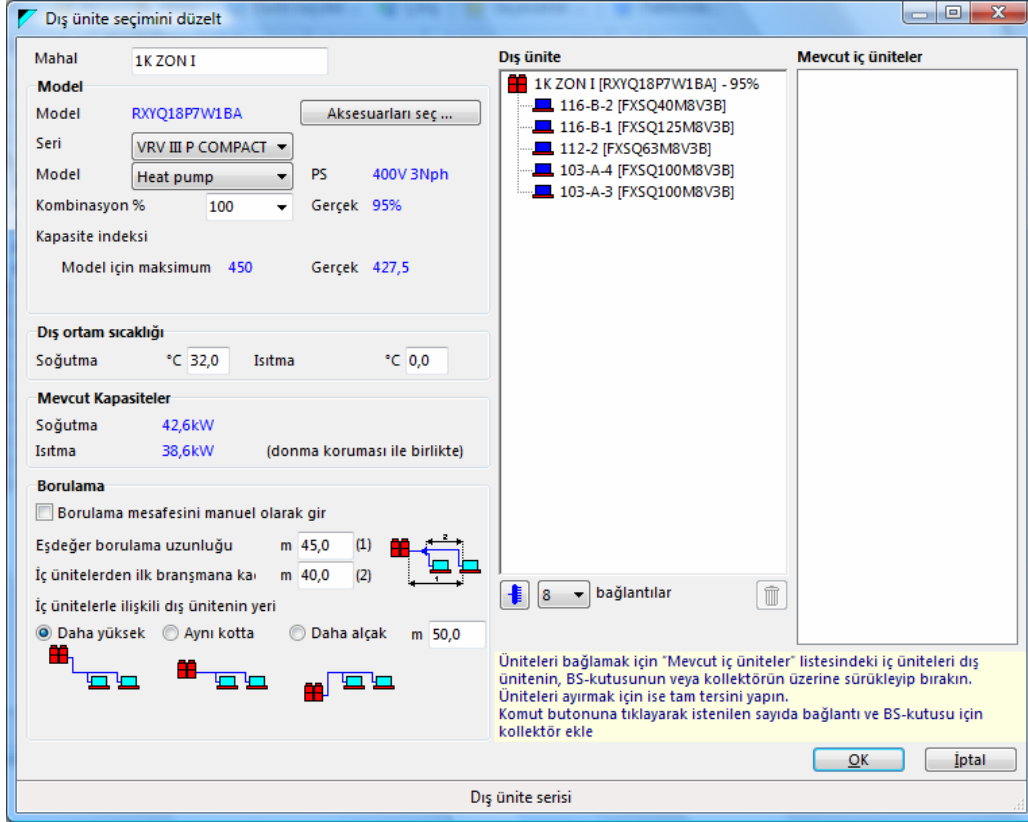
Bu şekilde binada bulunan tüm odalar için iç ünite seçimi yapılarak bu adım tamamlanmalıdır.

Mahal	FCU	Sic Soğ	Gr TK	TS	Gr SK	SC	Sic Isıt	Gr IK	IK	Oda
013-1	FXSQ32M8V3B	24,0°C / 50%		2,9kW		2,1kW	20,0°C		2,8kW	
103-B-2	FXSQ100M8V3B	24,0°C / 50%		8,6kW		6,5kW	20,0°C		7,5kW	
103-B-1	FXSQ125M8V3B	24,0°C / 50%		10,8kW		8,5kW	20,0°C		9,4kW	
114-1	FXSQ125M8V3B	24,0°C / 50%		10,8kW		8,5kW	20,0°C		9,4kW	
115-1	FXSQ100M8V3B	24,0°C / 50%		8,6kW		6,5kW	20,0°C		7,5kW	
115-2	FXSQ100M8V3B	24,0°C / 50%		8,6kW		6,5kW	20,0°C		7,5kW	
115-A	FXSQ63M8V3B	24,0°C / 50%		5,4kW		4,3kW	20,0°C		4,7kW	
115-B	FXSQ63M8V3B	24,0°C / 50%		5,4kW		4,3kW	20,0°C		4,7kW	
116-A	FXSQ40M8V3B	24,0°C / 50%		3,5kW		2,7kW	20,0°C		3,0kW	
116-C-1	FXSQ63M8V3B	24,0°C / 50%		5,4kW		4,3kW	20,0°C		4,7kW	
116-C-2	FXSQ80M8V3B	24,0°C / 50%		6,9kW		5,2kW	20,0°C		6,0kW	
103-B-1	FXSQ80M8V3B	24,0°C / 50%		7,0kW		5,3kW	20,0°C		6,6kW	
103-B-2	FXSQ80M8V3B	24,0°C / 50%		7,0kW		5,3kW	20,0°C		6,6kW	
103-A-1	FXSQ80M8V3B	24,0°C / 50%		7,0kW		5,3kW	20,0°C		6,6kW	
103-A-2	FXSQ80M8V3B	24,0°C / 50%		7,0kW		5,3kW	20,0°C		6,6kW	
114-1	FXSQ80M8V3B	24,0°C / 50%		7,0kW		5,3kW	20,0°C		6,6kW	
114-2	FXSQ80M8V3B	24,0°C / 50%		7,0kW		5,3kW	20,0°C		6,6kW	

Şekil 6.10. İç üniteler

6.2.2. Dış üniteler

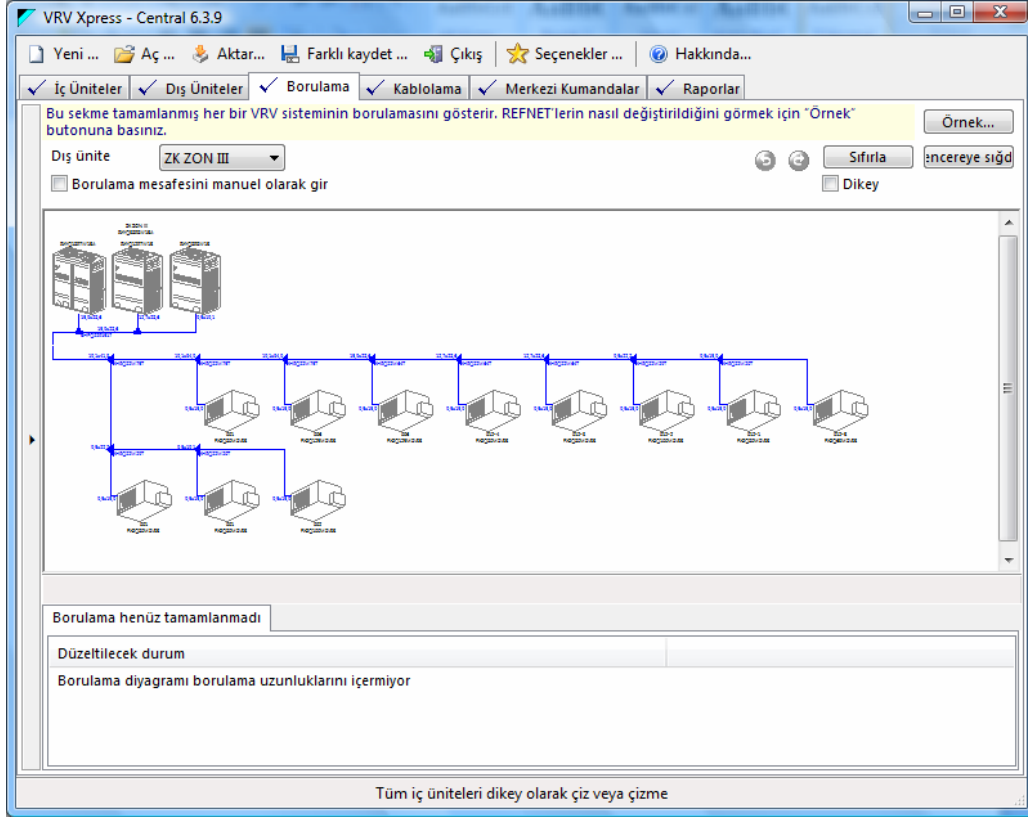
İç üniteleri belirlenen sistemin, dış üniteleri bu adımda belirlenmektedir. Kat ve zonlara göre sahip olacağı iç üniteler atanarak dış ünite modeli seçilmektedir. Isı geri kazanımlı veya normal dış ünite ile birlikte kot farkları da seçilmektedir (Şekil 6.11.).



Şekil 6.11. Dış ünite seçimi

6.2.3. Borulama

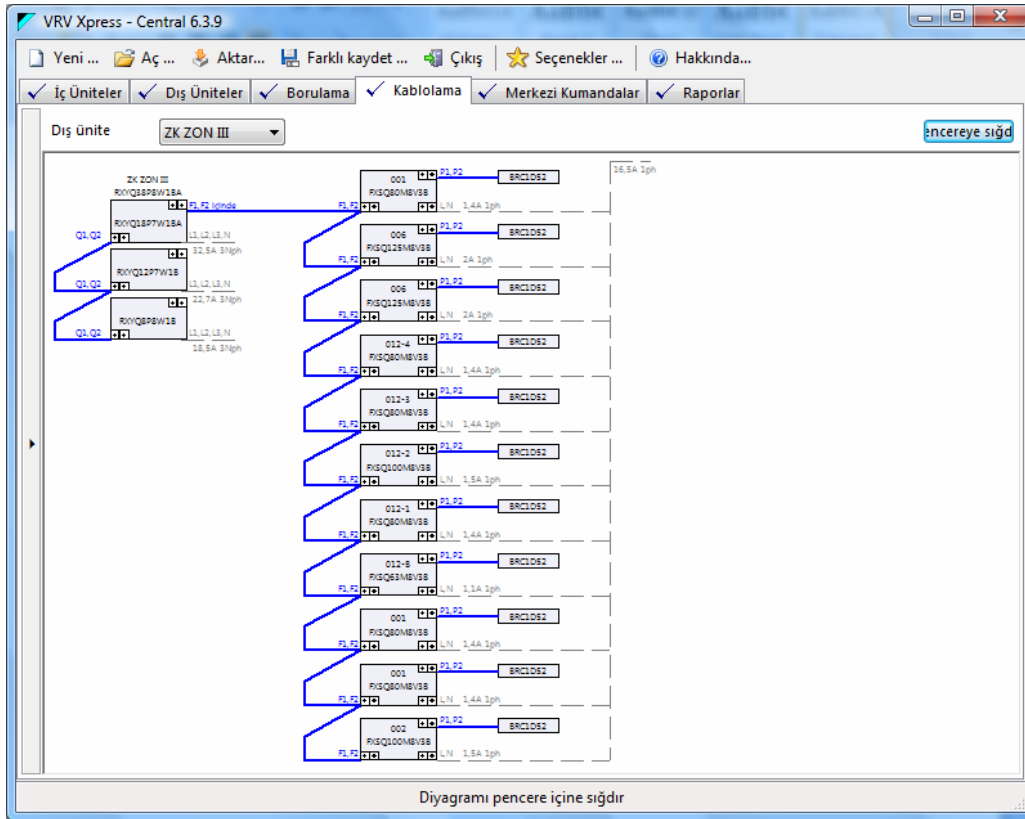
Bu adımda tamamlanmış her bir VRV sistemi için program tarafından borulama diyagramı çizilmektedir. Boru çapları ve ayırım elemanları (Refnet joint) belirlenmektedir. Ayrıca boru uzunlukları programa manuel olarak girilerek çaplara göre metraj çalışması hesaplanabilmektedir.



