

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİYEL TEMİZ ODA TASARIMI VE BİR İLAÇ  
ÜRETİM TESİSİNDE UYGULAMASI**

Mak. Müh. Elif ÇİÇEK

**FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında  
Hazırlanan**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan HEPERKAN (YTÜ)**

**İSTANBUL, 2007**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ .....	v
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ .....	ix
ÖNSÖZ .....	x
ÖZET .....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. TEMİZ ODA SİSTEMLERİ VE BİLEŞENLERİ .....	4
2.1 Temiz Odalar.....	4
2.1.1 Temiz Oda Tipleri .....	4
2.1.1.1 Karışık Akışlı Temiz Odalar .....	4
2.1.1.2 Düzgün (Laminer) Akışlı Temiz Odalar.....	5
2.1.1.3 Dikey Aşağı Doğru Akışlı Temiz Odalar .....	5
2.1.1.4 Yatay Akışlı Temiz Odalar .....	6
2.1.1.5 Laminer Akışlı Kabinler .....	6
2.1.2 Temiz Odaların Yapısal Özellikleri.....	7
2.1.2.1 Duvarlar .....	7
2.1.2.2 Zemin .....	8
2.1.2.3 Tavan .....	8
2.1.2.4 Pencereleler.....	8
2.1.3 Personel ve Giysiler .....	9
2.1.4 Malzemeler ve Ekipmanlar .....	9
2.1.5 Giriş-Çıkışlar .....	9
2.1.5.1 Hava Kilitleri.....	9
2.2 Temiz Oda Sınıfları .....	9
2.2.1 Federal Standart 209 .....	10
2.2.1.1 Federal Standartlar 209 (A-D).....	10
2.2.1.2 Federal Standart 209E.....	10
2.2.2 ISO Standart 14644-1 .....	11
2.2.3 Filtrasyon .....	12
2.2.3.1 Hepa Filtreler.....	12
2.2.3.2 ULPA Filtreler.....	12
3. HİJYENİK KLİMA SANTRALİ .....	13
3.1 prEN 13053 .....	13

3.2	DIN 1946/4.....	13
3.3	Eurovent.....	13
3.4	Santral Kaset Yapısı .....	13
3.5	Ulaşılabilirlik.....	15
3.6	Filtre.....	15
3.7	Nemlendirici.....	16
3.8	Soğutucu Serpantinler.....	17
3.9	Diğer Hususlar.....	18
4.	TAMBURLU NEM ALICI CİHAZLAR .....	20
5.	TEMİZ ODA TASARIMI.....	22
5.1	Temiz Oda Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar .....	22
5.2	Odaların Basınçlandırılması ve Odalar Arası Hava Akış Kontrolü .....	24
5.3	Sıcaklık ve Nem Kontrolü.....	25
5.4	Aydınlatma Seviyeleri .....	25
5.5	Gürültü Seviyeleri.....	26
5.6	Hava Değişim Oranları .....	26
5.7	İlaç Proses Tipleri.....	26
5.7.1	Enjeksiyonla Verilenler .....	26
5.7.1.1	Sıvı Hazırlama.....	26
5.7.1.2	Donmalı-Kurutma.....	27
5.7.1.3	Toz Doldurma.....	27
5.7.2	Haricen Uygulananlar .....	28
5.7.3	Ağızdan Alınanlar.....	28
5.8	Tipik Temiz Oda Sistemleri .....	28
5.8.1	Sınıf 10 Temiz Odalar.....	28
5.8.2	Sınıf 100 Temiz Odalar.....	30
5.8.3	Sınıf 10000 Temiz Odalar.....	31
6.	TEMİZ ODA KLİMA SİSTEMLERİNDE TEST, ÖLÇÜM VE VALİDASYON ÇALIŞMALARI.....	33
6.1	Temiz Oda Hava Tarafı Test ve Dengeleme Süreci .....	33
6.2	IQ, OQ ve PQ Testleri .....	34
6.2.1	Kontrol Listesi (Check List).....	35
6.2.2	Devreye Alma (Start Up) .....	35
6.2.3	Kontrol, Ölçüm, Testler ve Balans .....	35
7.	BİR İLAÇ ÜRETİM TESİSİNDE TEMİZ ODA UYGULAMA PROJESİ .....	37
7.1	İlaç Fabrikası Binasının Tarifi.....	37
7.2	Mahallerin Temizlik Sınıflarının ve Klima Santrallerinin Belirlenmesi .....	37
7.3	Havanın Veriş ve Toplanış Şekli .....	37
7.4	Havanın Filtrelenmesi.....	37
7.5	Hacimlerin Basınçlandırılması .....	38
7.6	Klima Santrallerinin Tasarımı .....	38
7.6.1	Psikrometrik Analiz .....	39
7.6.1.1	Yaz Kliması.....	39
7.6.1.2	Kış Kliması.....	42
7.6.2	AHU 01 Numaralı Klima Santraline Ait Hesaplar .....	43

7.6.3	AHU 17 Numaralı Klima Santraline Ait Hesaplar .....	59
8.	SONUÇ VE ÖNERİLER .....	71
	KAYNAKLAR .....	78
	EKLER .....	79
	Ek 1 Hesabı Yapılan Mahallerin Mimari Planı .....	80
	Ek 2 Temiz Oda Adları, Oda Numaraları ve Boyutları .....	81
	Ek 3 Klima Santralleri Hava Akış Diyagramları .....	86
	Ek 4 Klima Santralleri Psikrometrik Hesaplar .....	106
	Ek 5 Klima Santralleri Fan Basınç Kayıpları .....	225
	Ek 6 Nem Alıcı Seçim Çıktıları .....	244
	Ek 7 Psikrometrik Diyagramlar .....	255
	ÖZGEÇMİŞ .....	297

## SİMGE LİSTESİ

$A$	Kaçak alanı
$\alpha$	Katsayı
$C_{pa}$	Havanın özgül ısısı
$\Delta P$	Basınç farkı
$\Delta T$	Sıcaklık farkı
$\gamma_a$	Havanın yoğunluğu
$h_1$	Taze havanın entalpisi
$h_2$	İç ortam havasının entalpisi
$h_3$	Karışım havasının entalpisi
$h_4$	Ön soğutucu bataryadan çıkan havanın entalpisi
$h_6$	Karışım havasının entalpisi
$h_7$	Son soğutucu bataryadan çıkan havanın entalpisi
$KT_{\zeta}$	Bataryadan çıkan havanın kuru termometre sıcaklığı
$KT_g$	Bataryaya giren havanın kuru termometre sıcaklığı
$KT_1$	Taze havanın kuru termometre sıcaklığı
$KT_2$	İç ortamın kuru termometre sıcaklığı
$KT_3$	Karışım havasının kuru termometre sıcaklığı
$KT_4$	Ön soğutucu bataryadan çıkan havanın kuru termometre sıcaklığı
$KT_5$	Nem alıcıdan çıkan havanın kuru termometre sıcaklığı
$KT_6$	Karışım havasının kuru termometre sıcaklığı
$KT_7$	Son soğutucu bataryadan çıkan havanın kuru termometre sıcaklığı
$RH_1$	Taze havanın bağıl nemi
$RH_2$	İç ortamın bağıl nemi
$Q_{ısıtıcı}$	Isıtıcı batarya kapasitesi
$Q_{önsoğ.}$	Ön soğutucu batarya kapasitesi
$Q_{sonsoğ.}$	Son soğutucu batarya kapasitesi
$V_a$	Hava debisi
$V_h$	Hesaplanan hava debisi
$V_{dönüş}$	Dönüş havası debisi
$V_{taze}$	Taze hava debisi
$V_{toplam}$	Toplam hava debisi
$V_1$	Taze hava debisi
$V_2$	Dönüş havası debisi
$V_3$	Karışım havası debisi
$V_{41}$	Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın debisi
$V_5$	Nem alıcıdan geçen havanın debisi
$V_6$	Karışım havası debisi
$W_1$	Taze havanın mutlak nemi
$W_2$	İç ortamın mutlak nemi
$W_3$	Karışım havasının mutlak nemi
$W_{41}$	Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın mutlak nemi
$W_5$	Nem alıcıdan çıkan havanın mutlak nemi
$W_6$	Karışım havasının mutlak nemi
$W_7$	Son soğutucu bataryadan çıkan havanın mutlak nemi
$YT_1$	Taze havanın yaş termometre sıcaklığı
$YT_2$	İç ortamın yaş termometre sıcaklığı
$YT_3$	Karışım havasının yaş termometre sıcaklığı
$YT_4$	Ön soğutucudan çıkan havanın yaş termometre sıcaklığı
$YT_6$	Karışım havasının yaş termometre sıcaklığı

*YT*<sub>7</sub> Son soğutucu bataryadan çıkan havanın yaş termometre sıcaklığı

## **KISALTIMA LİSTESİ**

AHU	Air Handling Unit
URS	User Requirements Specification
DH	Dehumidifier
DQ	Design Qualification
FS	Functional Specifications
IQ	Installation Qualification
NA	Not Applicable
ODI	Oda Duyulur Isısı
OQ	Operation Qualification
PQ	Performance Qualification
ODI	Oda Duyulur Isısı

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Karışık akışlı temiz oda (Bilge, 2001) .....	4
Şekil 2.2 Dikey aşağı doğru akışlı temiz oda (Bilge, 2001).....	5
Şekil 2.3 Yatay akışlı temiz oda (Bilge, 2001).....	6
Şekil 2.4 Dikey ve yatay atışlı laminer kabinler (Bilge, 2001) .....	7
Şekil 3.1 Hijyenik klima santrali örneği .....	15
Şekil 4.1 Tamburlu nem alıcı cihaz .....	20
Şekil 5.1 Sınıf 10 temiz oda (NEBB, 1988).....	29
Şekil 5.2 Sınıf 100 temiz oda (NEBB, 1988).....	30
Şekil 5.3 Sınıf 10.000 temiz oda (NEBB, 1988).....	31
Şekil 7.1 AHU-01 klima santrali hava akış diyagramı .....	47
Şekil 7.2 AHU 01 klima santrali hava akış yönleri .....	48
Şekil 7.3 AHU 01 nem alıcı seçim çıktısı .....	52
Şekil 7.4 AHU 01 yaz kliması psikrometrik diyagramı.....	56
Şekil 7.5 AHU 01 kış kliması psikrometrik diyagramı.....	57
Şekil 7.6 AHU 17 klima santrali hava akış diyagramı.....	61
Şekil 7.7 AHU 17 klima santrali hava akış yönleri .....	62
Şekil 7.8 AHU 17 yaz kliması psikrometrik diyagramı.....	68
Şekil 7.9 AHU 17 kış kliması psikrometrik diyagramı.....	69

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Federal standart 209D'ye göre temiz oda sınıfları (Whyte, 2001).....	10
Çizelge 2.2 Federal standart 209E'ye göre temiz oda sınıfları (Whyte, 2001).....	11
Çizelge 2.3 ISO standart 14644-1'e göre temiz oda sınıfları (Whyte, 2001).....	11
Çizelge 2.4 Federal standart 209 ve ISO 14644-1'in eşdeğer sınıfları arasında karşılaştırma	12
Çizelge 3.1 DIN V 24 194/2'e göre hijyenik uygulamalar için kasetteki hava kaçak miktarı.	14
Çizelge 3.2 Klima santral kaseti hava kaçak sınıfları (400 Pa negatif basınç) .....	14
Çizelge 3.3 Klima santral kaseti hava kaçak sınıfları (700 Pa pozitif basınç).....	15
Çizelge 3.4 EN 1886 standardına göre filtrelerdeki hava kaçak oranı .....	16
Çizelge 6.1 Test ve ölçüm yapılacak hava tarafı ekipmanları ve yapılacak çalışmalar.....	35
Çizelge 7.1 Temiz odalara ait bilgiler .....	43
Çizelge 7.2 Temiz odalarda istenen şartlar .....	43
Çizelge 7.3 Makine ısı yükleri ve insan sayısı .....	44
Çizelge 7.4 AHU 01 üfleme ve emiş fanı basınç kaybı tablosu.....	58
Çizelge 7.5 Temiz odalara ait bilgiler .....	59
Çizelge 7.6 Temiz odalarda istenen şartlar .....	59
Çizelge 7.7 Makine ısı yükleri ve insan sayısı .....	59
Çizelge 7.8 AHU 17 üfleme fanı basınç kaybı tablosu.....	70
Çizelge 7.9 Klima santralleri hava debisi hesap tablosu.....	72
Çizelge 7.10 Klima santralleri teknik dataları tablosu.....	75

## **ÖNSÖZ**

1960'lı yıllardan bu yana temiz odalara olan gereksinim önemli oranda artmıştır. Elektronik, optik, CD, videoband, foto film, ilaç üretim tesislerinde ve hastanelerde havanın olağanüstü temiz olması gerekmektedir. Bu nedenle temiz odaların düzenlenmesi tekniği geliştirilmiştir.

Bu çalışmada ilaç sanayindeki temiz alanların tasarım esasları üzerinde durulmuştur. İlâveten bir uygulama projesiyle konuya açıklık getirilmiştir.