Şekil 6.12. Borulama adımı

6.2.4. Kablolama

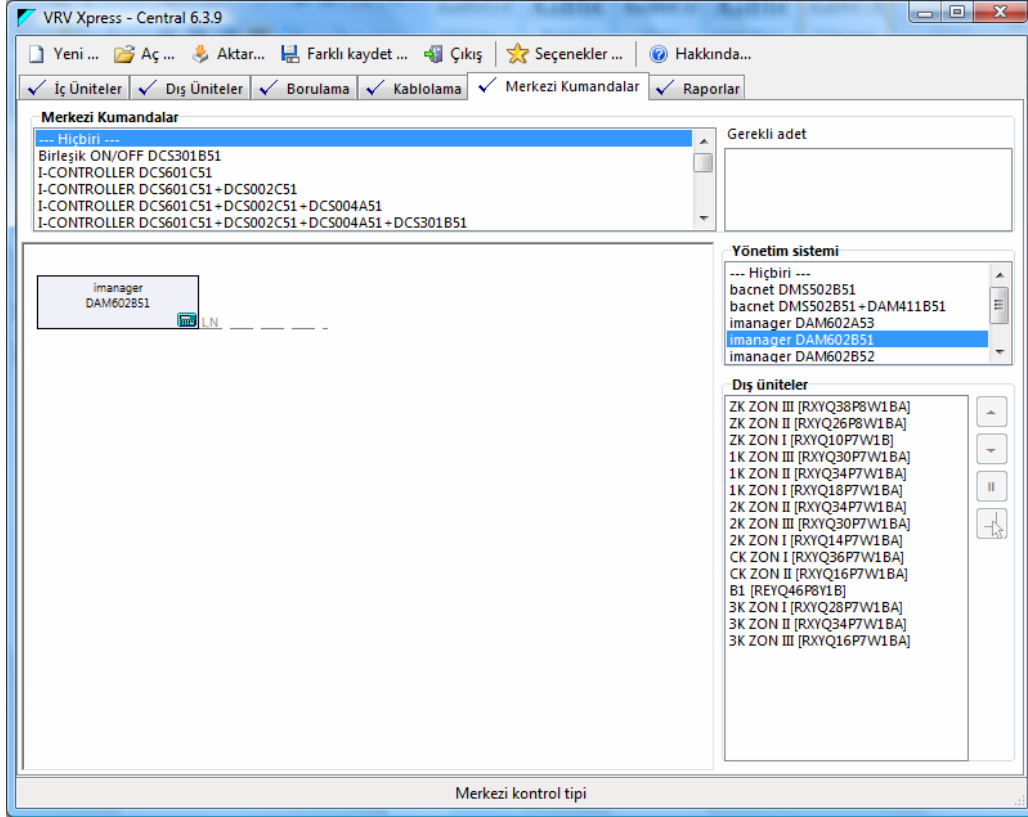
Borulama adımında olduğu gibi bu adımda da program tarafından VRV sisteminin kablolama diyagramı çıkarılarak, kullanılacak kablo özelliği ve bağlantı şeması oluşturulur (Şekil 6.13.).



Şekil 6.13. Kablolama adımı

6.2.5. Merkezi kumandalar

Bu adımda sistemin kontrol edilebilmesi için kullanılması düşünülen merkezi kumanda seçimi yapılarak VRV sistem kurulumu tamamlanmaktadır (Şekil 6.14.).



Şekil 6.14. Merkezi kumandalar adımı

6.2.6. Raporlar

Kurulumu yapılan VRV sisteminin raporlanması bu adımda yapılmaktadır. Raporlamada istenilen listeler ve detaylar seçilebilir. Rapor içeriğinde, malzeme listesi, iç ünite detayları, dış ünite detayları, cihaz aksesuarları ile birlikte 1 K ZON 1 sistemi için borulama ve kablolama diyagramları seçilerek EK'te sunulmuştur.

VRV Xpress - Central 6.3.9

Yeni ... Aç ... Aktar... Farklı kaydet ... Çıkış Seçenekler ... Hakkında...

İç Üniteler Dış Üniteler Borulama Kabloleme Merkezi Kumandalar Raporlar

Proje ismi: Ofis Binası Müşteri İsmi: Ugur SISMAN
 Proje Adresi: Müşteri Adresi:
 Referans: SAU Yüksek Lisans Tezi Revizyon:

Rapor İçeriği

- Malzeme listesi
 - Fiyatlar için öngörülen yer
 - Sistem bazında listele
- İç Ünite Detayları
- Dış ünite detayları
- Borulama Diyagramları Dikey
- Kabloleme diyagramları
- Cihaz aksesuarları

Rapora dahil edilen sistemler

Tüm sistemler

Dahil

- 1K ZON I [RXYQ18P7W1]
- 1K ZON II [RXYQ34P7W1]
- 1K ZON III [RXYQ30P7W1]
- 2K ZON I [RXYQ14P7W1]
- 2K ZON II [RXYQ34P7W1]
- 2K ZON III [RXYQ30P7W1]
- 3K ZON I [RXYQ28P7W1]

Dahil değil

Word dosyası olarak aç Sayfada aç

Projenin adı

Şekil 6.15. Raporlar adımı

BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ele alınan model binanın iklimlendirme sisteminin belirlenmesi, hazırlanan Ofis Binalarında İklimlendirme Sistem Seçimi (OBİSS) yazılımında yapılmıştır. Çalışmada programa aktarılan parametreler üzerinden seçimler yapılmış ve bu sayede bina için en uygun bir iklimlendirme sistemi seçimi yapılmıştır.

Sistem seçimi için hazırlanan yazılımda birçok parametrelerin tek bir platformda ele alınması sağlanmıştır. Ayrı ayrı değerlendirilemeyecek bu parametrelerin sonucunda yazılım sayesinde bir değerlendirme yapılmıştır.

Binanın ısıtılacak zemin alanlarının ısı yüklerinin hesaplanması DAIKIN Heat Load Calculation HKGSG paket program ile hesaplanmıştır. Programda belirli olan kriterler üzerine, hesaplamaların yapılabilmesi için gereken verilerin girilmesi sonucunda sistemin istenilen ısı yükleri bulunmuştur.

Bulunan ısı yüklerine göre kurulması düşünülen VRV sisteminin elemanlarının belirlenebilmesi için VRV XPress paket programından faydalanılmıştır. Bu program sayesinde iç ünite seçimleri yapılmış ve seçilen iç ünitelerin bağlanması gereken dış üniteler belirlenmiştir. Ayrıca sistemin kurulması için gerekli olan bakır boru diyagramı ve özellikleri, kablolama diyagramı ve özellikleri, merkezi kumanda seçimi yapılmıştır.

Sistemin bu program üzerinde kurulumunun yapılması, mimari olarak karşılaşılabilecek engellerin önüne geçilebilmektedir. Ayrıca malzemelerin listesi alınabilindiği için ilk yatırım maliyetinin doğru çıkarılması sağlanmaktadır. Bu sayede eksiksiz olarak malzemelerin siparişlerinin verilmesi ve teslim sürelerinin uzun olmasından dolayı uygulama esnasında herhangi bir eksiklik neticesinde zaman kaybının önüne geçilmiş olacaktır.

Ofis binasının iklimlendirme sisteminin seçiminde aynı zamanda önemli bir parametre olan işletme maliyeti de program neticesinde belli olan kapasitelerdeki cihazların yaklaşık toplam enerji sarfiyatını da belirlemektedir. Toplam enerji gereksinimi bina inşaatı esnasında elektrik grubuna aktarılmalıdır. Bu şekilde mekanik için ayrılacak toplam enerji kapasitesi de belirlenmiş olmaktadır.

Görüldüğü gibi iklimlendirme sisteminin seçilmesi inşaatın yapımında bulunan tüm gruplar için önemli bir rol oynamaktadır. Bu sayede binanın yapılmasında karşılaşılan sorunların önüne geçilebilmektedir.

Ofis binalarında iklimlendirme sistem seçimi uygulama yapılacak binalarda, mimari projelendirme safhasında göz önünde bulundurulmalıdır. Bu konu için uzman olan Makina mühendisleri, inşaat mühendisleri, mimarlar ve gerekli olan diğer meslek sahipleri tarafından tartışılmalı ve bina için tüm parametreler gözden geçirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] ASHRAE El Kitabı, Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme Sistemleri ve Ekipmanları, TTMD Teknik Yayın No:17, İstanbul, 2007.
- [2] “Havalandırma Tesisatı”, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yayın No: MMO/2003/297-3, İstanbul, Kasım 2003.
- [3] KÜÇÜKÇALI R., “Yüksek Yapılarda Tesisat”, Isısan çalışmaları No: 361, İstanbul, Eylül 2007.
- [4] KÜÇÜKÇALI R., “Enerji Ekonomisi”, Isısan çalışmaları No: 351, İstanbul, Kasım 2005.
- [5] ÇAKIR K., “Soğutma Semineri Notları”, İTÜ, İstanbul, Mayıs 1999.
- [6] ÇAKIR K., “Raylı Taşımacılıkta Konfor”, MMO Mühendis Makina Dergisi No:408, İstanbul, Ocak 1994.
- [7] TAŞYÜREK M., “İstenmeyen Hava Koşullarına Karşı Alınabilecek Önlemler”, İstanbul, Ocak 2005.

EKLER

Isi Yuku Hesabi

Project Name: Ofis Binasi

Address: Umraniye

20/December/2009

Ugur Sisman

Heat load sum up table

Room name	Fl	Sys -tem	Qty. of rooms	Cooling			Heating			Floor area		Heat load per area		
				Indoor SH	Total	Selected	Time [Hr]	Total	Selected	Humid. [Kg/h]	Time [Hr]	[m2]	Cooling	Heating
101	2	2	1	1208	3759	3947	14	1483	1631	1.47	8	197.3	81.6	
102	2	2	1	442	739	776	14	313	344	0.22	8	64.7	28.7	
103	2	2	1	556	853	896	14	632	695	0.22	8	74.6	57.9	
103-A	2	2	1	16643	20801	21841	9	9525	10478	4.61	8	161.8	77.6	
103-B	2	2	1	24365	31920	33516	15	12178	13396	5.42	8	142.6	57.0	
114	2	2	1	14039	20133	21140	16	8083	8891	4.82	8	183.8	77.3	
115	2	2	1	21030	29526	31422	16	9850	10834	7.06	8	133.1	45.9	
115-A	2	2	1	4249	5596	5876	16	2446	2691	0.94	8	293.8	134.5	
115-B	2	2	1	4249	5596	5876	16	2446	2691	0.94	8	293.8	134.5	
116-A	2	2	1	2151	2593	2723	15	1081	1189	0.35	8	240.9	105.2	
116-B	2	2	1	16522	24220	25431	15	14111	15522	5.26	8	147.9	90.2	
112	2	2	1	11863	16628	17459	10	14215	15637	5.63	8	180.0	161.2	
000	1	1	1	6647	6846	7188	16	4022	4424	0.23	8	239.6	147.5	
001	1	1	1	5024	8797	9237	15	4623	5085	2.66	8	126.5	69.7	
001-B	1	1	1	529	1002	1052	14	531	584	0.30	8	95.6	53.1	
002	1	1	1	5541	7953	8351	15	6598	7256	1.66	8	185.6	161.3	
005	1	1	1	6392	12598	13228	13	8765	9641	5.07	8	116.0	84.6	
007	1	1	1	1159	1740	1827	14	779	857	0.15	8	91.3	42.8	
013-1	1	1	1	1942	2313	2429	9	1251	1376	0.34	8	242.9	137.6	
013	1	1	1	3475	4176	4385	9	1715	1887	0.67	8	115.4	49.6	
013-2	1	1	1	3006	3940	4137	9	1919	2111	0.93	8	206.8	105.5	
013-3	1	1	1	574	1108	1163	14	141	155	0.24	8	83.1	11.1	
014	1	1	1	9462	11075	11629	9	6255	6881	1.66	8	140.1	82.9	
012	1	1	1	25484	31699	33284	15	13262	14588	4.57	8	168.0	86.8	
012-B	1	1	1	3551	4943	5190	13	2327	2560	0.93	8	259.5	128.0	
012-C	1	1	1	793	1588	1667	14	424	466	0.49	8	128.3	35.9	
012-D	1	1	1	711	2255	2368	14	848	933	0.90	8	157.8	62.2	
012-E	1	1	1	848	2889	3033	14	1131	1244	1.17	8	189.6	77.8	
012-F	1	1	1	648	2655	2788	14	1131	1244	1.11	8	348.5	155.5	
012-G	1	1	1	424	1444	1516	14	565	622	0.59	8	189.5	77.7	
006	1	1	1	17161	34628	36569	15	12533	13786	11.45	8	292.6	110.3	
B101	B1	6	1	3037	10240	10752	14	8865	9752	5.90	8	134.4	121.9	
B103	B1	6	1	451	747	784	14	141	155	0.22	8	11.8	13.1	
B103-A	B1	6	1	312	668	701	14	141	155	0.19	8	87.7	19.4	
B103-B	B1	6	1	806	1213	1274	14	702	752	0.29	8	63.7	36.6	
B104	B1	6	1	660	724	760	14	853	938	0.12	8	50.7	62.6	
B104-A	B1	6	1	306	595	625	14	150	165	0.21	8	62.5	16.5	
B113	B1	6	1	8815	29131	30588	14	11399	12539	11.55	8	221.6	90.9	

SH : Sensible heat

Heat load sum up table

Room name	Pl	Sys -tem	Qty. of rooms	Cooling			Heating			Heat load per area				
				Indoor SH	Total	Selected	Time	Total	Selected	Humid.	Time	Floor area	Heat load per area	
				[W]	[W]	[W]	[Hr]	[W]	[W]	[kg/h]	[Hr]	[m2]	[W/m2]	
B114	B1	6	1	4477	15566	16344	14	7080	7787	7.34	8	101.0	161.8	77.1
B115	B1	6	1	1552	4613	4844	14	2231	2454	1.76	8	24.0	201.8	102.2
B116	B1	6	1	1272	4316	4532	14	1713	1884	1.73	8	20.0	226.6	94.2
B117	B1	6	1	1272	4316	4532	14	1713	1884	1.73	8	20.0	226.6	94.2
B118	B1	6	1	1272	4316	4532	14	1713	1884	1.73	8	20.0	226.6	94.2
B119	B1	6	1	4799	13705	14390	14	4997	5497	5.36	8	100.0	143.9	55.0
B120	B1	6	1	1135	3699	3884	14	1414	1555	1.49	8	23.0	168.9	67.6
B121	B1	6	1	1135	3699	3884	14	1414	1555	1.49	8	23.0	168.9	67.6
B122	B1	6	1	2927	8431	8853	14	3369	3705	3.30	8	54.0	163.9	68.6
201	3	3	1	1203	3754	3942	14	1467	1614	1.47	8	20.0	197.1	80.7
202	3	3	1	610	1647	1729	14	653	718	0.62	8	12.0	144.1	59.9
203	3	3	1	696	1733	1820	14	892	981	0.62	8	12.0	151.6	61.8
216-A	3	3	1	3237	3934	4131	9	2659	2925	0.91	8	17.0	243.0	172.1
216	3	3	1	20306	24337	25554	9	12708	13979	4.56	8	175.0	146.0	79.9
213-A	3	3	1	3259	3411	3582	13	1764	1940	0.91	8	17.0	210.7	114.1
213	3	3	1	16556	28521	23647	15	9854	10839	4.64	8	177.0	133.6	61.2
215	3	3	1	15650	20453	21476	16	6640	7303	3.77	8	149.0	144.1	49.0
219-A	3	3	1	3532	4639	4871	16	2302	2532	0.92	8	17.0	286.5	149.0
219	3	3	1	42311	52524	55150	16	19343	21277	8.25	8	390.0	141.4	54.6
220	3	3	1	5898	8949	9396	14	6321	6953	2.15	8	75.0	125.3	92.7
212	3	3	1	10942	15704	16489	10	12099	13308	5.62	8	96.0	171.8	138.6
301	4	4	1	1203	3754	3942	14	1467	1614	1.47	8	20.0	197.1	80.7
302	4	4	1	610	1647	1729	14	653	718	0.62	8	12.0	144.1	59.9
303	4	4	1	696	1733	1820	14	892	981	0.62	8	12.0	151.6	61.8
313-A	4	4	1	3354	4051	4254	9	2739	3013	0.91	8	17.0	250.2	177.2
313-B	4	4	1	3431	3738	3925	9	1898	2087	0.36	8	14.0	280.4	149.1
313-C	4	4	1	3132	3439	3611	9	1722	1894	0.36	8	14.0	257.9	135.3
313	4	4	1	26807	43940	46137	14	16000	17600	12.23	8	415.0	111.2	42.4
316	4	4	1	13777	16415	17236	15	7871	8658	1.93	8	80.0	215.4	108.2
318	4	4	1	4212	6780	7119	14	2109	2320	2.04	8	95.0	74.9	24.4
318-A	4	4	1	9603	12169	12777	16	3695	4065	2.12	8	105.0	121.7	38.7
318-B	4	4	1	1736	2204	2314	14	2331	2564	0.35	8	12.0	192.9	213.7
318-C	4	4	1	2017	3294	3459	15	2606	2867	0.89	8	30.0	115.3	95.6
319	4	4	1	7934	10626	11157	16	7994	8793	2.37	8	52.0	214.6	169.1
320	4	4	1	3558	4669	4902	16	2298	2528	0.93	8	18.0	272.4	140.4
321	4	4	1	3558	4669	4902	16	2298	2528	0.93	8	18.0	272.4	140.4
322	4	4	1	3558	4669	4902	16	2298	2528	0.93	8	18.0	272.4	140.4
323	4	4	1	3558	4669	4902	16	2298	2528	0.93	8	18.0	272.4	140.4

SH : Sensible heat

Heat load sum up table

Room name	Pl	Sys - -tem	Qty. of rooms	Cooling			Heating			Heat load per area				
				Indoor SH	Total	Selected	Time [Hr]	Total	Selected	Humid. [kg/h]	Time [Hr]	Floor area [m2]	Cooling	Heating
324	4	4	1	3558	4669	4902	16	2298	2528	0.93	8	18.0	272.4	140.4
325	4	4	1	3558	4669	4902	16	2298	2528	0.93	8	18.0	272.4	140.4
326	4	4	1	3838	5329	5595	16	2158	2374	0.93	8	18.0	310.9	131.9
327	4	4	1	3558	4669	4902	16	2298	2528	0.93	8	18.0	272.4	140.4
328	4	4	1	3904	5874	6168	16	2959	3255	1.69	8	32.0	192.7	101.7
312	4	4	1	11815	15663	16446	9	11780	12957	5.62	8	96.0	171.3	135.0
T01	5	5	1	3584	7058	7411	15	7584	8342	2.90	8	45.0	164.7	185.4
T02-A	5	5	1	839	2904	3049	15	2857	3142	1.53	8	9.0	338.8	349.1
T03-A	5	5	1	624	2689	2823	15	2002	2202	1.53	8	9.0	313.7	244.6
T04	5	5	1	15356	18497	19422	16	12879	14167	2.50	8	55.0	353.1	257.6
T05	5	5	1	44219	75743	79530	15	43838	48222	19.84	8	230.0	345.8	209.7
Peak load of building			87	505161	821721	862807	15	423893	466282	220.16	8	5239.1	164.7	89.0

SH : Sensible heat

Table of system heat load

SYS - Tem	Cooling						Heating							
	Time [Hr]	F/A vol [m3/h]	Indoor SH	Indoor	Outside	Total	Selected	Time [Hr]	F/A vol [m3/h]	Indoor	Outside	Total	Selected	Humid. [kg/h]
					[W]						[W]			
1	15	7904	84546	99777	37064	136841	143683	8	7904	37781	31038	68819	75700	35.12
2	15	7870	104933	118457	36902	155359	163127	8	7870	45458	30905	76363	83999	36.94
3	15	7038	107855	120395	33003	153398	161068	8	7038	49066	27635	76701	84371	34.43
4	15	8874	109717	122761	41613	164374	172593	8	8874	50112	34847	84959	93454	40.98
5	15	6880	64061	74211	32261	106472	111796	8	6880	42140	27019	69159	76075	28.29
6	14	10774	34218	54927	51052	105979	111278	8	10774	5587	42307	47894	52683	44.39

If total indoor heat load is negative, it is not calculated.
 F/A : Fresh air
 SH : Sensible heat

System table

System	Room name	Floor	Rooms
1	000	1	1
1	001	1	1
1	001-B	1	1
1	002	1	1
1	005	1	1
1	007	1	1
1	013-1	1	1
1	013-2	1	1
1	013-3	1	1
1	014	1	1
1	012	1	1
1	012-B	1	1
1	012-C	1	1
1	012-D	1	1
1	012-E	1	1
1	012-F	1	1
1	012-G	1	1
1	006	1	1
2	101	2	1
2	102	2	1
2	103	2	1
2	103-A	2	1
2	103-B	2	1
2	114	2	1
2	115	2	1
2	115-A	2	1
2	115-B	2	1
2	116-A	2	1
2	116-B	2	1
3	201	3	1
3	202	3	1
3	203	3	1
3	216-A	3	1
3	216	3	1
3	213-A	3	1
3	213	3	1
3	215	3	1
3	219-A	3	1

System	Room name	Floor	Rooms
3	219	3	1
3	220	3	1
3	212	3	1
4	301	4	1
4	302	4	1
4	303	4	1
4	313-A	4	1
4	313-B	4	1
4	313-C	4	1
4	313	4	1
4	316	4	1
4	318	4	1
4	318-A	4	1
4	318-B	4	1
4	318-C	4	1
4	319	4	1
4	320	4	1
4	321	4	1
4	322	4	1
4	323	4	1
4	324	4	1
4	325	4	1
4	326	4	1
4	327	4	1
4	328	4	1
4	312	4	1
5	T01	5	1
5	T02-A	5	1
5	T03-A	5	1
5	T04	5	1
5	T05	5	1
6	B101	B1	1
6	B103	B1	1
6	B103-A	B1	1
6	B103-B	B1	1
6	B104	B1	1
6	B104-A	B1	1
6	B113	B1	1
6	B114	B1	1
6	B115	B1	1

System table

System	Room name	Floor	Rooms
6	B116	B1	1
6	B117	B1	1
6	B118	B1	1
6	B119	B1	1
6	B120	B1	1
6	B121	B1	1
6	B122	B1	1

System	Room name	Floor	Rooms

Room data (Input data)