Bu çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan, değerli katkılarını benden esirgemeyen tez danışmanım Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi öğretim üyesi Sn. Prof. Dr. Hasan HEPERKAN başta olmak üzere, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Mecon Yapı Ltd. Şti.'den Dr. Mustafa BİLGE' ye ve tüm çalışmalarım süresince her zaman yanımda olan ablam ve anneme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Elif ÇİÇEK

## ÖZET

Temiz oda tasarımı günümüzde özel bir ihtisas alanı haline gelmiştir. Bunun nedeni ise, temiz odalara sadece ameliyathane ve yoğun bakım ünitelerinde değil, ilaç üretim tesislerinde, elektronik prosesler endüstrisinde, eczacılıkta steril preparatların hazırlanması gibi daha birçok alanda sıkça gereksinim duyulmasıdır. Pek çok araştırmalar ve çalışmalar sonucunda günümüzdeki standartlara uygun temiz odalara ulaşılmıştır.

Bu çalışmada, temiz oda sistemleri ve bileşenleri başlığı altında, hava akış şekillerine göre temiz oda tipleri, yapısal özellikleri, temiz oda sınıfları, temiz oda sınıfı ile ilgili standartlar, ve temizlik sınıfının sağlanmasında büyük önemi olan filtreler açıklanmıştır. Hijyenik klima santrali ve nem alıcı cihazlar hakkında genel bilgi verilmiş, temiz oda tasarımı başlığı altında tasarımda göz önünde bulundurulması gereken hususlar, ilaç proses tipleri ve tipik temiz oda sistemleri açıklanmıştır.

İlaç üretim tesislerinde temiz odalar incelememizin esasını oluşturmaktadır. Bu nedenle ilaç üretim tesisindeki temiz odaların sınıfları, havalandırma tesisatı elemanlarının özellikleri ilgili standartlar temel alınarak incelenmiştir ve bir ilaç üretim tesisinde uygulama projesine yer verilmiştir. Klima santrallerinin tasarımı ve ısı hesap yöntemleri açıklanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Temiz oda, temiz oda sınıfları, temiz oda tasarımı, HEPA filtreler

## **ABSTRACT**

Cleanroom design is today a specific field of specialization. The reason of this is that the cleanrooms are not only needed in operation rooms and intensive care units but also they are frequently needed in many areas such as pharmaceutical production plants, electronic processes industry, preparation of sterile reparations in pharmacy. The cleanrooms at today's standarts are achieved as a result of many researches and studies.

In this study, cleanromm types according to air flow forms, their structural charachteristics, the standarts related to the cleanroom classes and the filters which play an important role in achieving the cleanliness class are described under the title of cleanroom systems and components. General information is given on hygienic air handling units and dehumidifiers, and the conditions that should be considered, pharmaceutical process types en typical cleanroom systems are described under the title of cleanroom design.

The cleanrooms at pharmaceutical production plants are the focal point of our study. Due to this, the classes of the cleanrooms at pharmaceutical production plants, the standarts concerning the characteristics the ventilation installation elements are taken as the base and examined and an application project in a pharmaceutical production plant is included. The design of air handling units and thermal calculation methods are described.

**Keywords:** Cleanroom, cleanroom classes, cleanroom design, HEPA filters

## 1. GİRİŞ

İlk temiz odalar hastanelerdeydi. Lord Lister'in tarihe katkısı onun bakterilerin cerrahi yara enfeksiyonlarına sebep olduğunu fark etmesiyle başladı. Lister ameliyathanelerin bakterilerden arındırılması ile enfeksiyonun önlenebileceğini düşündü. Bu ilke ilk temiz odaların temelini oluşturdu. Lister, Glasgow'daki Kraliyet Hastanesi'nde bakterileri öldüren antiseptik çözelti (Kربولik Asit) kullanarak enfeksiyonu önemli ölçüde azalttı. Bunu ameliyat malzemelerinde, yaralarda, cerrahların ellerinde kullandı ve bu çözeltiyi havaya püskürterek hava kaynaklı enfeksiyonu önlemeyi denedi.

Lister'in bu çözeltisi, hava kaynaklı bakterilerin azalmasında etkisinin az olduğu fark edilinceye kadar tarihi bir ilgi gördü. Daha sonra cerrah Ogston, yara enfeksiyonuna önemli ölçüde sebep olan Staphylococcus aureus bakterisini buldu. Bu sırada ameliyathanelerde giyilecek kıyafetlere dikkat çekildi. Cerrahlar ameliyatlarda çoğu kez kan ve bakteri ile kontamine olmuş eski fraklar giyerlerdi. Önlük yada iş elbisesi giyebilirlerdi; fakat bu hastanın bakteriden korunması anlamına gelmiyordu.

Lord Lister, bandajlarda, cerrahların ellerinde ve ameliyathane çevresinde bir dezenfektan kullanarak yara enfeksiyonunu azaltmıştı. Onun eski asistanlarından biri olan William Macewan Almanya ve Amerika'daki diğer cerrahlarla birlikte Lister'in tekniklerini geliştirerek aseptik teknikleri oluşturdu. Aseptik tekniklerinin amacı yaraya giren bakteriyi öldürmek değil, çoğalmasını önlemektir. Aletlerin ve bandajların kaynatılması öğretilirdi. Cerrahlar ve hemşireler ellerini çok dikkatli bir şekilde ovarak bakterileri uzaklaştırmayı sağladılar. 1900 yılında cerrahi eldivenler, maskeler ve önlükler ortaya çıkarıldı. Bu aletler, her ne kadar bugünküne oranla düşük sıcaklıkta ve basınçta da olsa ameliyattan önce buharla sterilize edilirdi.

Geçmişteki ve günümüzdeki temiz odalarda benzerlikler olsa da filtre edilmiş hava ile pozitif havalandırma ikisi arasındaki temel farktır. 1940 yılına kadar hastanelerde uygulanan havalandırma konfora yöneliktir. Hastanelerdeki havalandırmanın kontaminasyon kontrolü amacıyla uygulanması ancak II. Dünya Savaşı'nın sonuna doğru başladı. Savaş sırasında sığınaklar, denizaltılar ve askeri kışlalar gibi kalabalık ortamlardaki enfeksiyon problemi araştırıldı. Enfeksiyon göz önüne alınarak odaların havalandırılması, bakteri örneklerinin alınmasındaki yenilikler ve partikül aerodinamiği hakkındaki çalışmalar savaş boyunca sürdü. Savaş sonrası çalışmaların büyük çoğunluğu ameliyathane ve sargı odalarında gerçekleştirildi. Hava dağıtıcı ve toplayıcıların tipi ve konumuna göre hava akış şekilleri, ortam ve üflenen

hava arasındaki sıcaklık farkının etkisi, taze hava miktarının hava kirliliğinin azaltılması üzerindeki etkisi, hava filtrelerinin kalitesi ve mahaller arasındaki hava hareketinin kontrolü gibi klasik, türbülanslı akışla havalandırılan odaların performanslarını belirleyen prensiplerin çoğu 60'lı yılların başında biliniyordu. Bunun yanı sıra, insanların da bakteri kaynağı olduğu ve korunmak için sık dokunmuş kumaşlara ihtiyaç duyulduğu ortaya çıktı.

Türbülansın en aza indirgenerek havanın aşağı yönlü hareketinin sağlanması hususunda ileri düzeyde çalışmalar 1960 yılında Blowers ve Crew tarafından yapıldı. Ameliyathane havalandırmasının birçok yönleri üzerinde çalıştılar ve bulguları Tıbbi Araştırmalar Konseyi'nin 1962 yılı raporunda benimsendi. Tavanın iki yanına yerleştirilmiş difüzörler vasıtasıyla havanın tek yönlü üflendiği bir odayı incelediler. Bu sistem önce incelediklerinden daha verimli olmasına rağmen düşük hava miktarı nedeniyle beklenen sonucu vermedi.

1960'ların başlarında Prof. Charnley yapay kalça eklemine yerleştirilmesi konusunda radikal bir teknik geliştirdi. Bu yöntem oldukça etkiliydi, fakat ilk başlarda mikrop kapma oranı %10'du. O sırada enfeksiyon tedavisinde kullanılan yöntemlerin verimli olmaması ve bu sebepten yapay eklem çıkarılma zorunluluğu hesaba katıldığında bu durum hastalar için felaketti. Charnley enfeksiyonun muhtemelen havadaki bakterilerden kaynaklandığını düşündü. Howort Air Conditioning'in desteğiyle ameliyathanelerdeki hava şartlarını iyileştirmeye başladı. Türbülansın kaçınmak ve 0,3 m/s hıza sahip aşağı doğru akış elde etmek için 6 m x 6 m taban alanına sahip bir ameliyathanede 11 m<sup>3</sup>/s'lik hava debisine ihtiyaç olduğunu buldu. Ekonomik bulmadığı bu yöntem yerine 2 m x 2 m ebatlara sahip "yeşil ev" olarak bilinen steril hacmini oluşturdu. Ancak, yine de tam olarak benimsemediği bu sistemin yerine Haziran 1966'da tecrübelerinden de faydalanarak oldukça fazla hava miktarı, daha iyi bir hava akışı sayesinde bakteri sayısının düşürülebildiği yeni bir sistem geliştirdi. Aynı zamanda cerrahlardan yayılan bakterileri hapseden "tüm-vücut egzost elbisesi"ni icat etti. Havalandırmadaki bu gelişmelerin ışığında enfeksiyon oranı %10'dan %1.3'e düştü, fakat ameliyat tekniklerindeki diğer gelişmeler nedeniyle havalandırmanın etkinliğine dair iddiaları şüpheyle karşılandı. Sistemin 19 hastanede uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar Charnley'in görüşlerini destekler nitelikteydi. Sonuç olarak, tek yönlü akışın olduğu ve emici elbiselerin kullanıldığı odalardaki eklem enfeksiyonu oranının, klasik şekilde havalandırılmış odalardakinin 1/4'üne düştüğü bulundu.

Aynı gelişmeler endüstride de kaydedildi. İlk endüstriyel amaçlı temiz odalar II. Dünya Savaşı sırasında ABD ve İngiltere'de silahlar, tanklar ve uçaklarda kullanılan aletlerin kalitesi ve güvenilirliğini arttırmak için tesis edildi. Üretim ortamı şartlarının iyileştirilmemesi

halinde silahların hedef belirleme tertibatları gibi bazı askeri ürünlerin kusurlu üretimi söz konusu olacaktı. Endüstriyel amaçlı temiz odaların inşasında kullanılan sistem ise ameliyathane tasarımlarında kullanılan sistem temel alınarak belirlenmişti. Ancak kısa bir süre sonra bakteriden arındırılmış temiz odanın aynı zamanda parçacıktan da arındırılmış olduğunun söylenemeyeceği ortaya çıktı. Bunun üzerine yapılan çalışmalar sonucunda malzeme ve yüzeylerin parçacık üretiminde rolünün olmadığı, insan ve makine kaynaklı parçacıkların ise ancak büyük miktarlarda hava ile taşınabileceği değerlendirildi.

Nükleer reaksiyonun barışçıl veya askeri amaçlı kullanımı ile biyolojik ve kimyasal savaş araştırmaları havanın tehlikeli mikrobiyolojik ve radyoaktif kirleticilerden arındırılması için gerekli olan yüksek verimli parçacık filtrelerinin (HEPA) üretilmesinde itici güç oldu. HEPA filtrelerin varlığı temiz odalarda kullanılan havanın temizlik kalitesinin yükselmesini sağladı. 1955-1960 yılları arasında yüksek miktardaki iyi filtre edilmiş havanın tavandaki difüzörlerle üflendiği temiz odalar inşa edildi. Bu tür sistemlere iyi bir örnek olarak Edinburg'da 1960 yılında hizmete giren ve halen Sınıf 100 şartlarını sağlayabilen temiz oda gösterilebilir.

1961'de New Mexico, Amerika'daki Sandia Laboratuvarları'nda ortaya atılan ve "tek yönlü" ya da "laminer akış" kavramı temiz odaların tarihinde bir dönüm noktası oldu. Bu sistem içerisinde Willis Whitfield'in de bulunduğu bir ekip tarafından gerçekleştirilmiştir. 1.8 m genişlik, 3 m uzunluk ve 2.1 m yüksekliğe sahip küçük bir odada uygulanan bu sistemde, havanın tavandan difüzörlerle üflenip rasgele hareketine izin verilmesi yerine, HEPA filtrelerden geçirilerek odanın tabanındaki menfeze ulaşması sağlandı. Ayrıca odadaki tezgahta çalışan kişinin yarattığı kirliliğin tezgah üzerinden hava ile süpürülme yapıldığından tezgah üzerinde bir etkisinin olmadığı görüldü. Temiz oda havalandırılmasındaki bu yeni sistem kısa sürede yüksek kaliteli temiz odalar olarak benimsendi. 1957 yılında Sovyetler Birliği'nin yörüngeye bir uydu oturtması ile uzay yarışı başlamış oldu. Böylece roketlerin yükünü hafifletmek için malzemelerin mümkün olduğunca küçültülmesi önem kazandı. Ancak malzemelerin küçültülmesi işlemi, parçacık kirliliğine karşı hassasiyeti de beraberinde getirdi ve temiz odaların gerekliliği ile tek yönlü hava akışlı sistemlerin bu konudaki üstünlüğü kabul gördü. Tek yönlü hava akışlı havalandırma yöntemi kısa sürede ilaç endüstrisinde ilaç hazırlanmasında, hastanelerde ise ameliyathanelerde ve hastaların dış ortamdan izole edilmesinde yaygın olarak kullanılmaya başlandı (Whyte, 2001).