Project name Ofis Binasi
 Address Uraniye
 City Istanbul/Turkey
 Outer wall assembly Normal Concrete
 Max. fresh air temp. in summer(C) 32.5
 Min. fresh air temp. in winter(C) -2.0
 Room name 103-B
 Floor No 2
 System No 2
 No of rooms 1
 Usage of Room Office
 Ceiling board Available
 Method of fresh air intake Total heat exchange
 Floor area(m2) 235.0
 Ceiling height(m) 3.2
 RoofNon-air-conditioned Overhead room, Flat roof , Inclined roof , Window glass ceiling area(m2) 0.0 0.0 0.0
 Non-air-conditioned Earth floor , with air layer, Without air layer, Pilotis Floor area(m2) 0.0 0.0 0.0
 Outer wall length(m) <1> N E S W NE SE SW NW Shade
 0.0 0.0 0.0 15.0 12.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 Window area on <1> 0.0 0.0 22.4 40.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 outer wall(m2)
 Non-conditioned inner<1> 0.0 3.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 wall length(m)
 Outer wall length with negative value is regarded as underground wall.
 Cooling load heat gain Sensible heat, Latent heat from equipments(W) 2500
 Operating time zone 8:00 to 18:00
 Internal heatgaining schedule (%) Time 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
 Lighting 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100
 Persons 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100
 Equipments 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100

Design room temperature in summer(CBS) 24.0
 Design room humidity in summer(%RH) 50.0
 Design room temperature in winter(CBS) 22.0
 Design room humidity in winter(%RH) 50.0
 Fresh air intake Air volume(m3/h) Exchange Efficient(%)
 Summer 992.0 50.0
 Winter 992.0 50.0
 infiltration ventilation(Times/h) Summer 0.20
 Winter 0.30
 Heating load internal heat gain(to ratio of cooling load internal heat gain)(%)
 Lighting: 50 persons: 50 Equipments: 50
 Window type <1> Heat absorbing 12mm
 Blind type Neutral tints
 Shading Factor/CHFC 0.45/4.77
 Lighting Fluorescent lamp(W/m2) 20.0
 Incandescent lamp(W/m2) 0.0
 No of persons 25
 Depth of underground wall(m) 0.0
 Underground wall is valid only when outer wall is negative value.
 Height above attic(m) 0.8
 Humidifying method Without humidifier
 Overall heat transfer coefficient (W/m2K) Wall type
 Outer wall <1> III
 Inner wall <1> 2.62
 Roof(with ceiling board) 1.66
 Ceiling(with ceiling board) 1.95
 Mezz floor(with air layer) 1.49
 Mezz floor(without air layer) 2.69
 Pilotis 3.29
 Earth floor 0.90
 Underground wall(depth<=2.4m) 1.56 (W/mK)
 Underground wall(depth>2.4m) 0.45
 Safety factor Cooling 1.05
 Heating 1.10

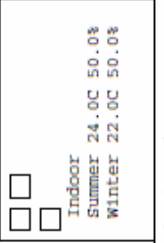
CHFC : Overall heat transfer coefficient

Heat load graph

Room name	Floor	System	Rooms	Usage	F1 area (m2)	Height (m)	No of person
103-B	2	2	1	Office	235.0	3.2	25

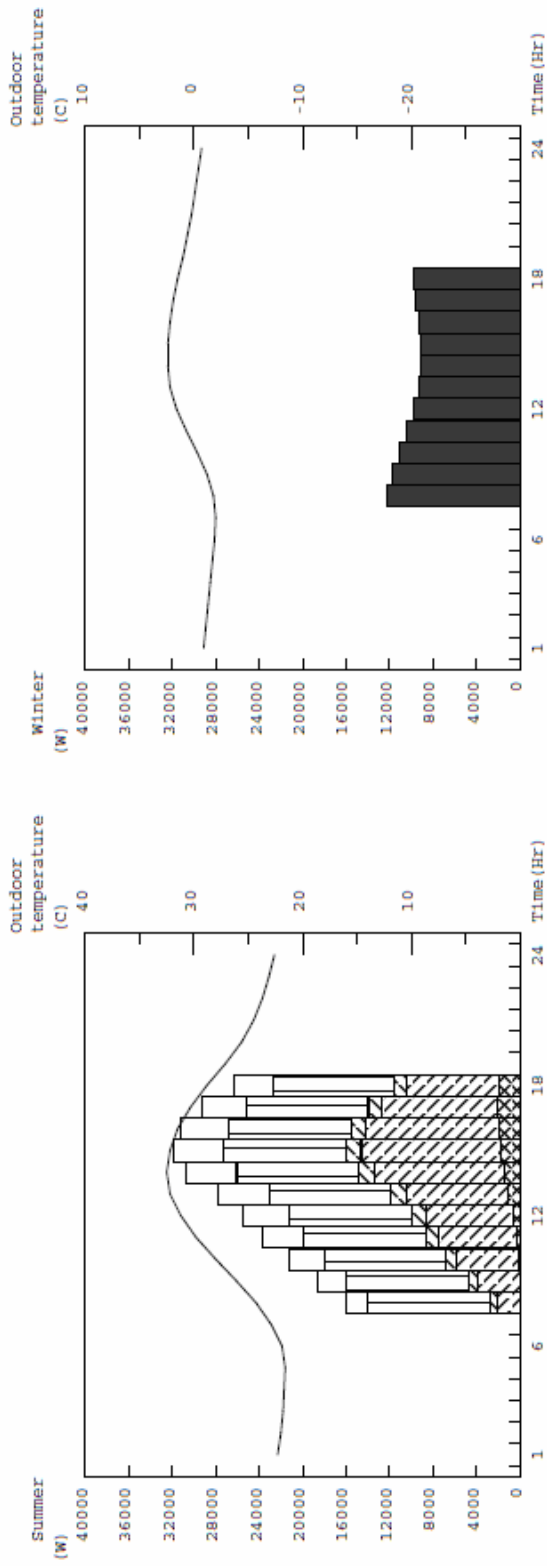


Outdoor
Summer 32.2C 57.0%
Winter -1.8C 83.2%



Indoor
Summer 24.0C 50.0%
Winter 22.0C 50.0%

Fresh air Vol. Summer:992.0m3/h Winter:992.0m3/h



[Detail]

(W)	Time	Outer wall	Roof & Ceiling	Inner wall	Floor	Window	Infiltration		Human body		Equipments		Fresh air	Total heat load	Selected heat load	
		15	0	82	0	12889	SH	LH	SH	LH	SH	LH	0	31920	33516	
Winter	8	3232	0	239	0	7538	1949	1141	-700	1400	1900	2500	-1250	-0	12178	13396

Note) Total indoor heat load & selected heat load are not contained latent heat.
SH : Sensible heat
LH : Latent heat

Proje ismi Ofis Binası
Referans SAU Yüksek Lisans Tezi
Müşteri İsmi Uğur ŞİŞMAN

İç ünitelere ait seçim parametrelerini İç Ünite Detayları Bölümünde bulabilirsiniz.
Dış ünitelere ait seçim parametrelerini Dış Ünite Detayları Bölümünde bulabilirsiniz.
Sadece teknik data kitabında yazan veriler doğrudur. Bu program teknik dataların yaklaşık değerlerini kullanmaktadır.

1. Malzeme listesi

Model	Miktar	Açıklama
REYQ46P8Y1B	1	Isı geri kazanımlı VRV III P COMPACT
RXYQ10P7W1B	1	Heat pump VRV III P COMPACT
RXYQ14P7W1BA	1	Heat pump VRV III P COMPACT
RXYQ16P7W1BA	2	Heat pump VRV III P COMPACT
RXYQ18P7W1BA	1	Heat pump VRV III P COMPACT
RXYQ26P8W1BA	1	Heat pump VRV III P COMPACT
RXYQ28P7W1BA	1	Heat pump VRV III P COMPACT
RXYQ30P7W1BA	2	Heat pump VRV III P COMPACT
RXYQ34P7W1BA	3	Heat pump VRV III P COMPACT
RXYQ36P7W1BA	1	Heat pump VRV III P COMPACT
RXYQ38P8W1BA	1	Heat pump VRV III P COMPACT
BSVQ100PV18V1B	12	BS - Gaz dağıtım kutusu R410A
BSVQ160PV18V1B	3	BS - Gaz dağıtım kutusu R410A
BSVQ250PV18V1B	2	BS - Gaz dağıtım kutusu R410A
FXSQ100M8V3B	33	S - Gizli tavan
FXSQ125M8V3B	16	S - Gizli tavan
FXSQ20M8V3B	11	S - Gizli tavan
FXSQ25M8V3B	5	S - Gizli tavan
FXSQ32M8V3B	5	S - Gizli tavan
FXSQ40M8V3B	22	S - Gizli tavan
FXSQ50M8V3B	11	S - Gizli tavan
FXSQ63M8V3B	23	S - Gizli tavan
FXSQ80M8V3B	31	S - Gizli tavan
KHRQ22M20T	46	REFNET borulama kiti
KHRQ22M29T	26	REFNET borulama kiti
KHRQ22M64T	38	REFNET borulama kiti
KHRQ22M75T	16	REFNET borulama kiti
KHRQ23M20T	6	REFNET borulama kiti
KHRQ23M29T	2	REFNET borulama kiti
KHRQ23M64T	5	REFNET borulama kiti
KHRQ23M75T	3	REFNET borulama kiti
DAM602B51	1	Imanager
BRC1D52	157	Uzaktan Kumanda
BHFQ22P1007	8	Dış ünite çoklu boru bağlantı kiti (2 dış ünite için)
BHFQ22P1517	1	Dış ünite çoklu boru bağlantı kiti (3 dış ünite için)
BHFQ23P1357	1	Dış ünite bağlantı kiti (3 dış ünite için)

İç Ünite Detayları

1.1. Kısaltmalar Tablosu

Mahal	Ünitenin mantıksal ismi, muhtemelen önceki oda ismiyle	Hava Debisi	Düşük ve yüksek fan hızındaki hava debisi
FCU	Cihaz model ismi	Ses	Ses Basıncı düşük ve yüksek
Sıc Soğ	Soğutmada iç ortam şartları (kuru term. sıcak. / BN)	MCA	Minimum amperaj
TS	Mevcut toplam soğutma kapasitesi	Sigortalar	Sigortalar
SC	Mevcut duyulur soğutma kapasitesi	GxYxD	GenişlikxYüksxDerinlik
Sıc Isıt	Isıtmada iç ortam sıcaklığı	Ağır	Cihazın ağırlığı
İK	Mevcut Isıtma Kapasitesi (donma koruması düzeltilmesi dahil)		

1.2. B1 - REYQ46P8Y1B

Dizayn şartları ve kombinasyon oranı (115%) için gerçek kapasite

Mahal	FCU	Sıc Soğ	TS	SC	Sıc Isıt	İK	Hava Debisi
		°C	kW	kW	°C	kW	m ³ /h
B101-1	FXSQ100M8V3B	24,0 / 50%	9,1	6,8	20,0	8,3	1230-1680
B101-2	FXSQ100M8V3B	24,0 / 50%	9,1	6,8	20,0	8,3	1230-1680
B103-B	FXSQ40M8V3B	24,0 / 50%	3,7	2,8	20,0	3,3	540-690
B103-A	FXSQ20M8V3B	24,0 / 50%	1,8	1,6	20,0	1,7	390-540
B103	FXSQ20M8V3B	24,0 / 50%	1,8	1,6	20,0	1,7	390-540
B120	FXSQ40M8V3B	24,0 / 50%	3,7	2,8	20,0	3,3	540-690
B122	FXSQ100M8V3B	24,0 / 50%	9,1	6,8	20,0	8,3	1230-1680
B121	FXSQ40M8V3B	24,0 / 50%	3,7	2,8	20,0	3,3	540-690
B119-1	FXSQ80M8V3B	24,0 / 50%	7,3	5,4	20,0	6,6	1200-1620
B119-2	FXSQ80M8V3B	24,0 / 50%	7,3	5,4	20,0	6,6	1200-1620
B115	FXSQ50M8V3B	24,0 / 50%	4,6	3,5	20,0	4,2	660-900
B118	FXSQ50M8V3B	24,0 / 50%	4,6	3,5	20,0	4,2	660-900
B117	FXSQ50M8V3B	24,0 / 50%	4,6	3,5	20,0	4,2	660-900
B116	FXSQ50M8V3B	24,0 / 50%	4,6	3,5	20,0	4,2	660-900
B104-1	FXSQ20M8V3B	24,0 / 50%	1,8	1,6	20,0	1,7	390-540
B104-2	FXSQ20M8V3B	24,0 / 50%	1,8	1,6	20,0	1,7	390-540
B113-1	FXSQ80M8V3B	24,0 / 50%	7,3	5,4	20,0	6,6	1200-1620
B113-2	FXSQ80M8V3B	24,0 / 50%	7,3	5,4	20,0	6,6	1200-1620
B113-3	FXSQ63M8V3B	24,0 / 50%	5,7	4,4	20,0	5,2	930-1260
B113-4	FXSQ63M8V3B	24,0 / 50%	5,7	4,4	20,0	5,2	930-1260
B114-1	FXSQ80M8V3B	24,0 / 50%	7,3	5,4	20,0	6,6	1200-1620
B114-2	FXSQ100M8V3B	24,0 / 50%	9,1	6,8	20,0	8,3	1230-1680
Toplam			121,1	91,5		110,1	

Mahal	Ses	MCA	Sigortalar	GxYxD	Ağır
	dBA	A		mm	kg
B101-1	33-38	1,5		1400x300x800	51
B101-2	33-38	1,5		1400x300x800	51
B103-B	29-33	0,6		700x300x800	30
B103-A	28-32	0,5		550x300x800	30
B103	28-32	0,5		550x300x800	30
B120	29-33	0,6		700x300x800	30
B122	33-38	1,5		1400x300x800	51
B121	29-33	0,6		700x300x800	30
B119-1	31-37	1,4		1400x300x800	51
B119-2	31-37	1,4		1400x300x800	51
B115	31-35	0,9		700x300x800	31
B118	31-35	0,9		700x300x800	31
B117	31-35	0,9		700x300x800	31
B116	31-35	0,9		700x300x800	31
B104-1	28-32	0,5		550x300x800	30
B104-2	28-32	0,5		550x300x800	30
B113-1	31-37	1,4		1400x300x800	51
B113-2	31-37	1,4		1400x300x800	51
B113-3	30-35	1,1		1000x300x800	41
B113-4	30-35	1,1		1000x300x800	41
B114-1	31-37	1,4		1400x300x800	51
B114-2	33-38	1,5		1400x300x800	51

Girilen değerler ile %100 kombinasyonda diversiteli kapasite

Mahal	TS	SC	IK
	kW	kW	kW
B101-1	9,3	6,8	9,5
B101-2	9,3	6,8	9,5
B103-B	3,7	2,8	3,8
B103-A	1,9	1,6	1,9
B103	1,9	1,6	1,9
B120	3,7	2,8	3,8
B122	9,3	6,8	9,5
B121	3,7	2,8	3,8
B119-1	7,4	5,4	7,6
B119-2	7,4	5,4	7,6
B115	4,6	3,5	4,7
B118	4,6	3,5	4,7
B117	4,6	3,5	4,7
B116	4,6	3,5	4,7
B104-1	1,9	1,6	1,9
B104-2	1,9	1,6	1,9
B113-1	7,4	5,4	7,6
B113-2	7,4	5,4	7,6
B113-3	5,8	4,5	5,9
B113-4	5,8	4,5	5,9
B114-1	7,4	5,4	7,6
B114-2	9,3	6,8	9,5
Toplam	123,2	92,4	125,8

Mahal	Model	Komb	Sic Soğ	CC	EER	Sic Ist	IK	COP	Borulama	Akışkan
		%	°C	kW		°C	kW		m	kg
	* RXYQ8P8W1B									
1K ZON II	RXYQ34P7W1BA	110	32,0	90,0	3,6 / 3,1	0,0	76,7	2,7 / 3,8	45,0	23,2
	* RXYQ18P7W1BA									
	* RXYQ16P7W1BA									
1K ZON III	RXYQ30P7W1BA	114	32,0	81,1	3,8 / 3,2	0,0	64,4	2,8 / 3,8	45,0	20,3
	* RXYQ18P7W1BA									
	* RXYQ12P7W1B									
2K ZON I	RXYQ14P7W1BA	116	32,0	39,6	3,8 / 3,2	0,0	32,5	2,8 / 4	45,0	11,3
2K ZON II	RXYQ34P7W1BA	108	32,0	88,5	3,6 / 3,1	0,0	76,7	2,7 / 3,8	45,0	23,2
	* RXYQ18P7W1BA									
	* RXYQ16P7W1BA									
2K ZON III	RXYQ30P7W1BA	103	32,0	74,0	3,8 / 3,2	0,0	64,1	2,8 / 3,8	45,0	20,3
	* RXYQ18P7W1BA									
	* RXYQ12P7W1B									
3K ZON I	RXYQ28P7W1BA	110	32,0	74,0	3,8 / 3,3	0,0	63,9	2,7 / 3,8	45,0	20,1
	* RXYQ18P7W1BA									
	* RXYQ10P7W1B									
3K ZON III	RXYQ16P7W1BA	118	32,0	45,1	3,7 / 3,2	0,0	38,0	2,6 / 3,9	45,0	11,5
3K ZON II	RXYQ34P7W1BA	105	32,0	86,0	3,6 / 3,1	0,0	76,6	2,7 / 3,8	45,0	23,2
	* RXYQ18P7W1BA									
	* RXYQ16P7W1BA									
CK ZON I	RXYQ36P7W1BA	106	32,0	90,7	3,5 / 3	0,0	77,4	2,7 / 3,7	45,0	23,4
	* 2xRXYQ18P7W1BA									
CK ZON II	RXYQ16P7W1BA	106	32,0	41,4	3,7 / 3,2	0,0	37,8	2,6 / 3,9	45,0	11,5

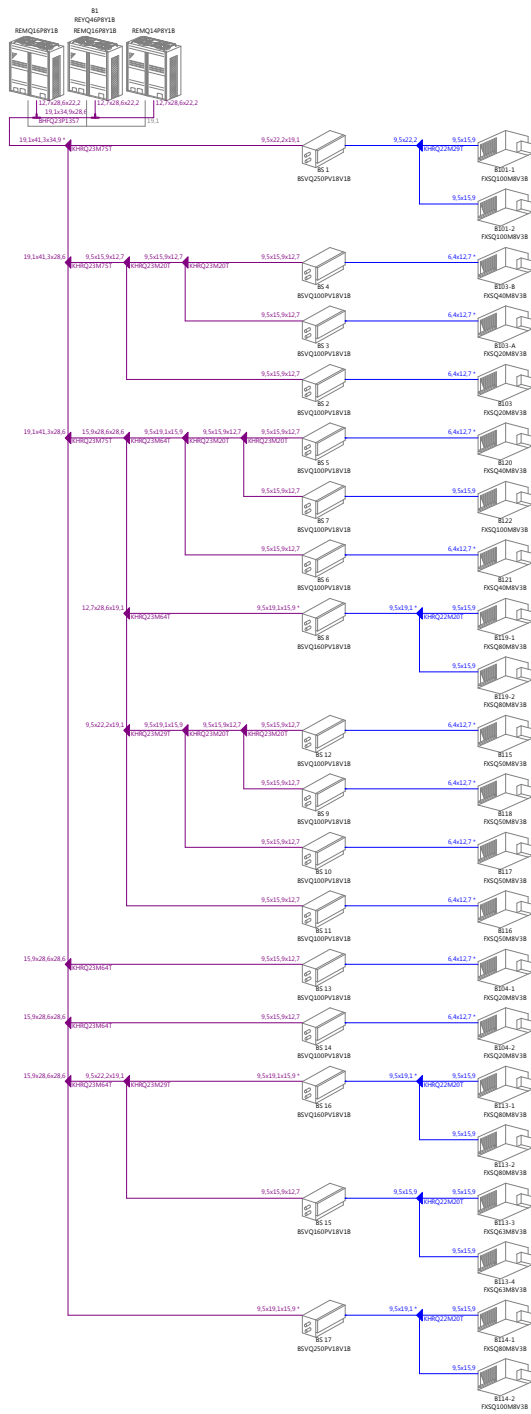
Mahal	Model	PS	Amperaj	St Curr	Sigortalar	GxD	Ağır
			A	A		mm	kg
B1	REYQ46P8Y1B	400V 3Nph				3720x1680x765	1002
	* 2xREMQ16P8Y1B		2	85	cfr. local legislation		
	* REMQ14P8Y1B		2	84	cfr. local legislation		
BS 1	BSVQ250PV18V1B					388x207x326	15
BS 4	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 3	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 2	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 5	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 7	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 6	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 8	BSVQ160PV18V1B					388x207x326	14
BS 12	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 9	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 10	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 11	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 13	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 14	BSVQ100PV18V1B					388x207x326	14
BS 16	BSVQ160PV18V1B					388x207x326	14
BS 15	BSVQ160PV18V1B					388x207x326	14
BS 17	BSVQ250PV18V1B					388x207x326	15
1K ZON I	RXYQ18P7W1BA	400V 3Nph	24,2	85	cfr. local legislation	1240x1680x765	324
ZK ZON I	RXYQ10P7W1B	400V 3Nph	10,6	74	cfr. local legislation	930x1680x765	240
ZK ZON II	RXYQ26P8W1BA	400V 3Nph				2170x1680x765	512
	* RXYQ18P7W1BA		24,2	85	cfr. local legislation		
	* RXYQ8P8W1B		7,5		cfr. local legislation		
ZK ZON III	RXYQ38P8W1BA	400V 3Nph				3100x1680x765	751
	* RXYQ18P7W1BA		24,2	85	cfr. local legislation		

Mahal	Model	PS	Amperaj	St Curr	Sigortalar	GxYxD	Ağır
			A	A		mm	kg
	* RXYQ12P7W1B		14	75	cfr. local legislation		
	* RXYQ8P8W1B		7,5		cfr. local legislation		
1K ZON II	RXYQ34P7W1BA	400V 3Nph				2480x1680x765	640
	* RXYQ18P7W1BA		24,2	85	cfr. local legislation		
	* RXYQ16P7W1BA		21,3	85	cfr. local legislation		
1K ZON III	RXYQ30P7W1BA	400V 3Nph				2170x1680x765	565
	* RXYQ18P7W1BA		24,2	85	cfr. local legislation		
	* RXYQ12P7W1B		14	75	cfr. local legislation		
2K ZON I	RXYQ14P7W1BA	400V 3Nph	18,4	84	cfr. local legislation	1240x1680x765	316
2K ZON II	RXYQ34P7W1BA	400V 3Nph				2480x1680x765	640
	* RXYQ18P7W1BA		24,2	85	cfr. local legislation		
	* RXYQ16P7W1BA		21,3	85	cfr. local legislation		
2K ZON III	RXYQ30P7W1BA	400V 3Nph				2170x1680x765	565
	* RXYQ18P7W1BA		24,2	85	cfr. local legislation		
	* RXYQ12P7W1B		14	75	cfr. local legislation		
3K ZON I	RXYQ28P7W1BA	400V 3Nph				2170x1680x765	565
	* RXYQ18P7W1BA		24,2	85	cfr. local legislation		
	* RXYQ10P7W1B		10,6	74	cfr. local legislation		
3K ZON III	RXYQ16P7W1BA	400V 3Nph	21,3	85	cfr. local legislation	1240x1680x765	316
3K ZON II	RXYQ34P7W1BA	400V 3Nph				2480x1680x765	640
	* RXYQ18P7W1BA		24,2	85	cfr. local legislation		
	* RXYQ16P7W1BA		21,3	85	cfr. local legislation		
CK ZON I	RXYQ36P7W1BA	400V 3Nph				2480x1680x765	648
	* 2xRXYQ18P7W1BA		24,2	85	cfr. local legislation		
CK ZON II	RXYQ16P7W1BA	400V 3Nph	21,3	85	cfr. local legislation	1240x1680x765	316

3. Borulama Diyagramları

Diyagramda * ile işaretlenmiş borular cihaza redüksiyonlu joint ile bağlanmalıdır.