## 2. TEMİZ ODA SİSTEMLERİ VE BİLEŞENLERİ

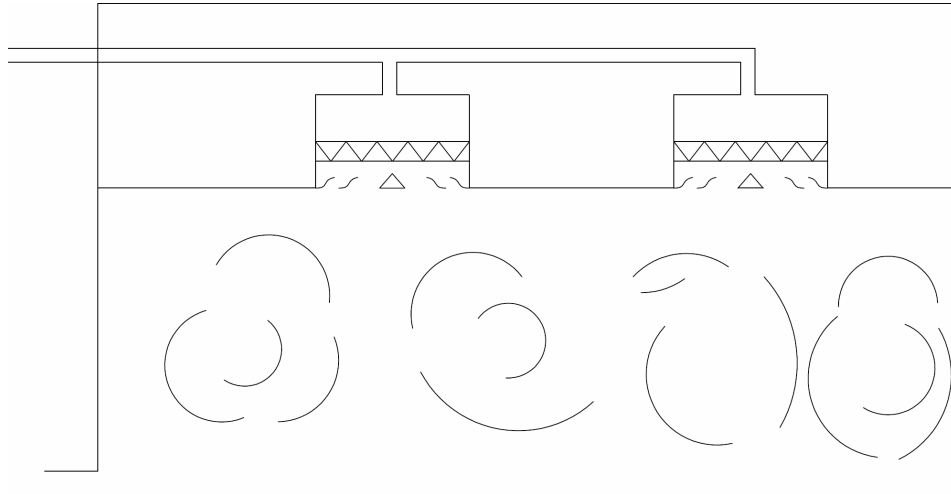
### 2.1 Temiz Odalar

Temiz oda özel bir anlama sahiptir ve ISO 14644-1’de tanımlanmıştır. Buna göre temiz oda, içinde partikül konsantrasyonunun kontrol edildiği, partiküllerin girişini, üretilmesini ve tutulmasını minimize edecek şekilde yapılandırılan, sıcaklık, nem ve basınç gibi bazı parametrelerin kontrol edildiği bir odadır. Temiz odalarda partikül konsantrasyonunun fazla olması istenmez. Bunu sağlamak içinde odaya yüksek verimli hava filtrelerinden geçirilmiş yüksek debilerde hava verilir. Bu hava, insanlar ve makinelerden yayılan partikülleri ve bakterileri seyreltmek ve uzaklaştırmak için kullanılır. Temiz oda partikül üretmeyecek ve kolay temizlenecek malzemelerden yapılandırılır. Son olarak temiz odada çalışacak personel, partikül yayılmasını minimize edecek, her yerini saran kıyafetler kullanmalıdır (Whyte, 2001).

#### 2.1.1 Temiz Oda Tipleri

##### 2.1.1.1 Karışık Akışlı Temiz Odalar

Bu tip odalarda Şekil 2.1’de görüldüğü gibi hava tavan seviyesinden doğrudan asma tavana monte edilen HEPA filtrelerden geçirilerek odaya üflenir ve döşeme seviyesine yakın bir yerden toplanır. Bu hava dağıtım yöntemi ile temizlik sınıfı 10000 ve 100000 olan temiz oda standardını karşılamak mümkündür.



Şekil 2.1 Karışık akışlı temiz oda (Bilge, 2001)

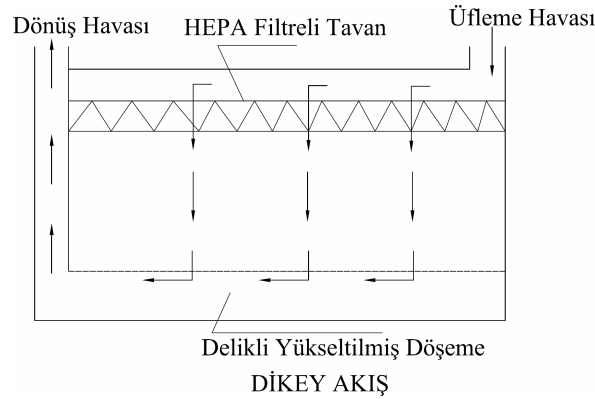
### 2.1.1.2 Düzgün (Laminer) Akışlı Temiz Odalar

Düzgün hava akışlı bir sistemde hava, odanın duvar veya tavan gibi bir yüzeyindeki filtre gruplarından geçirilerek odaya verilir. Odayı boydan boya sabit hızla geçer ve karşı taraftaki yüzeyin tamamı kullanılarak dışarı atılır. Düzgün hava akışlı sistem kullanılarak, istenilen en yüksek hava temizlik sınıfına ulaşılabilir. Bu prensibe göre hava sabit hızda paralel akım çizgileri doğrultusunda hareket ederken beraberindeki kirleticiler de en kısa yoldan toplama kanallarında klima santrallerine gönderilir (Bilge, 2001).

Düzgün hava akışlı temiz odalarda hepa filtre çıkışında hava hızının çok düşük tutulması, havanın daha düzgün olarak akmasına neden olmakta, fakat çok düşük hava hızları temiz odalarda zayıf ısı kaynaklarından ve insanlardan üreyen ısı nedeniyle oluşan termik yükselme hızını yenememekte ve oda içerisinde türbülans olanağını arttırmaktadır. Konfor şartlarında bir odada insanın başı üzerindeki durgun havada termik yükselme hızının 0,2 m/s olduğu göz önünde tutularak, düzgün akışlı bir odadaki hava hızı 0,1 m/s sapma ile 0,45 m/s olması önerilmektedir.

### 2.1.1.3 Dikey Aşağı Doğru Akışlı Temiz Odalar

Dikey aşağı doğru akışlı temiz odalarda, üzerinde HEPA filtrelerin bulunduğu bir tavan söz konusudur (Şekil 2.2). Sayısal temizlik sınıfı azaldıkça tavanın daha büyük kısmına HEPA filtreler yerleştirilmesi gerekir. Örneğin Sınıf 100 (Sınıf 5) bir temiz odada tavanın hemen hemen tamamında HEPA filtreler bulunmalıdır. İdeal olarak yükseltilmiş ve ızgaralı bir döşeme, dönüş ve egzost havası için kullanılır. Hava akışı tavadan döşemeye doğrudur. Hava HEPA filtrelerden geçtikten sonra parçacıklarından önemli derecede arındırılmış olarak odaya girer (Whyte, 2001).

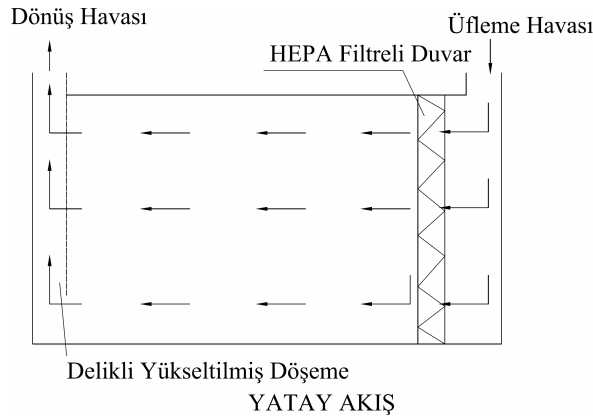


Şekil 2.2 Dikey aşağı doğru akışlı temiz oda (Bilge, 2001)

#### 2.1.1.4 Yatay Akışlı Temiz Odalar

Yatay akışlı temiz odalarda dikey atışlı temiz odalardaki akış ve filtreleme sisteminin aynısı kullanılır (Şekil 2.3).

Ancak, burada hava akışı odanın bir duvarından karşısındaki duvara olacak şekilde yataydır. Besleme duvarı yaklaşık olarak 0.45 m/s hıza sahip hava sağlayan HEPA filtrelerle tamamen kaplıdır. Hava daha sonra odanın karşı tarafındaki dönüş havası cihazları ile dışarı atılır. Bu tasarımda, dikey akışlı odada olduğu gibi, mahalde üretilen kirlilik aynı hızdaki hava ile dışarı atılır ve hava akışına dik yönlü çapraz kirlilik önlenir. Bu tasarımda filtreli duvardan çıkan hava, dikey akışlı odanın tavanındaki hava kadar temizdir. Burada en kritik operasyon odaya havanın verildiği en temiz yerde, daha az kritik operasyonlar ise dönüş havasına yakın yerlerde olacak şekilde bir yerleşim planı uygulanmalıdır (Whyte, 2001).

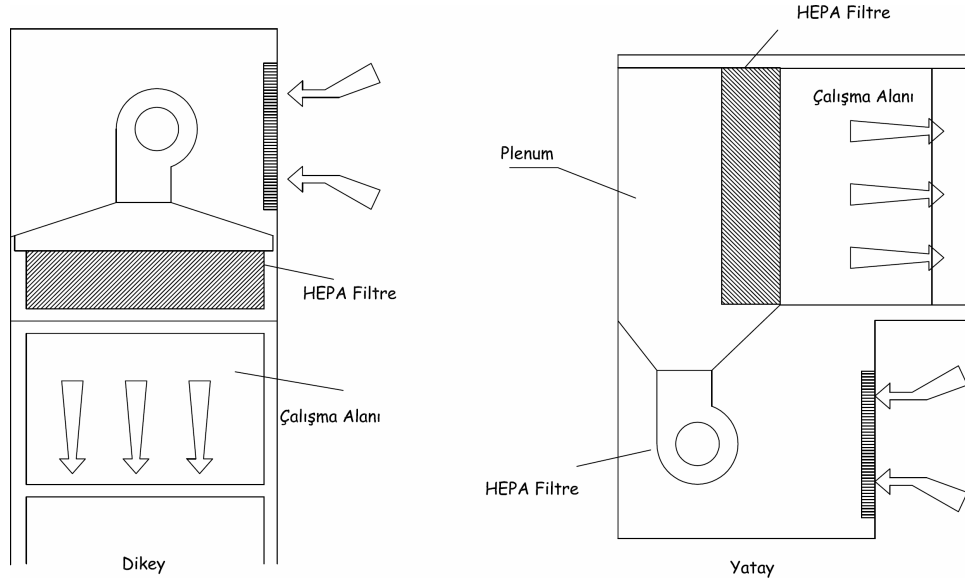


Şekil 2.3 Yatay akışlı temiz oda (Bilge, 2001)

#### 2.1.1.5 Laminer Akışlı Kabinler

Düzgün akışlı temiz odaların daha ekonomik olabilmesi için son yıllardaki temiz oda teknolojisinde, temiz oda içerisinde düzgün akışlı çalışma alanının minimumda tutularak sadece bu alanın düzgün akışlı sistem kullanılarak temizlik sınıfının yükseltilmesine yönelik araştırmaların ön plana çıktığı gözlenmektedir. Laminer hava akışlı cihazların amacı havayı, içinde bulunan canlı ve cansız kirleticilerden minimum yatırım ve işletme maliyeti ile maksimum ölçüde temizlemektir.

Laminer hava akışlı kabinleri dikey ve yatay olmak üzere iki alternatifli olarak üretilmektedirler (Şekil 2.4). Bu cihazlar genellikle hava sirkülasyonunu frekans kontrollü bir fan aracılığı ile kendisi sağlayan, hava ihtiyacını ise temiz oda içerisinden temin eden HEPA veya ultra filtre yardımı ile havayı temizleyen cihazlardır (Bilge, 2001).



Şekil 2.4 Dikey ve yatay atışlı laminer kabinler (Bilge, 2001)

### 2.1.2 Temiz Odaların Yapısal Özellikleri

Yapı malzemelerinin seçiminde dikkat edilecek hususlar, toz ve kimyasal buhar çıkaran cinsten olmaması, yüzeylerin gözenekli olmaması, ek ve birleşme yerlerinin miktarının minimum olması için büyük parçalardan yapılması ve temizlenebilir olmasıdır. Kontrollü ortamların tabanları ile duvarlarının birleşme yerleri içbükey ve eğrilik yarıçapı en az 25 mm olacak şekilde yapılmalıdır (Whyte, 2001).

#### 2.1.2.1 Duvarlar

Kontrollü ortamı çevreleyen duvarlar hava geçirmez ve hava akışını bozmayacak şekilde düzgün yüzeyli olmalıdır. Duvarın yüzeyinde, plastik kaplanmış metal, alçı panel kaplama ve yüksek basınçla bir araya getirilmiş kontraplak, sunta gibi malzemeler kullanılırsa, bütün kenarların contalanması ve normal yüzeylerle aynı basınç mukavemetine sahip olması sağlanmalıdır. Yüzeylerin özel boya ile boyanması fazla önerilmemekle birlikte yine de kabul edilmektedir. Boyaların uzun bir süre içlerindeki uçucu maddeleri vermeleri ve tamamen kurduklarında ise kırılma hale gelmeleri dezavantajdır. Duvarda kullanılacak diğer malzemeler ise eloksallı alüminyum yüzeyler, paslanmaz sac ve kırılmaya dirençli camlardır. Büyük boyutlu alanlar, çevre kontrolünde güçlükler, ortam içerisinde farklı kirlilik seviyelerinin görülmesine ve kirliliğin uzaklaştırılmasında problemlere sebep olacağından kontrollü ortamların boyutları ihtiyacı aşacak şekilde büyük seçilmemelidir (Whyte, 2001).

### **2.1.2.2 Zemin**

Zemin için yapı malzemesinin seçimi de çok önemlidir. Zeminin temizlenmesi, içeride kullanılan arabalar, eşyaların yerlerinin değiştirilmesi gibi işlemler zemin malzemesinin bozulmasına sebep olur. Zemin malzemesinin bozulması ise partikül üretimini artırır. Bu nedenle çizilmeyen, çatlamayan, aşınmayan, mekanik ve kimyasal aşınmalara dayanıklı malzemeler tercih edilmelidir. Bu konuda en ucuz ve kolay çözüm beton zemin üzerine vinil tabaka kaplanmasıdır. Vinil seçilirken ise içinde az miktarda uçucu madde bulunan, çok yumuşak yada çok sert olmayanı aranmalıdır.

Zemin kaplama malzemesi olarak kullanılan diğer bir malzeme de kimyasal maddelerden etkilenmeyen ve zor aşınması sebebiyle tercih edilen epoksidir. Ancak uygulama sırasında titiz davranmak gerekir. Zemin beton ise, tozsuz, yağsız, sağlam ve ahşap mala ile düzeltilmiş veya kumlama yapılmış olmalıdır. İçerisine katılan dolgu maddesi (kum) iyi elenmiş ve karıştırılmış olmalıdır. Uygulama sırasında epoksi içinde hava kabarcıklarının oluşumu önlenmelidir. Çünkü işlemin tamamlanmasından sonra epoksinin üzerine basıldığında hava kabarcıkları patlamakta, bakteri ve partikül kaynağı haline gelmektedir.

Bir başka malzeme ise çelik veya alüminyum konstrüksiyondan yapılmış, yükseltilmiş döşeme üzerine vinil yada alüminyum kaplanmış yüzeylerdir. Klima sisteminde dönüş havası döşemeden alınıyorsa zemin delikli de yapılabilir (Whyte, 2001).

### **2.1.2.3 Tavan**

Tavanın tasarımı zeminden karmaşıktır. Genel olarak tavanda filtreler, laminer akış düzenleri, aydınlatma armatürleri, sprinkler tesisatı, hava kanalları bulunabilmektedir. Bunlardan tamamını veya en azından bir kısmını gizleyecek asma tavan sisteminin kullanılması yaygındır. Gereğinde asma tavanın içerisinde müdahalede bulunabilmeyi sağlamak üzere asma tavan malzemesi 60x60 veya 50x50 ebatlarında çıkarılabilir elemanlar kullanılır. Bu elemanlar da ya toz çıkarmayacak malzemeden yapılmalı yada formika, vinil, epoksi, polyester kaplı olarak imal edilmelidir. Tavandan sızdırmazlığın sağlanması ve odadaki hava hareketinden dolayı yerlerinden oynamamaları için elemanlar klips şeklinde bir kilitleme sistemi ve elastik bir conta ile taşıyıcı konstrüksiyona tutturulurlar (Whyte, 2001).

### **2.1.2.4 Pencereleler**

Kontrollü ortamların dış duvarlarına mecbur olmadıkça pencere yapılmamalıdır. Aksi halde gürültü, ısı kaybı, nem yoğuşması ve pencereden ısı kazancı gibi problemler meydana

gelebilir. İç duvarlardaki pencereler ise odadaki çalışmaları içeriye girmeden izlenebilmesini sağlar. Pencereler açılmaz tip, kenarları contalanmış, cam ile çevresi duvarla aynı seviyede düz olarak yapılmalıdır. Pencereye panjur takılması halinde panjur ya kontrollü alanın dışında olmalı yada her iki tarafı cam ile kapatılmalıdır (Whyte, 2001).

### **2.1.3 Personel ve Giysiler**

- Eller ve yüz temiz odaya girmeden önce temizlenmelidir.
- Lanolin içeren sabun ve losyonlar derinin pul pul dökülmesini artırır.
- Deri ilaçları ve kozmetik ürünlerinin sürülmesi yasaktır.
- Sigara içmek ve yemek yemek yasaktır.
- Hidrofil pamuk gömlekler, tulumlar, eldivenler, ve galoşlar giyilmelidir. (NEBB, 1988).

### **2.1.4 Malzemeler ve Ekipmanlar**

- Ekipman ve malzemeler girmeden önce temizlenmelidir.
- Malzemeler, deri partiküllerinin transferini önlemek için eldiven kullanılarak alınmalıdır (NEBB, 1988).

### **2.1.5 Giriş-Çıkışlar**

Kontrollü ortamla çevresindeki mahaller arasındaki kapı sayısı mümkün olduğunca az olmalıdır. Malzeme, personel giriş-çıkış ve hava hareketlerinden doğabilecek kirlenmenin önlenmesi için tedbir alınmalıdır. Kontrollü ortama personel veya malzeme giriş-çıkışı için kullanılan normal girişlerde hava kilidi uygulamasına gidilmelidir (Whyte, 2001).

#### **2.1.5.1 Hava Kilitleri**

Temiz oda girişlerinin kurallara uygun olarak yapılabilmesi için hava kilitlerinin kullanılması zorunludur. Hava kilidi, iki kapıdan oluşan, hepa filtre yardımı ile temiz hava üflenen küçük bir odacıktır. Diğer odaların basınç değerlerinin bozulmaması için birinci kapı kapanmadan ikinci kapının açılmaması için gerekli önlemler alınmalıdır (Bilge, 2001).

## **2.2 Temiz Oda Sınıfları**

Hastaneler, yarı iletken ve ilaç üretim tesislerinde kullanılan temiz odalar hava temizlik seviyelerine göre sınıflandırılırlar. Ultra temiz odalara olan ihtiyacın bir sonucu olarak, geçen yıllarda temizlik seviyeleri için yeni standartlar geliştirilmiştir (NEBB, 1988).

Sınıf 1, Sınıf 10, Sınıf 100, Sınıf 1000, Sınıf 10000, Sınıf 100000, Federal Standart 209 D'de belirlenmiştir (NEBB, 1988).

## 2.2.1 Federal Standart 209

### 2.2.1.1 Federal Standartlar 209 (A-D)

İlk Federal Standart 209, 1963 yılında Amerika'da yayınlanmıştır. Federal Standart 209 1966 (209A), 1973 (B), 1987 (C), 1988 (D) ve 1992 E yıllarında revize edildi. Federal Standart 209A'dan 209D'ye kadar olan versiyonlarda yer alan temiz oda sınıflarındaki partikül limitleri Çizelge 2.1'de gösterilmiştir. Temiz oda sınıfı odanın bir feet küpündeki 0.5 mikrondan büyük partiküllerin ölçülmesi ile bulunur (Whyte, 2001).

Çizelge 2.1 Federal standart 209D'ye göre temiz oda sınıfları (Whyte, 2001)

Sınıf Adı	Partikül Sayısı/ft <sup>3</sup>				
	$\geq 0.1 \mu m$	$\geq 0,2 \mu m$	$\geq 0,3 \mu m$	$\geq 0,5 \mu m$	$\geq 5.0 \mu m$
1	35	7.5	3	1	NA
10	350	75	30	10	NA
100	NA	750	300	100	NA
1000	NA	NA	NA	1.000	7
10000	NA	NA	NA	10.000	70
100000	NA	NA	NA	100.000	700

### 2.2.1.2 Federal Standart 209E

Federal Standart 209E'de odadaki partikül konsantrasyonları metrik sistemde verilmiştir. Sınıflandırma 0.5 mikrondan büyük partiküllerin konsantrasyonunun logaritması olarak belirlenmiştir. Örneğin M3 sınıfı için, 0.5 mikrondan büyük partiküller için sınır 1000/m<sup>3</sup>tür. 1000'in logaritması 3'tür ve Sınıf M3 olarak adlandırılmıştır. Federal Standart 209E'de belirtilen sınıf limitleri Çizelge 2.2'de gösterilmiştir (Whyte, 2001).

Çizelge 2.2 Federal standart 209E'ye göre temiz oda sınıfları (Whyte, 2001)

Anılan Çapa Eşit Yada Büyük Maksimum Tanecik Adedi/m <sup>3</sup> veya ft <sup>3</sup>											
Sınıf Adı		≥ 0.1 μm		≥ 0.2 μm		≥ 0.3 μm		≥ 0.5 μm		≥ 5.0 μm	
		Hacim Birimi		Hacim Birimi		Hacim Birimi		Hacim Birimi		Hacim Birimi	
SI	İngiliz	(m <sup>3</sup> )	(ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(ft <sup>3</sup> )
M 1		350	9,91	75,7	2,14	30,9	0,875	10	0,283	--	--
M 1.5	1	1.240	35	265	7,5	106	3	35,3	1	--	--
M 2		3.500	99,1	757	21,4	309	8,75	100	2,83	--	--
M 2.5	10	12.400	350	2.650	75,0	1.060	30	353	10	--	--
M 3		35.000	991	7.570	214	3.090	87,5	1.000	28,3	--	--
M 3.5	100	--	--	26.500	750	10.600	300	3.530	100	--	--
M 4		--	--	75.700	2.140	30.900	875	10.000	283	--	--
M 4.5	1.000	--	--	--	--	--	--	35.300	1.000	247	7
M 5		--	--	--	--	--	--	100.000	2.830	618	17,5
M 5.5	10.000	--	--	--	--	--	--	353.000	10.000	2.470	70
M 6		--	--	--	--	--	--	1.000.000	28.300	6.180	175
M 6.5	100.000	--	--	--	--	--	--	3.350.000	100.000	24.700	700
M7		--	--	--	--	--	--	10.000.000	283.000	61.800	1.750

### 2.2.2 ISO Standart 14644-1

İlk doküman 1999 yılında yayınlandı. Bu standartta temiz oda sınıflandırma metodu yer almaktadır. ISO Standart 14644-1'e göre temiz oda sınıfları Çizelge 2.3'de ve Federal Standart 209 ve ISO 14644-1'in seçilmiş eşdeğer sınıfları arasındaki karşılaştırma Çizelge 2.4'de yer almaktadır.

Çizelge 2.3 ISO standart 14644-1'e göre temiz oda sınıfları (Whyte, 2001)

ISO Klas Numarası	Partikül/m <sup>3</sup>					
	≥ 0.1 μm	≥ 0.2 μm	≥ 0.3 μm	≥ 0.5 μm	≥ 1 μm	≥ 5.0 μm
ISO Sınıf 1	10	2				
ISO Sınıf 2	100	24	10	4		
ISO Sınıf 3	1.000	237	102	35	8	
ISO Sınıf 4	10.000	2.370	1.020	352	83	
ISO Sınıf 5	100.000	23.700	10.200	3.520	832	29
ISO Sınıf 6	1.000.000	237.000	102.000	35.200	8.320	293
ISO Sınıf 7				352.000	83.200	2.930
ISO Sınıf 8				3.520.000	832.000	29.300
ISO Sınıf 9				35.200.000	8.320.000	293.000

Çizelge 2.4 Federal standart 209 ve ISO 14644-1'in eşdeğer sınıfları arasında karşılaştırma

ISO 14644-1 Sınıflar	Sınıf 3	Sınıf 4	Sınıf 5	Sınıf 6	Sınıf 7	Sınıf 8
FS 209 Sınıflar	Sınıf 1	Sınıf 10	Sınıf 100	Sınıf 1.000	Sınıf 10.000	Sınıf 100.000

### 2.2.3 Filtrasyon

Temiz odaya verilen havanın içersinde bulunan ve temiz odada gerçekleştirilen prosese zarar verebilecek partiküllerin temiz odaya ulaşmadan önce filtrelenerek ayrılması gerekir. Temiz odaların filtrelenmesi birkaç adımdan ibarettir.

#### 2.2.3.1 Hepa Filtreler

Günümüz temiz odalarının ihtiyaç duyduğu temizlik seviyesinin elde edilebilmesi ancak yüksek verimli partikül hava (HEPA) filtrelerinin kullanımı ile mümkün olur. HEPA filtrelerin dokusu değişik boyutlardaki cam liflerinden oluşur. Cam lifleri esas olarak bir bağlayıcı yardımıyla kendi lifler arası bağları ile bağlanır. Bu dokunun yoğunluğu, daha yüksek basınç düşümüne neden olan ve daha büyük filtre alanı gerektiren az verimli filtrelelerinden çok daha büyüktür. HEPA filtrelerin verimliliği 0,3 mikron çapındaki partiküller için %99,97'den %99,999'a kadar değişmektedir (NEBB, 1988).