3.1. Borulama B1



4. Kablolama Diyagramları

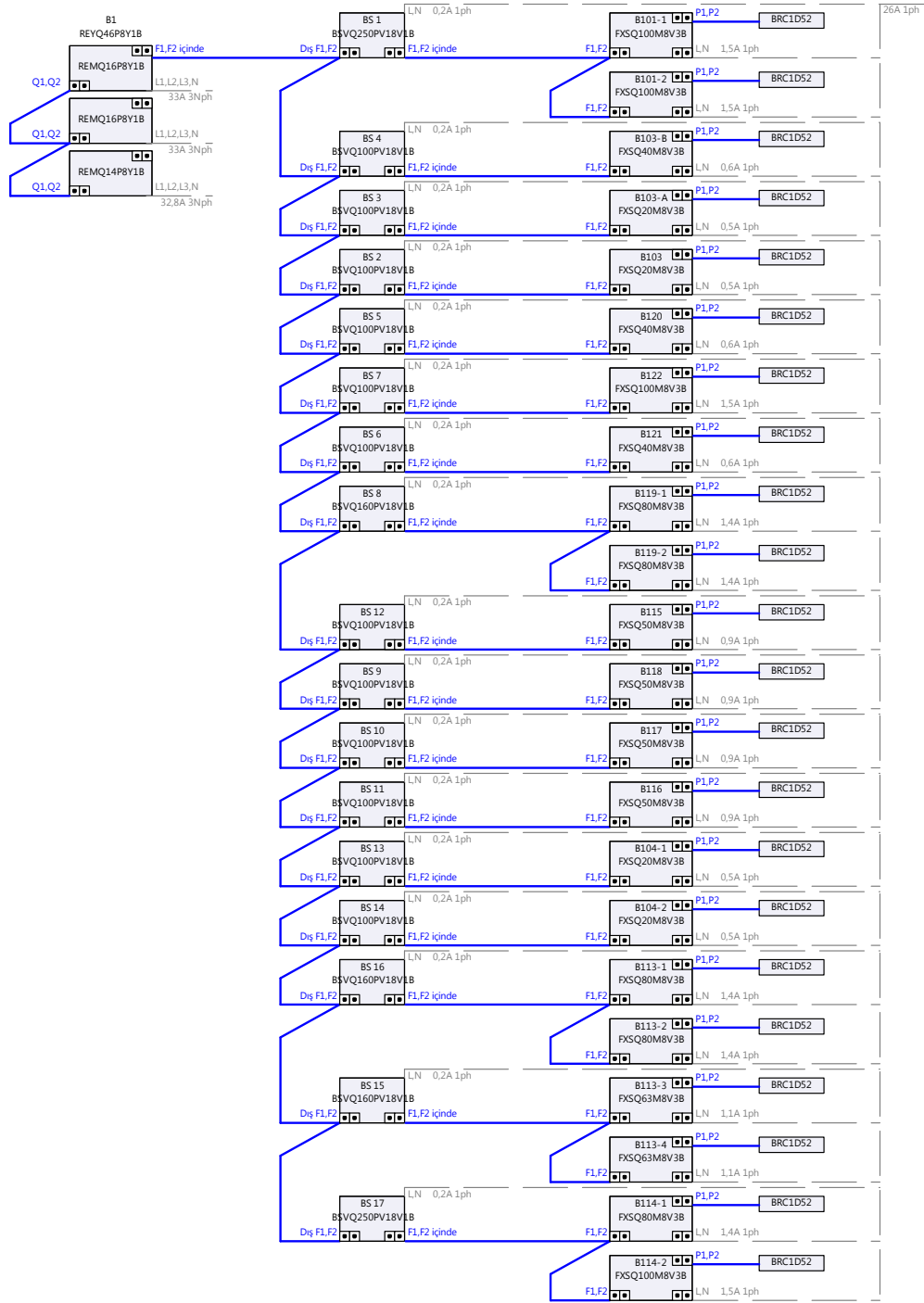
P1P2 = 16-2 AWG 2 damarlı kablo (kutupsuz kablolama sistemi)

F1F2 = 16-2 AWG 2 damarlı kablo (kutupsuz kablolama sistemi)