Hepa filtreler test ve kullanım sırasında kolayca zarar görebileceğinden filtre dokusuna kesinlikle dokunulmamalıdır. Filtre dokusu filtre çerçevesi düştüğünde yada sert bir cisme çarptığında da zarar görebilir.

#### 2.2.3.2 ULPA Filtreler

ULPA (Ultra Low Penetration Air) filtre sınıfı, 0,3 mikron yada daha küçük parçacıkların yakalanmasında standart HEPA filtrelerden daha yüksek verimlilikteki filtreleri tanımlamak için kullanılır. Bir ULPA filtrenin verimliliği %99,99'dan büyüktür.

ULPA filtreler, küçük liflerin filtre dokusundaki daha yüksek oranı ve daha verimli olmaları ile farklıdır. Filtre dokusunun daha yoğun paketlenmesi nedeniyle basınç düşümü daha yüksektir ve aynı miktardaki filtre dokusu için ULPA filtrenin direnci, HEPA filtrenin direncinden büyüktür.

### **3. HİJYENİK KLİMA SANTRALİ**

Günümüzde hijyenik klima santrali tasarımı, üretimi ve işletmesi özel bir ihtisas alanı haline gelmiştir. Bunun nedeni ise, hijyenik klima santrallerine yalnızca ameliyathane ve yoğun bakım ünitelerinde değil, ilaç üretim tesisleri, gıda sanayi üretim ve depolama tesisleri ile elektronik prosesler vb. alanlarda da sıkça gereksinim duyulmasıdır. Son yıllarda iç hava kalitesinin insan sağlığındaki öneminin anlaşılması ile beraber konfor uygulamalarında da hijyenik santral uygulamaları önem kazanmaya başlamıştır. Konu ile ilgili son zamanlarda yoğun çalışmalara başlanmış ve çeşitli standartlar hazırlanmıştır. Araştırmalar aşağıdaki standartların yaygın olarak kullanıldığını göstermiştir (Beşer, 2001).

#### **3.1 prEN 13053**

Bu standart Avrupa Standardizasyon Komitesi (European Committee for Standardization, CEN) tarafından hazırlanmıştır. Standartın içeriği, klima santrallerinde kullanılan elemanların kapasite ve performans ölçümleri olup, hijyenik klima santrallerine de bir bölümünde yer verilmiştir. Bu standarda göre iki tip hijyenik klima santrali uygulaması vardır. Birincisi, standart uygulamalar için olması gereken özellikleri açıklarken, diğeri yüksek hijyen şartları gerektiren ameliyathane ve yoğun bakım üniteleri gibi mahallerin iklimlendirilmesinde kullanılan hijyenik klima santrallerinden bahsetmektedir.

#### **3.2 DIN 1946/4**

Bu standart, VDI (Almanya'nın Makine Mühendisleri Odası) tarafından hazırlanmıştır. Bu standart hastanelerde veya yüksek iç hava kalitesi gerektiren mahallerde kullanılacak klima santrallerindeki elemanlar ile ilgili detaylı bilgiler vermektedir.

#### **3.3 Eurovent**

Son yıllarda ısıtma, soğutma ve havalandırma cihazlarının kapasiteleri ile ilgili sertifika veren bağımsız bir kuruluştur. Ancak, Avrupa standartlarını takip ettiği için, istenilen şartlar prEN 13053 şartları ile büyük benzerlikler taşımaktadır.

#### **3.4 Santral Kaset Yapısı**

Santral kaset iç yüzeyleri düz ve temizlenebilir olması gerekir. Özellikle fan, filtre, nemlendirici ve nem alıcı hücrelerin kapılarında gözetleme camı ve aydınlatma olması gerekmektedir. Santral kasetindeki sızdırmazlık sınıfı DIN V 24 194/2 de açıklanan sınıf 2

şartlarına haiz olması gerekmektedir. Buna göre santral kasetindeki hava kacağı Çizelge 3.1’de verilen değişik basınçlardaki değeri geçmemelidir (DIN 1964/4, 1989).

Çizelge 3.1 DIN V 24 194/2’e göre hijyenik uygulamalar için kasetteki hava kaçak miktarı

Çalışma basıncı (Pa)	200	400	1000
Hava kaçak miktarı (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .s)	0.00084	0.00132	0.0024

Standart uygulamalar için, santral kaset iç yüzeyleri kolay temizlenebilir olması gerekir. Yüksek hijyen şartları gerektiren santraller, açık profil veya santral kasetinde kullanılan parçalar arasındaki birleşme yerlerinde partikül birikmesine izin vermeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu durum santral iç tabanı için daha da önem taşımaktadır. Kullanılan bütün gözenekli parçalar, düz ve yıkanabilir malzemeler ile kaplanmalıdır. Santral kaset iç yüzeyinde vida veya somun gibi herhangi bağlantı elamanı bulunmamalıdır (prEN 13053, 1997).

Santral emişi, egzostu ve fan ağzı gibi dışa açılan kaset açıklıklarında yağmur ve karın girmesi önlenmelidir. Ayrıca bu açıklıklarda hava hızı düşük tutulmalıdır (prEN 13053, 1997).

Santral kasetindeki ısı köprüleri, kaset yüzeyinde yoğuşmaya neden olabilir. Kullanılacak santralin bulunacağı ortamın termal şartları ve kasetteki EN 1886’ya göre ölçülen ısı köprüleme katsayısı göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Kullanılan kapılar, iç elemanları gözetleyecek şekilde olmalı ve aydınlatma konulmalıdır. Bu durum özellikle, fan, filtre, nemlendirici ve soğutma serpantin hücreleri için zorunludur (prEN 13053, 1997).

Santral hava kacağı EN 1886’da belirtilen sınıflar dahilinde olması gerekir. Hava kaçak sınıfları Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3’de gösterilmiştir (prEN 13053, 1997).

Çizelge 3.2 Klima santral kaseti hava kaçak sınıfları (400 Pa negatif basınç)

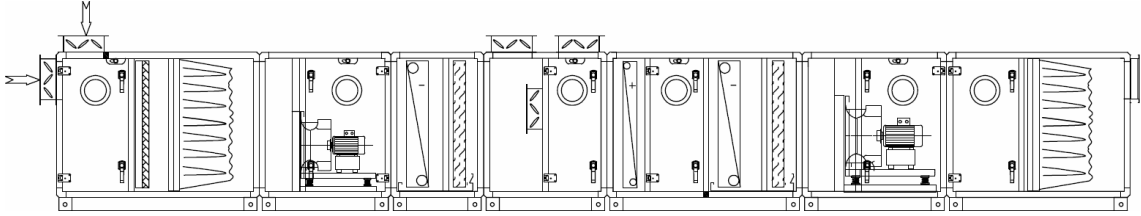
Hava Kaçak Sınıfı	İzin verilen maksimum hava kaçak oranı Lt/sn/m <sup>2</sup>
3A	3.96
A	1.32
B	0.44

Çizelge 3.3 Klima santral kaseti hava kaçak sınıfları (700 Pa pozitif basınç)

Hava Kaçak Sınıfı	İzin verilen maksimum hava kaçak oranı Lt/sn/m <sup>2</sup>
3A	5.70
A	1.90
B	0.63

### 3.5 Ulaşılabilirlik

Klima santrallerinde kullanılan bütün elemanlar temizlik ve bakım amacı ile her iki taraftan (sağ ve soldan) ulaşılabilir veya çıkartılabilir olması gerekir. Bir hijyenik klima santrali örneği Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Hijyenik klima santrali örneği

### 3.6 Filtre

İç ortam hava kalite sınıfı II olan ortamlar için 2 kademe filtre istenirken, I.sınıf hava kalitesine sahip olan ortamlar için üç kademe filtre istenmektedir. Ön filtre dış hava girişinde ilk eleman olarak konulmaktadır. İkinci filtrenin ise, santral çıkışında kanala bağlanmadan önce son eleman olarak konulması gerekir. Üçüncü filtre ise, genellikle ortama servis veren kanalın son elemanıdır. Dış ortamda bulunan santraller, mümkün olduğu kadar binaya yakın olacaktır. Ön filtre için DIN 24 184’e göre en az EU4 ve ikinci filtre için EU7 istenilmektedir. Üçüncü filtrenin sınıfı ise S veya R olması gerekir. Bu standarda göre santralde kullanılacak filtreler ile ilgili aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekir (DIN 1964/4, 1989).

- Filtrelerde, filtre çerçevesi çok önem taşımaktadır. Hava kaçağı, filtre çerçevesinde mümkün olduğu kadar az olmalıdır. DIN 1946/4, filtre çerçevesi için 2000 Pa basınçta hava başağı %0,0003’ü geçmeyecek şekilde koşul koymuştur.
- Filtredeki basınç farkını gözetleyebilmek için, filtre hücresinde filtrenin iki tarafına (sağ ve soluna) basınç farkını gösteren cihazlar konulacaktır. Böylece kullanılan filtre için ilk basıncı ve çalışma basıncını izlemek mümkündür.

- Filtre üzerine gelen havanın nem oranı %90'ı geçmemelidir.
- Filtre ile ilgili bilgi edinmek ve filtrenin son durumunu değerlendirebilmek için aşağıdaki bilgilerin filtre hücrelerinde bulunması gerekir.
  - İlgili hücrede kullanılan filtre sınıfı
  - İlgili filtrenin malzemesi
  - Nominal hava debisi
  - Filtre başlangıç çalışma basıncı
  - Filtre için izin verilen son çalışma basıncı
  - Filtre değişim tarihi

PrEN 13053 standardında da hijyenik klima santrallerinde filtre sınıfına değinilmiş, ancak filtre hücrendeki kaçak oranının EN 1886'da belirtilen değerlerin üzerinde olmaması istenilmiştir. EN 1886 standardına göre filtrelerdeki hava kaçak oranları Çizelge 3.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 EN 1886 standardına göre filtrelerdeki hava kaçak oranı

Filtre Sınıfı	G1-4	F5	F6	F7	F8	F9
Filtre Kaçak Oranı (k)	---	%6	%4	%2	%1	%0.5

Filtredeki kaçak oranı (k katsayısı) filtre çerçevesindeki hava kaçak debisinin, filtreden geçen toplam hava debisine oranı olarak tanımlanmaktadır. Cihazda nemlendirici mevcut ise, ön filtrenin sınıfı, EN 779 standardına göre F6 olmalıdır (prEN 13053, 1997).

Uygulamalarda genelde ön filtre ve ikinci filtre olmak üzere iki adet filtre kullanılmaktadır. Ön filtrenin sınıfı minimum E4'tür. Hava kaçağını engellemek için kullanılan fitil, conta veya benzeri malzemeler gözenekli olmayacak, su absorbe etmeyecektir. Kullanılan fitiller, dezenfektasyon malzemelerine dayanıklı olacaktır. Filtre çerçevesi, toz ve kirin birikimine neden olmayacaktır. Filtre hücrelerinde kullanılan sac malzemeleri, paslanmaya dayanıklı galvaniz olabilir. Ancak, boyalı sac tercih edilmekte ve özel uygulamalar için paslanmaz sac kullanılmaktadır.

### 3.7 Nemlendirici

Nemlendiricilerin ikinci filtreden önce konulması gerekir. Nemlendirici hücrelerinden diğer hücrelere damla geçişi olmamalıdır. Nemlendirici çıkışındaki havadaki nem oranı %90'ı geçmeyecektir. Sirkülasyonlu nemlendiricilerde, dezenfektasyon için kullanılan ilaçlar

kullanılan suyun kalitesini bozmayacaktır. Nemlendiricide kullanılan suyun kalitesinin, en az içilebilecek suyun kalitesinde olması gerekir. Sirkülasyonlu nemlendiricilerde, kullanılan suda bakteri oluşumunu engelleyecek ultra-violet veya kimyevi madde uygulamaları yapılması gerekir (DIN 1964/4, 1989).

Kullanılan nemlendirici sağlığa zarar vermemelidir. Kullanılan nemlendiricinin suyundaki bakteri konsantrasyonu sağlığa zarar vermeyecek oranda olmalıdır. Eğer suyun içindeki bakteri oranı tehlikeli olacak derecede tahmin ediliyorsa, su kalitesi kontrol edilmelidir. Nemlendiricin bakımı ve kontrolü için sorumlu atanmalı ve yapılan ölçümler kayıt edilmelidir. Bu doğrultuda üretici tarafından servis ve bakım kılavuzu hazırlanmalı ve kullanıcıya verilmelidir. Nemlendiricinin temizlenme ve servis periyotları kullanıcı tarafından belirlenmelidir. Sirkülasyonlu nemlendiricilerde suyun içinde biriken bakteriler, pas ve biriken partiküllerin azaltılması için temiz suyun ilave edilmesi yerine, havuzdaki suyun tamamen boşaltılması ve yeniden temiz su doldurulması tavsiye edilmektedir. Temizlik işlemlerinden sonra nemlendirici dezenfekte edilebilir ancak dezenfektasyon malzemesi nemlendirme prosesine ve dolayısıyla iç ortamın havasına karışmamalıdır (prEN 13053, 1997).