4.1. Merkezi Kumandalar



4.2. Kablolama B1

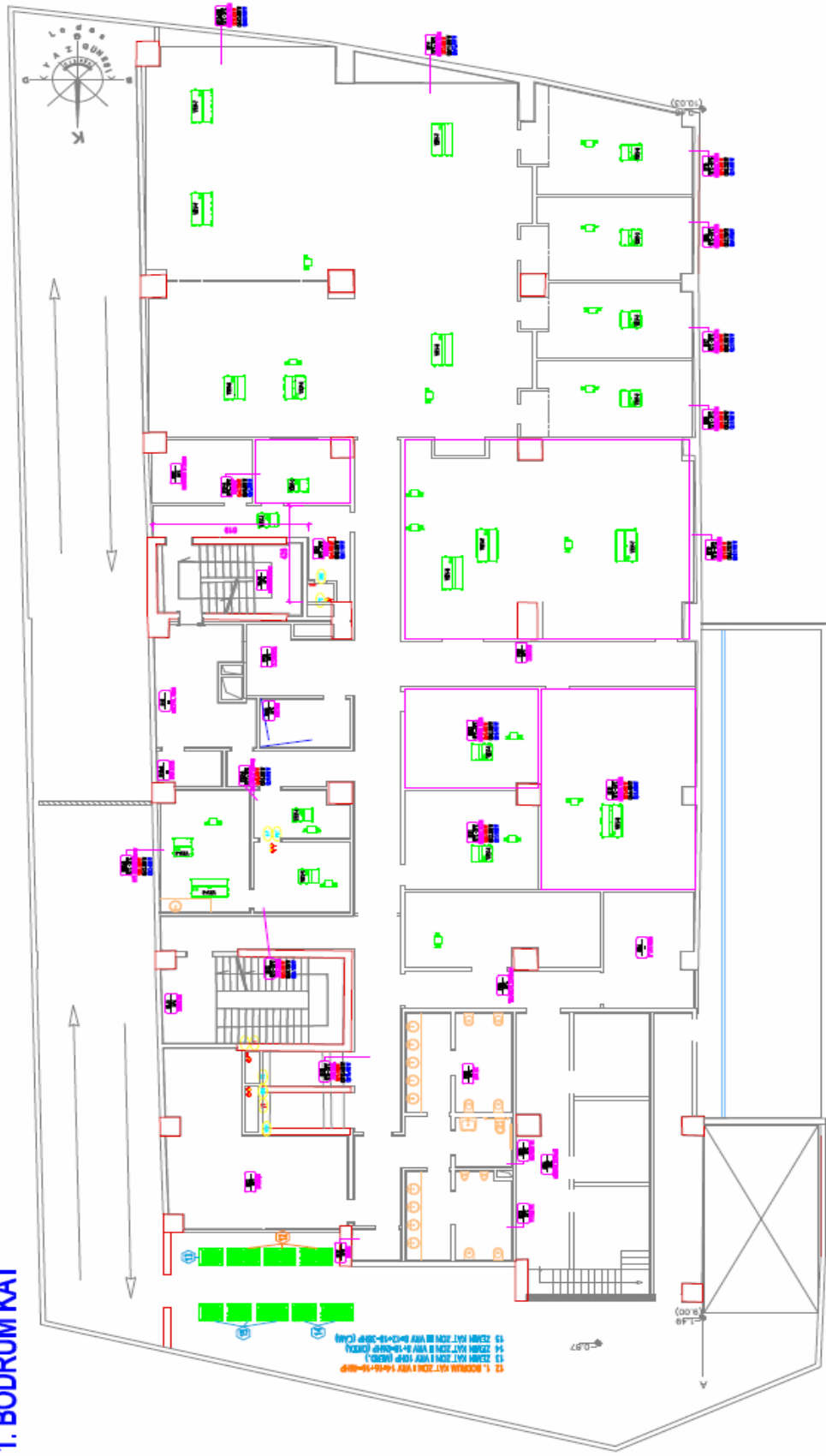


5. Cihaz Aksesuarları

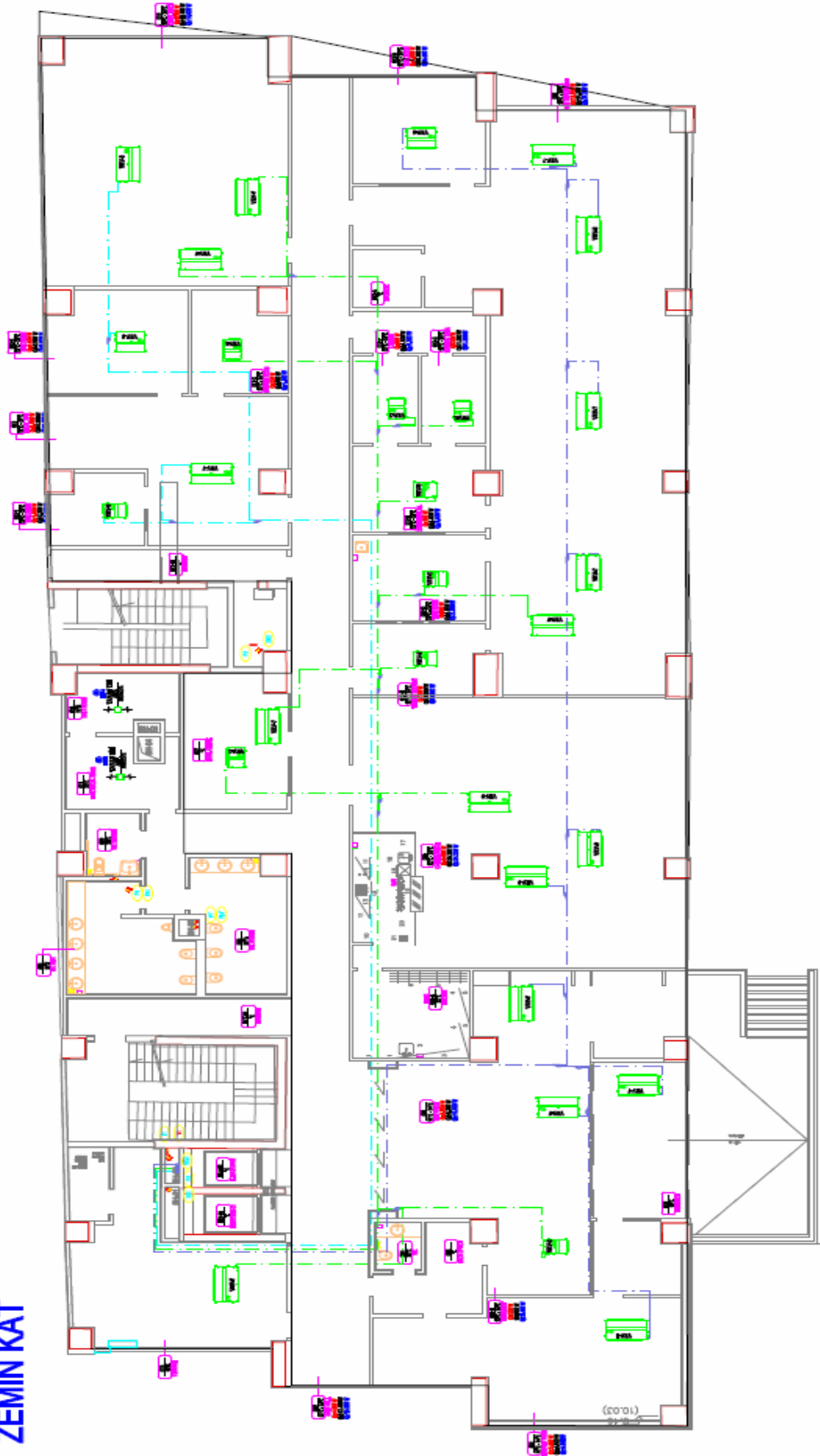
5.1. Dış ünite aksesuarları

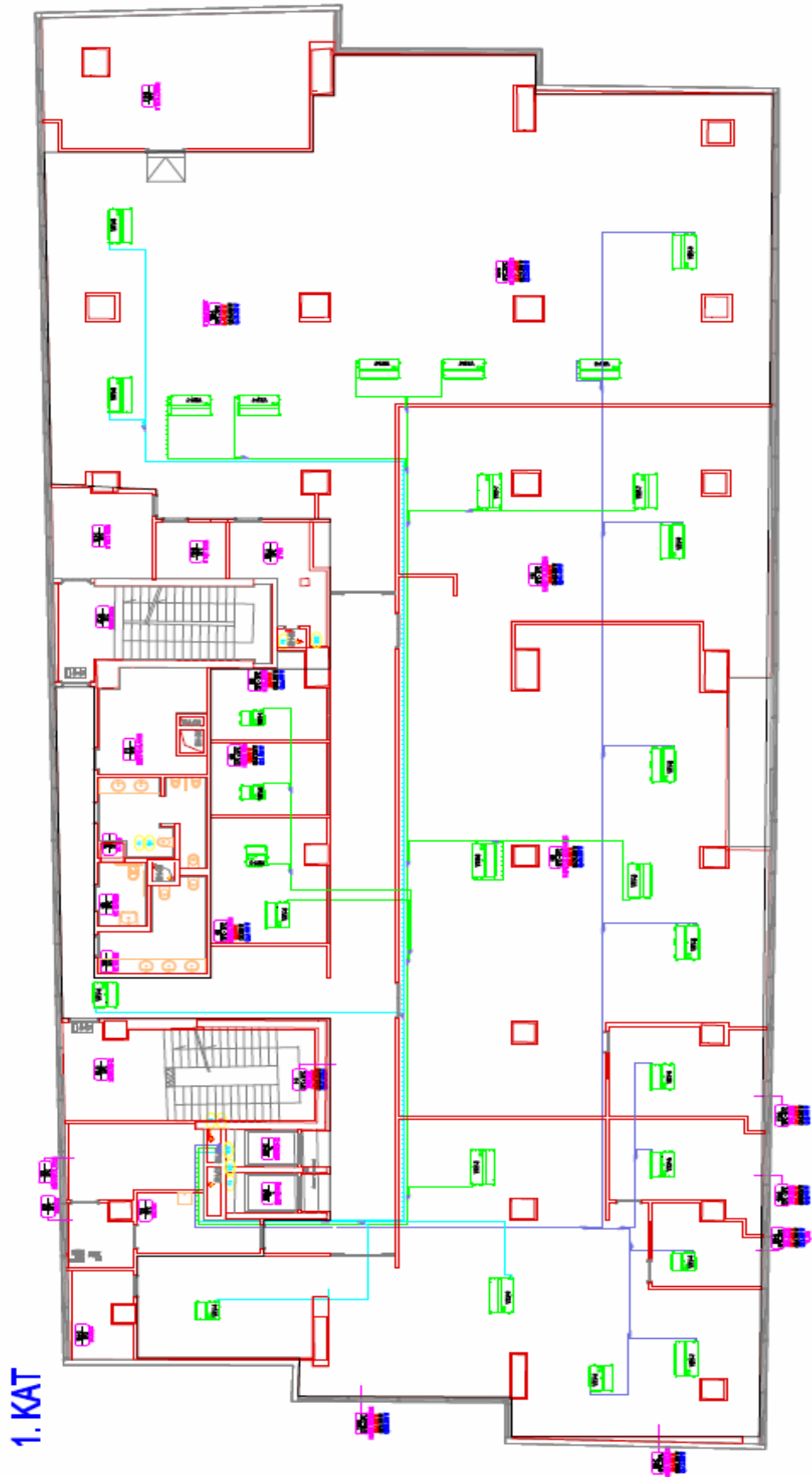
Model	Açıklama	Kullanan		
BHFQ22P1517	Dış ünite çoklu boru bağlantı kiti (3 dış ünite için)	ZK ZON III [RXYQ38P8W1BA]		
BHFQ22P1007	Dış ünite çoklu boru bağlantı kiti (2 dış ünite için)	ZK ZON II [RXYQ26P8W1BA]	1K ZON III [RXYQ30P7W1BA]	1K ZON II [RXYQ34P7W1BA]
		2K ZON II [RXYQ34P7W1BA]	2K ZON III [RXYQ30P7W1BA]	CK ZON I [RXYQ36P7W1BA]
		3K ZON I [RXYQ28P7W1BA]	3K ZON II [RXYQ34P7W1BA]	
BHFQ23P1357	Dış ünite bağlantı kiti (3 dış ünite için)	B1 [REYQ46P8Y1B]		