Pratikte nemlendirme işlemi için buharlı ve sulu nemlendiriciler kullanılmaktadır. Buharlı nemlendiriciler ile ilgili hijyenik açıdan herhangi bir sorun yoktur. Esas su ile çalışan nemlendiricilerde sorun vardır. Su ve özellikle durgun su bakteri oluşumu için uygun bir ortamdır. Bu nedenle sudaki bakteri oranı sürekli kontrol edilmelidir. Nemlendirici hücrelerinde aydınlatma olmalıdır. Nemlendirici havuzu, bağlantı sacları ve elemanlarının paslanmaz olmasında büyük fayda vardır. Püskürtmeli nemlendiriciler yerine son zamanlarda yaygınlaşan dolgulu tip nemlendiricilerin kullanılması çok daha uygun olacaktır. Dolgulu tip nemlendiricilerde evaporatif nemlendirme söz konusu olduğundan, bakterilerin santral havasına karışma olasılığı daha düşüktür.

### **3.8 Soğutucu Serpantinler**

Soğutucu serpantinler ikinci filtreden önce yerleştirilmelidir. Serpantin tasarımı ve kullanılan yoğuşma tavası, yoğuşan suyun rahatlıkla tahliye edilmesini sağlayacak şekilde olmalıdır. Sistemin çalışmadığı durumlarda, toz, dış hava veya partiküller tahliye borusu vasıtasıyla dış ortamdaki santral içine girmemelidir (DIN 1964/4, 1989).

Soğutucu serpantininde yoğuşma esnasında oluşan damlacıklar kesinlikle bir sonraki hücreye geçmemelidir. Kullanılacak yoğuşma tavası eğimli olup, suyun tavada bekletilmesine izin

vermemelidir. Kaset geçişlerinde, serpantin bağlantı boruları izole edilmelidir. Drenaj sistemine uygun sifon kullanılmalıdır. Su damlacıklarının taşınmasını önlemek için damla tutucu kullanıldıysa, temizlik amacı ile diğer elemanlardan bağımsız ve rahatlıkla sökülebilir olması gerekmektedir. Soğutma serpantininin her iki taraftan temizlenebilir olması veya temizlik amacı ile kasetten çıkartılabilir olması gerekmektedir. Yoğuşma tavası paslanmaya karşı dayanıklı malzemedan yapılmalıdır (prEN 13053, 1997).

Serpantin kanat malzemesi, pratikte kullanılan alüminyum, bakır veya alüminyum epoxy kaplı ve boru malzemesi ise bakır olabilir. Kanat aralığı 2.1 mm ve üstü olması tavsiye edilir. Soğutucu serpantinden diğer hücreye su damlacıklarının geçişi olmayacaktır. Bu nedenle hava hızına dikkat edilmesi gerekir. Tavsiye olarak, hava hızına bakılmaksızın kesinlikle soğutucu serpantinden sonra damla tutucu kullanılmalıdır. Kullanılan yoğuşma tavası çok önem taşımaktadır. Kesinlikle çift eğimli olmalıdır (Beşer, 2001).

### 3.9 Diğer Hususlar

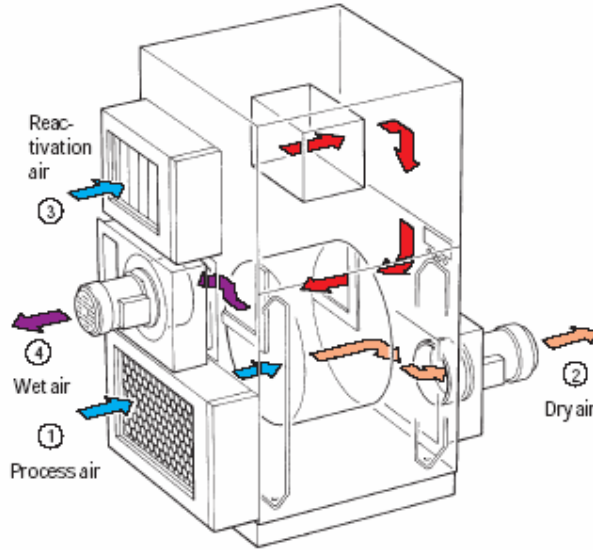
- Fan hücreleri ile ilgili standartlarda detaylı bilgiye rastlanamamasına rağmen yapılan uygulamalarda bu konuya da önem verilmesi gereği doğmuştur. Kullanılan fan temizlenebilmeli ve istenildiğinde dezenfekte edilebilmelidir. Hijyenik uygulamaları için, plug fanlar tercih edilir. Buna karşın drenaj hatlı radyal fanlar da kullanılabilir. fan kanatları ve malzemesi galvaniz kalitesine de bağlı kalmak şartı ile galvaniz, boyalı veya paslanmaz seçilebilir. Kullanılan elektrik motorunun dış yüzeyi yıkanabilmeli ve istenildiğinde dezenfekte edilebilmelidir. Bu nedenle, elektrik motor koruma sınıfı olarak IP 55 seçilmelidir. Küçük santral uygulamalarında temizlik amacı ile bu fan ve motor grubunun dışarıya çıkartılması zorunlu olmamakla birlikte büyük kolaylık sağlarken, büyük santrallerde fan hücrelerine girilebilmesi ve fanın temizlenebilmesi için yeterince yer bırakılmalıdır. Büyük santrallerde çoğunlukla yıkanabilir olarak imal edileceği için fan hücre drenaj hattı olmasında fayda vardır. Tüm fan hücrelerinde gözetleme camı ve aydınlatma bulunmalıdır.
- Damper uygulamalarında ise, hava kaçak oranı maksimum 100 Pa test basıncında 10 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> olmalıdır. prEN 13053 standardına göre, hijyenik santrallerde damperlerin prEN 1751 standardında tanımlanan sınıf 3 veya 4 olması gerekir. Sistemin çalışmadığı durumlarda damper motoru vasıtası ile damperler kapalı konumda tutulmalıdır.
- Elektrik tesisatı ile ilgili dikkat edilmesi gereken husus ise, kullanılan kabloların temizlenebilir ve kullanılacak dezenfektasyon malzemesine dayanabilir olmasıdır.

Kablolamada en kısa hat kullanılarak kabloların santral dış ortamına alınmaları gerekir.

- Santral kasetinin içinden geçen soğuk su boruları izole edilmelidir.
- Hijyenik klima santral üreticilerinin, normal santraller için hazırladıkları bakım kılavuzlarındaki açıklamalara ek olarak, santralin temizlenme yöntemleri ile ilgili gerekli bilgileri vermeleri gerekir.
- Santral içi, üretimden sonra iyice temizlenmelidir. Gerek ürün ambarında, gerek taşıma sırasında veya sahada herhangi bir şekilde içine toz veya partiküllerin girmemesi gerekir. Santrali işletmeye almadan önce iyice temizlenmelidir (Beşer, 2001).

#### 4. TAMBURLU NEM ALICI CİHAZLAR

Tamburlu sistemlerde nem alıcı (higroskopik) madde emdirilmiş tambur bulunur. Bu tambur bir motorla çok yavaş döndürülmektedir. Tamburun iki yarısı farklı hava akımları içerisindedir. Tamburun birinci yarısı odadan emilip, tekrar odaya verilen kurutucu hava akımı içindedir. Nemli oda havası, nem alıcı tambur üzerinden geçerken nemini burada bırakır, bir miktar ısınır ve bu kuru sıcak hava tekrar odaya verilir. Tamburun diğer yarısı ise dışarıdan alınan taze hava akımı içindedir. Odadan alınan hava elektrikli ısıtıcılardan geçerek önce ısınır. Sonra bu sıcak hava tamburun diğer yarısından geçer ve tambur üzerinde emilmiş suyu buharlaştırarak alır. Bu nemli ve sıcak hava bir kanalla dışarı atılır. Bu havaya reaktivasyon havası adı verilir. Böylece tambur bu bölgeden geçerken üzerinde toplanan nem alınarak tekrar aktif hale gelir. Eğer dışarı bir kanal bağlantısı istenmiyorsa, cihaza bir kondenser ünitesi ilave edilmelidir. Bu kondenser ünitesinde sıcak ve nemli hava, oda havasıyla soğutularak içindeki nem yoğunlaştırılır. Bu durumda cihaz kompaktır. Dışarı bir hava bağlantısına gerek yoktur. Ancak kondenser ünitesi hem maliyeti yükseltmekte, hem de cihaz verimini bir miktar düşürmektedir. Bu cihazlarda elektrik enerjisi fan motorlarına, tambur motoruna ve elektrikli ısıtıcılara beslenmektedir. Nem alıcı cihaz seçimi cihaz kataloglarından yararlanılarak yapılır. Bir nem alıcı cihaz şematik resmi Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Tamburlu nem alıcı cihaz

Burada 1 ile gösterilen proses havası, yani odadan alınan nemli hava girişidir. 2 ile gösterilen odaya gönderilen kuru hava çıkışıdır. 3 dışarıdan alınan reaktivasyon havası girişi, 4'de dışarıya atılan nemli hava çıkışıdır.

## 5. TEMİZ ODA TASARIMI

Temiz oda HVAC sistemleri ticari HVAC sistemlerinden farklıdır. Bu sistemlerde oda duvarları kanal duvarlarına, odalar basınçlı tanklara dönüşebilir. Duvarlar ve tavan hava dağıtıcıları olarak kullanılabilir. Tek bir oda yada mahal birbirinden ayrı üç kanal-fan sistemine sahip olabilir. Teknik elemanlar dahil olmak üzere hiç kimse yöneticinin bilgisi dışında temiz odaya girmemelidir. Temiz odalarda ve hatta bunların dışında personel kıyafetleri bir standart dahilinde olmalıdır. Bu standart tesisten tesise göre farklılık gösterebilir.

### 5.1 Temiz Oda Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Temiz oda tasarımı ciddi bir ekip çalışması gerektirir. Bu ekip içerisinde

- İnşaat
- Mimari
- Elektrik
- Mekanik

Grupların yanı sıra, ilaç fabrikasının mühendislik üretim, kalite güvence grubunun da yer alması gerekmektedir.

Bu tasarım grubunun yapacağı çalışmalar aşağıda açıklanmıştır.

- Temiz odalarda üretilecek ürünün tipi ve kapasitesi mal sahibi tarafından belirlenir.
- Mimari grup GMP gibi uluslar arası standartların yanı sıra Sağlık Bakanlığı'nın temiz odalar ile ilgili yönetmelikleri hakkında bilgilendirilmelidir.
- Örneklemek gerekirse, penicilin ve sefobid gibi ilaçların mutlaka birbirinden bağımsız binalarda üretilmesi gibi.
- Fabrika yetkililerinden alınacak cihaz bilgileri ve boyutları göz önünde tutularak üretim ve ofis alanları mimari ve statik avam projeleri hazırlanır.
- Üretim mahallerindeki ekipmanlar gerçek boyutlarına göre mimari projeye işlenir. (Layout)
- Fabrika yetkililerince üretim mahallerinin temizlik sınıfı ve mahallerde Laminer Flow cihazının kullanılıp kullanılmayacağı belirlenir.
- İç hava tasarım koşulları (sıcaklık, nem) üretim sorumlularının görüşleri alınarak belirlenir.
- Temiz oda içerisindeki ekipmanların gereksinimleri olan basınçlı hava, vakum, buhar, temiz su, kondens, egzost havası gibi ihtiyaçların kapasite ve özellikleri imalatçı firma

kataloglarından belirlenir.

- Cihazların yaydıkları ısıların 24 saatlik dağılımı belirlenir.
- Temiz oda kombinizasyonundaki her bir bölgenin ısı kaybı, kazancı ve mahallere gönderilecek hava miktarları hesaplanır.
- Hesaplanan hava miktarları temiz oda sınıfına uygun değişim sayıları ile mukayese edilir. Hesaplanan hava değişim sayısı standartlarına uygun hava değişim sayısının altında kalıyor ise hava değişim sayıları revize edilir.
- Mahaldeki pozitif basınç değerini yakalayabilecek dış hava miktarı belirlenir.
- Temiz odada düşük bağıl nem değerleri istenildiği takdirde, psikrometrik çalışmaların yapıp kimyasal nem alıcı kullanılıp kullanılmayacağı belirlenir.
- Özel sızdırmaz asma tavanlarda hepa filtre ve aydınlatma armatürleri yerleşimi yapılır.
- Döşeme seviyesine yakın bir yerde emiş menfezleri yerleri belirlenir. Aşağıya inen kanallar için inşai önlemler alınır.
- Kanal tasarımı gerçekleştirilir. Emiş ve gidiş hattı basınç kaybı hesaplanır. Gidiş hattı üzerindeki HEPA filtre basınç kaybı kirlilik faktörü göz önünde tutularak seçilir.
- Hesaplanan kapasitelere uygun klima santrali seçimi yapılır. Klima santralleri fanları, sistemde kullanılan filtrelerin (EU5, EU9, HEPA) kirli haldeki basınç kayıpları esas alınarak seçilmelidir. Fanlar sabit hava debisini karşılayabilmek için frekans kontrollü seçilmelidir.
- Doğrudan atmosfere egzost edilen hava, ilaç tozları veya formaldehit gibi gazları içeriyorsa egzost edilen havadaki zehirli gazlar scrubber cihazları ile temizlenmeli, tozlar ise HEPA filtrede tutularak temizlendikten sonra atmosfere verilecek şekilde sistem tasarımı yapılmalıdır.
- Temiz odalarda sıcaklık, nem ve basınç değerlerinin sürekli gözlenmesi ve kaydedilmesi zorunluluğundan dolayı kontrol sistemi, bina otomasyonuna uygun projelendirilmelidir.
- Sistemin 365 gün 24 saat problemsiz çalışacağı düşünülerek mekanik tesisat şartnamesi hazırlarken aşağıdaki hususlar mutlaka göz önünde tutulmalıdır.
  - Tüm hava kanalları yüksek basınçta sızdırmazlık testine tabi tutulacağı için kanal imalatının özel sızdırmaz flanşlı ve DW 142 veya SMACNA şartlarına uygun imal edilmesi,
  - Tesisattaki tüm siyah boruların tercihen dikişsiz olması ve boyadan evvel kumlanması,
  - Boruların iç yüzeyinde oluşacak korozyonu engellemek için özel kimyasallar kullanılması,

- Uygulamada kullanılacak tüm ekipmanların imalat, kapasite testlerinin ulusal ve uluslar arası standartlara uygunluğu,
- Tüm imalatların sertifika sahibi elemanlar tarafından yapılması, standartlara uygun testlerin yapılması
- Test, ayar ve ölçüm çalışmalarının da mekanik tesisat şartnamesinde yer alması gerekmektedir (Bilge, 2001).

## 5.2 Odaların Basınçlandırılması ve Odalar Arası Hava Akış Kontrolü

Havada taşınabilen kirlenmenin temiz odaya girişi, iyi tasarımın bunu sınırlamasına rağmen, sık sık karşılaşılan bir problemdir. Bu kötü detaylandırılmış yapı aracılığı ile dış hava kirliliğinin temiz odaya endüklendiğinde oluşabilir. Bu nedenle yapıdaki boşluklar en az seviyede tutulmalı ve bu problemi önlemek üzere oda basınçlandırılmalıdır (Demirel, 1999).

Hava kirliliğinin girişi; personel, ekipman ve malzemenin kötü bir şekilde tasarlanmış hava kilitleri ve değişme odalarından geçişleri sırasında da oluşabilir; bu yüzey ve hava kirlenmesi olabilir (Demirel, 1999).

Farmostatik temiz oda suitleri, her birinde değişik imalat proses aşamalarının olduğu birçok temiz odadan oluşurlar. Üretilen malzeme ve ambalaj malzemesi değişik odalardan geçerken düzenli bir şekilde artan çevre şartı standardı gerekir. Doldurma ve kabın kapatılması ve sızdırmaz hale getirilmesi işlemlerinin yapıldığı odalarda en yüksek kalite şartları gerekir. Ağzı sızdırmaz hale getirilmiş ürün, etiketleme ve kontrol için giderken daha az katı çevre şartlarına ihtiyaç duyar. Bu değişik standartlar, farklı besleme hava debileri ve kritik alanların üzerinde tek yönlü akış üniteleri kullanılmak suretiyle sağlanır (Demirel, 1999).

Bu farklı şartların her bir temiz odada sabit tutulabilmesini sağlamak için, temiz oda standartları GPMP (Good Pharmaceutical Manufacture Practise) kuralları odaların farklı basınçlarda tutulmasını gerektirir. Bu daha düşük derecedeki bir odadan daha yüksek dereceli bir alana istenmeyen bir hava akışını önlemek ve dolayısıyla kirlilik transferi ihtimalini azaltmak için yapılır (Demirel, 1999).

Temizlik sınıfına haiz bir oda ile temizlik sınıfına haiz olmayan bir oda arasındaki basınç farkı minimum 15 Pa, temizlik sınıfına haiz iki oda arasındaki basınç farkı ise minimum 10 Pa olmalıdır (Bilge, 2001).

Aşırı derecede basınç farkları kapı aralarından “ıslık” sesine neden olabilir ve menteşeli kapıların manuel olarak açılıp kapanmasında küçük zorluklar olabilir.

Küçük boşluklardan ve açıklıklardan olan hava kaçağının miktarı (5.1) eşitliği yardımıyla hesaplanabilir.

$$Q = A \times \alpha \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta P}{\gamma_a}} \quad (5.1)$$

Q:Hava debisi (m<sup>3</sup>/s)

A:Kaçak alanı (m<sup>2</sup>)

$\Delta P$ :Basınç farkı (Pa)

$\alpha$ :Katsayı (0,65)

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu

Kapılardan olan kaçak, kapının etrafındaki toleranslar verildiğinde iyi bir tahminle hesaplanabilir. Ancak toplam kaçak, inşaat detaylarının kalitesine bağlıdır ve oda işletmeye alınıncaya kadar bilinmesi olanaklı değildir. Bundan dolayı klima sisteminin kapasitesi beklenenden fazla kaçak olması durumunu da kompanse edebilecek şekilde belirlenmelidir (Demirel, 1999).

### 5.3 Sıcaklık ve Nem Kontrolü

Hedef seviyeler 20°C sıcaklık, %40±%5 bağıl nemdir. Buna rağmen toz gibi neme hassas malzemeler için daha düşük nem seviyeleri gerekebilir. %25±%5 uygun olabilir. Ancak her bir ürünün de özel ihtiyaçları olabilir. Kuru termometre sıcaklıklarında da ekonomi yada daha iyi konfor şartları için sapmalar gerekebilir. Coğrafi yerleşime ve üretimin doğasına bağlı olarak hedef kuru termometre sıcaklıkları 18°C-22°C aralığında olabilir (Demirel, 1999).

### 5.4 Aydınlatma Seviyeleri

Farmostatik steril ürün suitlerinin çoğu yapay aydınlatma ile aydınlatılır. Gözün gerektirdiği görevlerin doğası genellikle 500-750 lux arasında bir seviye gerektirir. Bazı görevler daha yüksek seviyelere ihtiyaç duyar, fakat bunlar genellikle lokal aydınlatma ile sağlanır. Bu yüksek aydınlatma seviyelerinde renk ayırma ve gözlerin kamaşması önemli problemlerdir. Temiz oda aydınlatmalarının sızdırmaz ve düzgün yapısı göz kamaştırma problemi kontrolünü zorlaştırır. Işık kaynakları pratik olarak gün ışığına yakın olabilecek şekilde seçilmelidir (Demirel, 1999).

## 5.5 Gürültü Seviyeleri

İlaç sanayindeki temiz odalardaki imalat proseslerinin çoğu yüksek gürültü üretirler. Yüksek hava debileri de buna ilave gürültü getirir. Bazı standartlarda tek-yönlü hava akış cihazlarının yanında yaklaşık 65 dBA gürültü seviyesi belirtilmiştir. Bu çok yüksektir ve içinde insanların bulunduğu bir temiz odada, 60 dBA'dan yüksek olmayan bir gürültü seviyesi daha uygundur. Açıktır ki, bazı görevler daha düşük gürültü seviyelerine ihtiyaç duyabilir. Tasarımcı bu özel ihtiyaçları değerlendirmelidir (Demirel, 1999).

## 5.6 Hava Değişim Oranları

Temizlik sınıfı 100.000 olan odalarda saatte 30 değişim, temizlik sınıfı 100 ve 10 olan odalarda ise değişim sayısı 600 ila 700 arasında tavsiye edilmektedir (NEBB, 1988).

## 5.7 İlaç Proses Tipleri

İlaç üretim alanlarında üretilen çok değişik tipte ürünler mevcuttur. Bunlar öncelikle üç bölüme ayrılabilirler.

- Enjekte edilenler (Bu ürünler kişilere enjeksiyon yoluyla verilenlerdir).
- Haricen uygulananlar (bu ürünler insan gövdesinin dışına uygulananlardır).
- Ağızdan alınanlar (Bu ürünler yutularak alınanlardır).

Genel olarak, enjekte edilenlerin üretimi diğerlerinden çok daha yüksek kalitede çevre şartları gerektirir. Çünkü kanda, mide ve deridekinden daha az bakteriyel kirlenme vardır. Bu genel kurala göz damlaları bir istisna oluşturur. Çünkü göz, enfeksiyonlara karşı deriden daha açıktır (Demirel, 1999).

### 5.7.1 Enjeksiyonla Verilenler

Temiz oda yerleşim planı ve çevre şartlarının genel durumunda, enjekte edilebilir steril ürünler üç sınıfa ayrılabilir.

- Akışkan ürünler
- Dondurularak kurutulmuş ürünler
- Toz ürünler

#### 5.7.1.1 Sıvı Hazırlama

Enjekte edilebilenlerin suda (yada emülsiyon olarak) hazırlanması iki ana alanda yapılır.

- Aseptik üretim

- Uç noktada sterilize edilen ürünlerin üretimi

Eğer ürün ısı karşısında dengeli ise normal olarak uç noktada sterilize edilir. Dolayısıyla bu ürünlerin hastaya küçük bir bakteriyolojik riskleri vardır. Buna rağmen bunlar dengesizlik gibi çeşitli nedenlerle uç noktada sterilize edilemiyorsa bu takdirde, ürün aseptik olarak üretilir. Bunun anlamı sıvı, mikroorganizmalardan filtre edilir ve mikroorganizmalardan olabildiğince arınmış bir temiz oda ortamında steril bir kaba doldurulur. Dolayısıyla aseptik üretim ilaç üretiminde en çok dikkat edilmesi gereken ve yapılması en zor prosestir. Ürünün açıldığı kritik alan Sınıf 100 şartları gerektirir. Bu da genellikle konvansiyonel olarak havalandırılan bir oda içinde tek yönlü bir akış sisteminin sağlanması ile başarılır (Demirel, 1999).

#### **5.7.1.2 Donmalı-Kurutma**

Bir ilaç solüsyon durumunda dengesiz ise donmalı-kurutma işlemi uygulanabilir. Ürün bakterilerden filtre edilmiş bir solüsyon içinde oluşturulur ve steril kapların (küçük şişeler ve ampuller) içerisine doldurulur. Bu kaplar daha sonra donmalı-kurutmaya alınır ve suyundan arındırılır. Donmalı-kurutmadan çıkarıldıktan sonra kapaklanır veya kapatılır. Bunlar uç noktada (son işlemde) sterilize edilmemişlerdir fakat kuru tozun içinde mikrobik büyüme meydana gelmeyecektir. Dolayısıyla donmalı-kurutma işlemi uygulanmış ürünler risk kategorisinde aseptik olarak üretilmiş ve uç noktada sterilize edilmiş ürünlerin arasında gelir. Buna rağmen bu ürünler birçok otoriteye göre aseptik olarak sınıflandırılırlar. Bu nedenle sıvı ürünlerin üretimi için gerekli olan aseptik doldurma odaları ile aynı standarttaki şartlarda üretimleri yapılmalıdır (Demirel, 1999).

#### **5.7.1.3 Toz Doldurma**

Bu işlemde ürün, doldurma odasına toz olarak ulaştırılır, makine ile kaplara doldurulur ve kaplar kapatılır. Antibiyotikler çok sık olarak bu şekilde doldurulur. Uç sterilizasyonu yapılmaz. Toz, bakteri büyümesini desteklemez ve toz bir antibiyotikse bu risk iyice yok olur. Buna rağmen otoriteler bunları aseptik ürünler olarak göz önüne alırlar. Toz doldurma ürünlerinin iki özel problemi vardır. Tozun akışını garanti altına almak için havanın nemi düşük tutulmalıdır. İkinci olarak da toz doldurma, parçacık bulutlarına sebebiyet verebilir. Bu nedenlerle doldurma makinesinin egzost sistemi, kirlenme kabinleri ve özel hava hareketi kontrol şemaları özel bir şekilde göz önüne alınmalıdır. Bu tür biyolojik olarak aktif tozların üretimi için bir çok otorite ya bu binaların ayrılmasını ya da en azından diğer üretim alanlarından efektif bir şekilde ayrılmış belirli yerlerde üretimi göz önünde bulundururlar (Demirel, 1999).

### **5.7.2 Haricen Uygulananlar**

Bu ürünlerin çoğunluğu kremler ve yağlar şeklinde deriye uygulanırlar. Göz damlaları da bu kategoride incelenir. Bu ürünler deriye uygulandıktan sonra sterilize gereksinimleri enjekte edilenlere göre daha azdır. Buna rağmen göz solüsyonları, bazı kremler ve yağlar da steril olmak zorundadır (Demirel, 1999).