1. BODRUM KAT

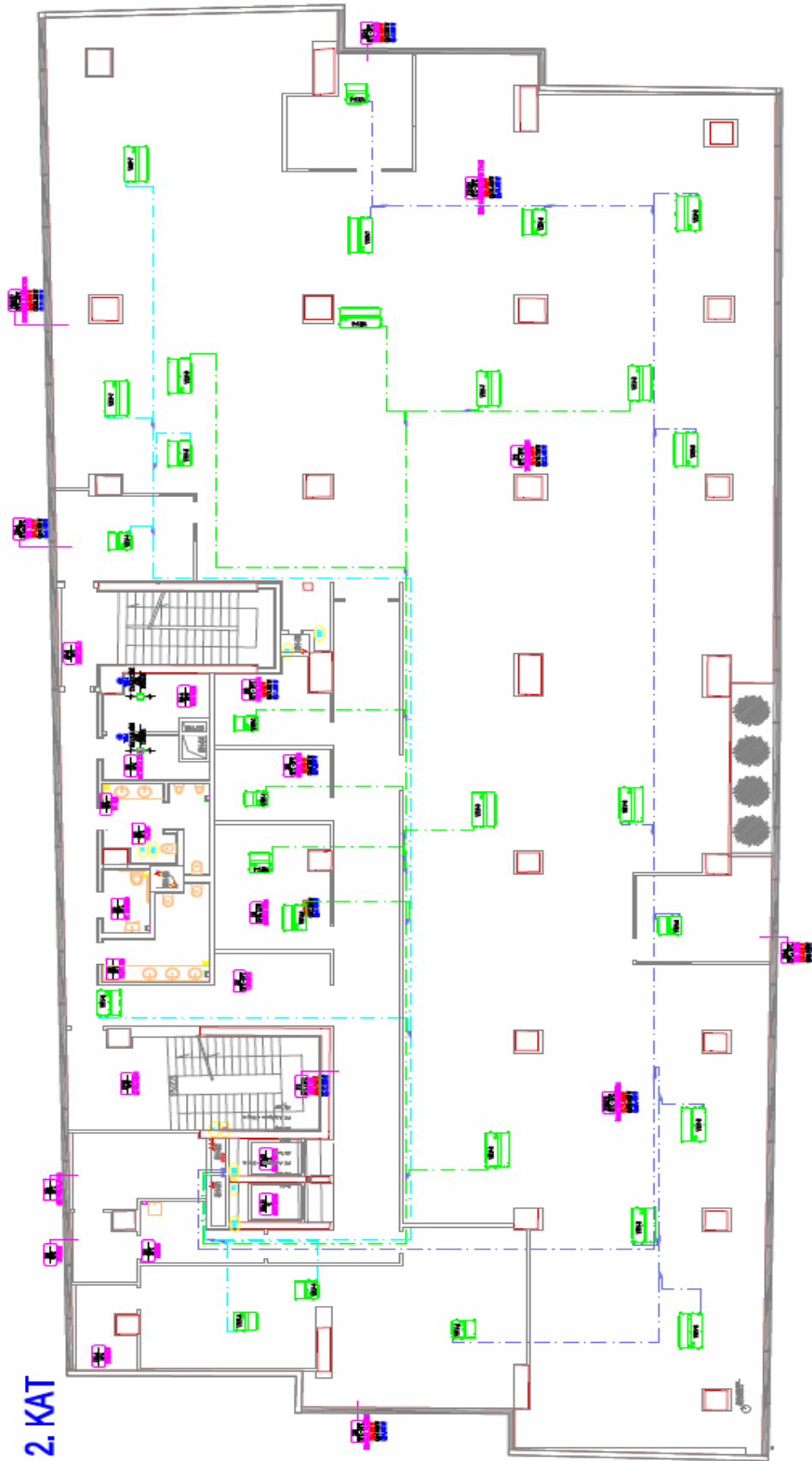


ZEMIN KAT

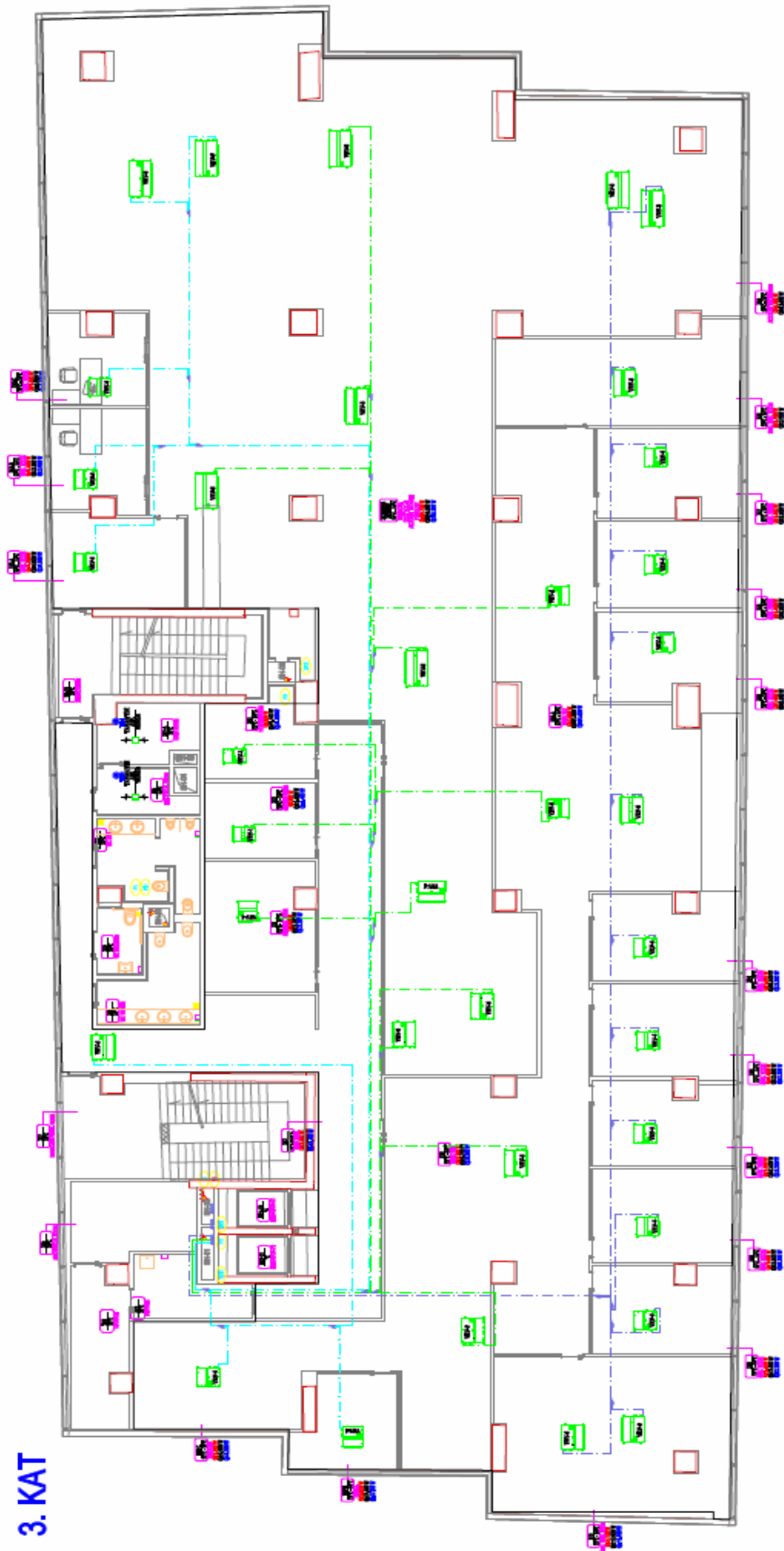




1. KAT

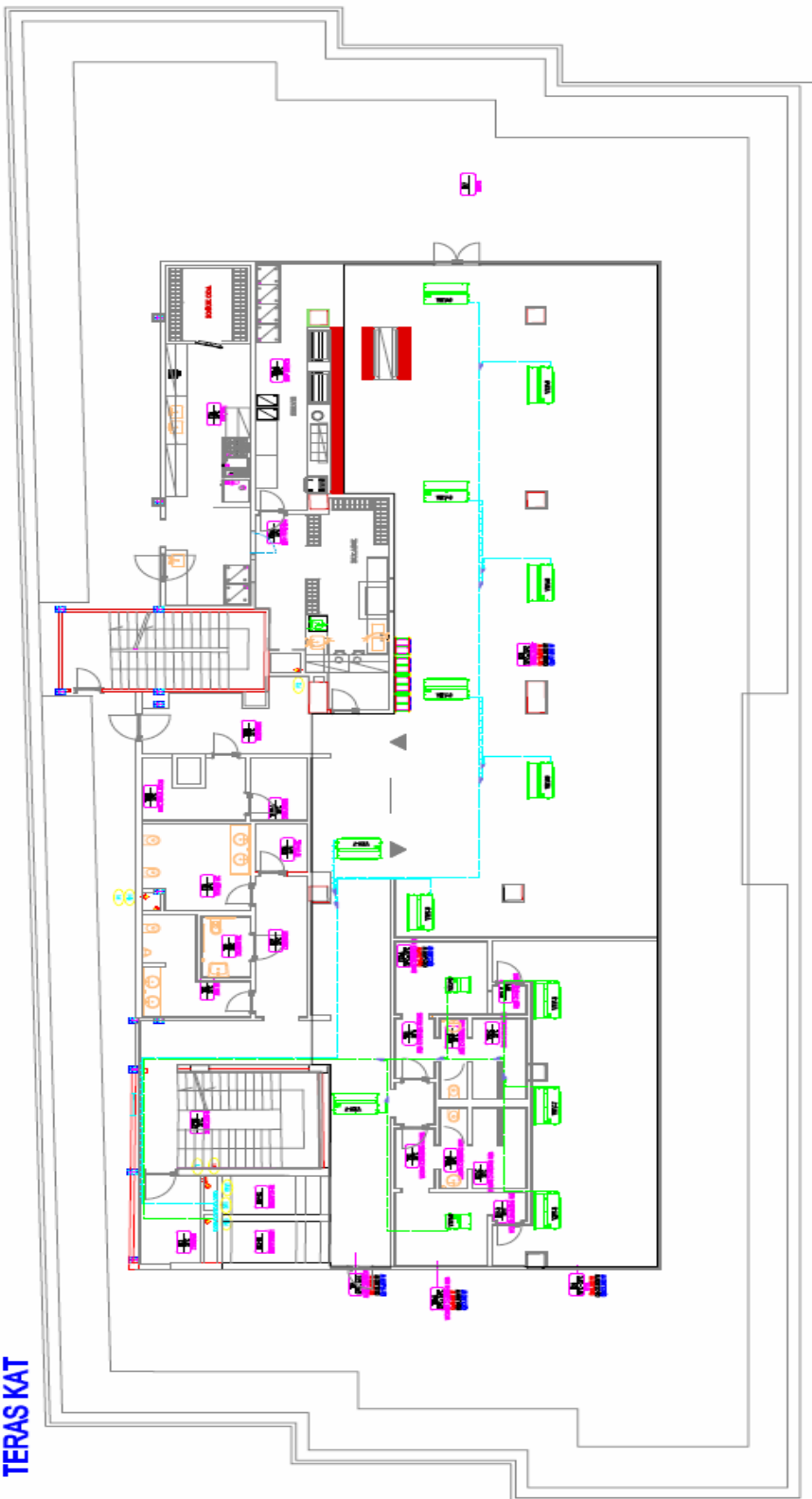


2. KAT

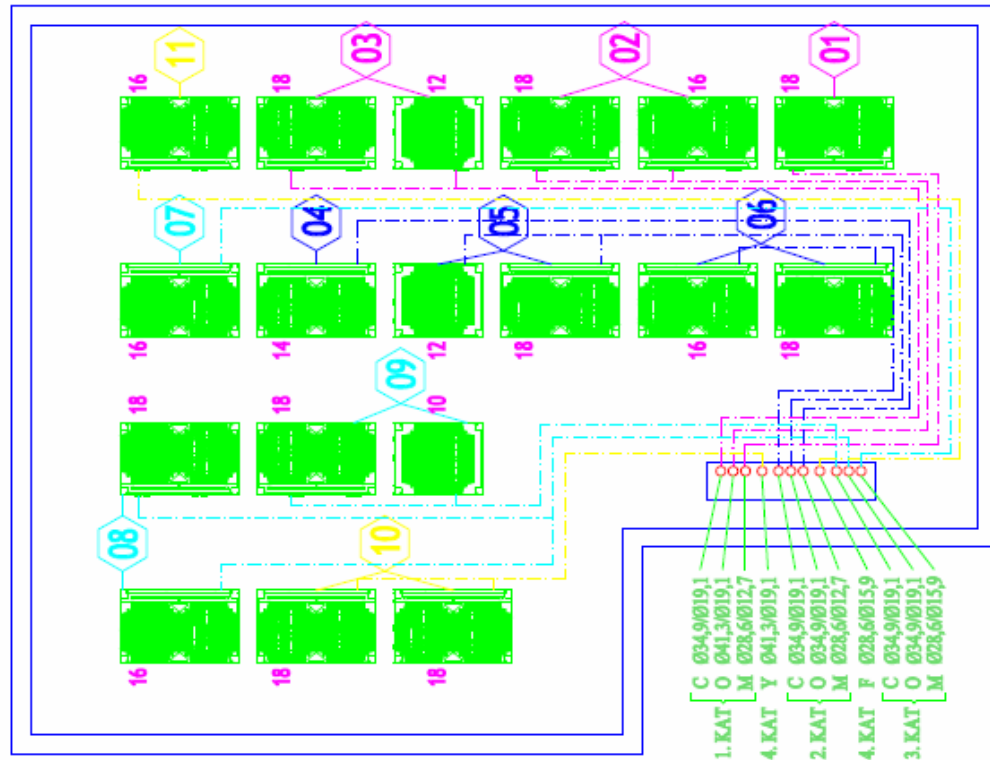


3. KAT

TERAS KAT



MERDIVEN USTU PLATFORM DETAYI



- 01 1. KAT ZON I VRV 18HP (MERD.)
- 02 1. KAT ZON II VRV 16+18=34HP (ORTA)
- 03 1. KAT ZON III VRV 12+18=30HP (CAM)
- 04 2. KAT ZON I VRV 14HP (MERD.)
- 05 2. KAT ZON II VRV 12+18=30HP (ORTA)
- 06 2. KAT ZON III VRV 16+18=34HP (CAM)
- 07 3. KAT ZON I VRV 16HP (MERD.)
- 08 3. KAT ZON II VRV 16+18=34HP (ORTA)
- 09 3. KAT ZON III VRV 10+18=28HP (CAM)
- 10 CATI KAT ZON I VRV 18+18=36HP (YMK)
- 11 CATI KAT ZON II VRV 16HP (FTNSS)

VRV İÇ ÜNİTE MODELLERİ

TIP: GIZLI TAVAN, 24°C KT ODA, %50 RH

	FXSQ-M8	Boyutlar (YxDxG)	Hava Debisi (m3/h)	Kapasite (kW)		Elek. Gücü (kW)
				Qc	Qh	
VRV-1	20	300x550x800	540/390	2.50	2.20	0.110
VRV-2	25	300x550x800	540/390	3.10	2.80	0.110
VRV-3	32	300x550x800	570/420	4.0	3.50	0.114
VRV-4	40	300x700x800	690/540	5.0	4.40	0.127
VRV-5	50	300x700x800	900/660	6.30	5.90	0.143
VRV-6	63	300x1000x800	1260/930	7.90	7.0	0.189
VRV-7	80	300x1400x800	1620/1200	10.10	8.70	0.234
VRV-8	100	300x1400x800	1680/1230	12.50	10.90	0.242
VRV-9	125	300x1400x800	2280/1680	15.70	14.0	0.321

ÖZGEÇMİŞ

Uğur ŞİŞMAN, 22 Temmuz 1981’de İstanbul’ da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Çakmak İlköğretim Okulu’nda, lise eğitimini Ümraniye’de tamamladı. 1998 yılında Ümraniye Lisesi’den mezun oldu. 1999 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünü 2003 yılında bitirdi. 2004 yılında aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Enerji bölümünde halen devam eden yüksek lisans eğitimine başladı. 2003 – 2006 yılları arasında Sigma Müh. Tic. Ltd. Şti.nde mühendis olarak çalıştı. 2007 yılından itibaren Baray Isı Sistemleri ve Tic. Ltd. Şirketinde Makina Mühendisi olarak görev yapmaktadır.