Steril olmayan ürün çok iyi çevre şartlarını gerektirmez. Sınıf 100.000 odalar genellikle kabul edilebilir seviyedir. Ancak göz ve diğer steril ürünlerin hazırlanması, aseptik ve uç sterilizasyonu yöntemlerinden birisi ile üretilen ürünlerdekine benzer çevre şartları gerektirir.

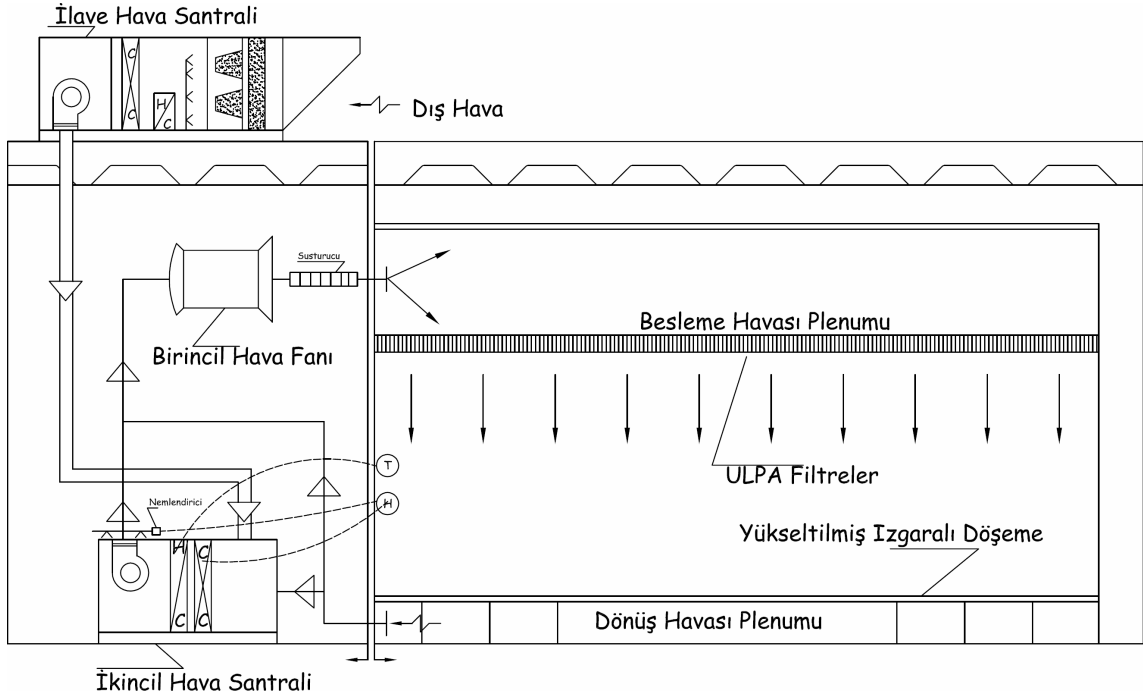
### **5.7.3 Ağızdan Alınanlar**

Bu ürünler sıvı taşıyan şişeleri, tabletleri ve kapsülleri kapsar. Ağızdan alınanlar normal olarak sterilize edilmemişlerdir. Ancak sıvı ilaçlar ve kremlerde kabın içerisinde herhangi bir bakteriyel kirlenmeyi önlemek amacıyla genellikle koruyucular ilave edilir. Bu ürünlerin üretimi sırasındaki problem, özellikle toz kapsayan tabletler ve kapsüllerde, ürünler arasındaki yada ürünlerle insanlar arasındaki çapraz kirlenmedir (Demirel, 1999).

## **5.8 Tipik Temiz Oda Sistemleri**

### **5.8.1 Sınıf 10 Temiz Odalar**

Üç adet fan-kanal sistemine sahip sınıf 10 temiz odaya bir örnek Şekil 5.1'de gösterilmiştir. Birincil hava basınçlandırılmış bir plenum ve ULPA filtrelerden geçirilerek odaya verilir. Yükseltilmiş veya ızgaralı bir döşeme sayesinde temiz odanın içerisinde laminar akış sağlanır (NEBB, 1988).



Şekil 5.1 Sınıf 10 temiz oda (NEBB, 1988)

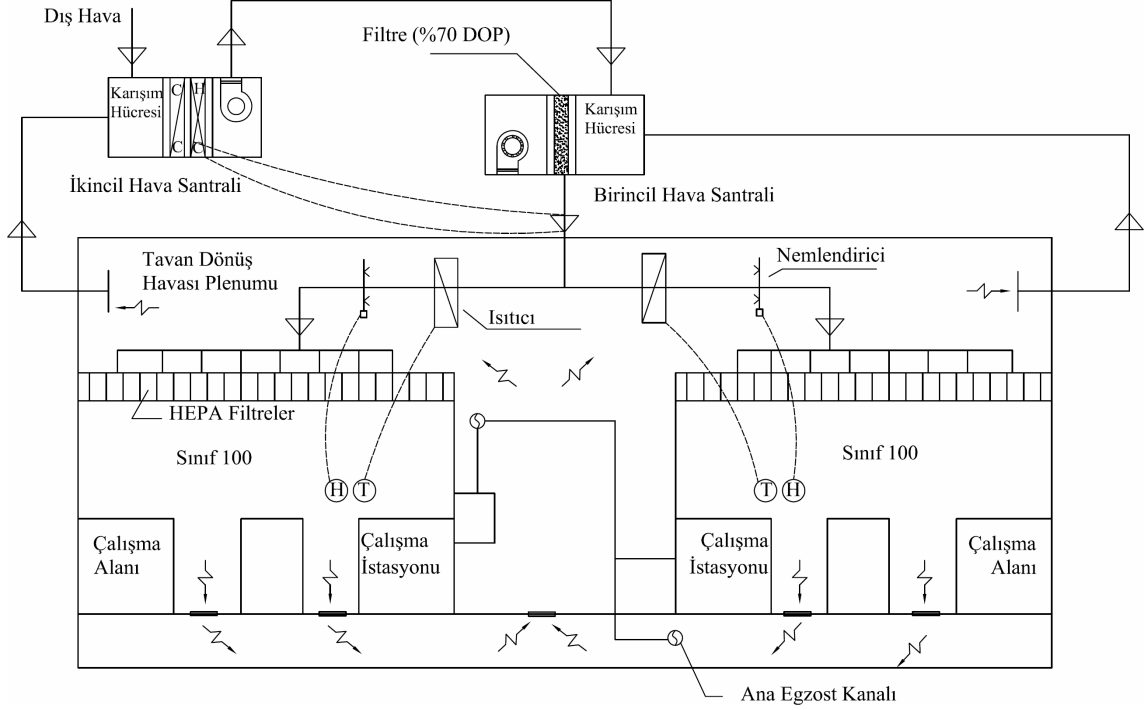
Birincil hava, bir aksiyal fan ve susturucudan geçirilerek basınçlandırılmış bir plenuma verilir. Büyük miktardaki birincil havanın (saatte 540 hava değişimli) 3 m yükseklikte temiz odada ULPA filtrelerden geçiş hızı 0,45 m/s bir aksel fan kullanımı gerektirir.

İkincil hava, bir karışım hücresi, soğutma ve nem alma için kullanılan soğutma serpantininin yer aldığı soğutucu hücresi, ısıtma ve yeniden ısıtma için kullanılan ısıtma serpantininin yer aldığı ısıtıcı hücresi ve radyal bir fanın bulunduğu bir vantilatör hücresinden oluşan bir klima santrali tarafından sağlanmaktadır.

Odayı basınçlandırmak için gerekli dış hava ve cihazların egzostları için gerekli ilave hava eğer mümkünse bağımsız bir ilave hava santralinden sağlanır. İlave hava santrali, bir dış hava giriş hücresi, 50 mm'lik bir panel filtre ile %95 verimlilikteki bir torba filtrenin bulunduğu bir filtre hücresi, bir ön ısıtıcı serpantini ve by-pass damperi ile soğutucu serpantininin bulunduğu hücreler ve radyal fanlı bir vantilatör hücresinden oluşur. Ön ısıtma ve soğutma serpantinleri yıl boyunca belirli bir hava sıcaklığını temin ederler. Ön şartlandırılması yapılmış dış hava ile temiz odadan gelen dönüş havası ikinci hava santralinin karışım hücresinde karışır. Odanın basınçlandırılması ilave hava santralinin görevidir. İhtiyaç duyulan pozitif basıncın sürekli sağlanabilmesi için temiz odaya yerleştirilmiş bir basınç sensörü bir frekans invertörü yardımı ile fan elektrik motorunun hızını ayarlar (NEBB, 1988).

### 5.8.2 Sınıf 100 Temiz Odalar

Sınıf 100 temiz odaya bir örnek Şekil 5.2’de gösterilmiştir. Birincil hava, bir birincil hava santralinden temin edilip ortam basıncındaki bir kanal sistemi ile dağıtılır, özel kanallarla HEPA filtrelerden geçirilerek odaya verilir.



Şekil 5.2 Sınıf 100 temiz oda (NEBB, 1988)

Temiz oda tavanının tamamı HEPA filtrelerle kaplanır ve bu yapı tavan taşıyıcı sistemine oturtulur.

Birincil hava klima santralinde, bir karışım hücresi, ısıtıcı ve soğutucu serpantininin bulunduğu hücreler ve radyal fanlı bir vantilatör hücresi bulunur. İlave hava ise Şekil 5.1’deki gibi ilave hava santrali gibi bir santral tarafından şartlandırılır. Temiz odadan alınan dönüş havası, döşemeye monte edilmiş kelebek sürgüler aracılığı ile hava-sızdırmaz dönüş havası plenumuna aktarılır. Tavandaki boşluklardan plenuma gönderilen hava daha sonra kanallarla birincil ve ikincil klima santrallerinin karışım hücrelerine taşınır. Plenumun üzerindeki boşluk dönüş havasının transferinde kullanılır. Çalışma istasyonlarının egzost havası atımında kullanılan branşman egzost kanalları aynı boşluk içerisine yerleştirilmiş olup ana egzost kanalı ile bağlantılıdır. Egzost kanalları ile dönüş havası aynı boşluktan geçirildiğinden dönüş havasının ön filtreden geçirilmesi gerekmektedir (NEBB, 1988).



Ortam basıncındaki kanal sistemiyle taşınan hava odaya verilmeden önce HEPA filtrelerden geçirilir. %99.97 verimlilikteki HEPA filtreler ile sınıf 10.000 temiz oda şartları sağlanır. Çalışma istasyonlarının üzerine yerleştirilmiş 0.3 mikron %99.99 DOP verimine sahip HEPA filtreler ile sadece o bölgede sınıf 100 şartları oluşturulur.

Hava odanın yan duvarlarının zemine yakın yerlerindeki kelebek sürgüler kullanılarak dönüş havası boşluğuna, dolayısıyla tavandaki dönüş plenumuna, oradan da kanallarla klima santralindeki karışım hüccresine taşınır.

Temiz odaya komşu olan koridorun temizliliği sınıf 100.000 seviyesindedir. Hava koridora verilmeden önce kanallardaki HEPA filtrelerden ve tavandaki difüzörlerden geçer.

Dış hava birkaç klima santrali ile bağlantılı olan merkezi bir klima santralinden temin edilir. Ön şartlandırılan dış hava ile temiz odalardan gelen dönüş havası, klima santralinin karışım hüccresinde karıştırılır. Karışım havasının bir kısmı soğutma serpantininde soğutulup nemi alınırken geri kalanı by-pass edilir. Soğutma serpantininden geçen hava miktarı sabit olup temiz odanın duyulur ve gizli ısı yüklerine bağlıdır (NEBB, 1988).

## 6. TEMİZ ODA KLİMA SİSTEMLERİNDE TEST, ÖLÇÜM VE VALIDASYON ÇALIŞMALARI

### 6.1 Temiz Oda Hava Tarafı Test ve Dengeleme Süreci

Temiz odada ortamın nasıl olması gerektiği belirlenir. Aşağıda istenilen özelliklerden önemli olanları sıralanmıştır.

- Sıcaklık 20°C ile 24°C arasında ayarlanabilmeli
- Bağıl nem %50-%60 arasında olmalı (özel şartlar belirtilmediği takdirde)
- Laminer akışta HEPA filtre üzerindeki hava hızı 0,45 m/s  $\pm$  %20 olmalı
- Mahal içine %10-%15 fazla hava vererek pozitif basınç sağlanmalı
- Kapı, duvar ve tavanlarda sızdırmazlık sağlanmalı

Kontrollere başlamadan önce P&ID diyagramlarının mutlaka olması gerekir. Çünkü genel bilgiler bu diyagramlardan alınır. Kontrol edilen parametreler şunlardır:

- Sıcaklık
- Bağıl nem (%RH)
- Saatteki hava değişim sayısı
- Basınç farkları
- Hava hızı (laminer air flow)
- Canlı ve cansız parçacık sayısı
- Ses ve gürültü

Validasyon sürecinde ilk başta kullanıcı istekleri söz konusudur. Kullanıcı istekleri çok iyi tanımlanmalıdır. Bundan sonraki çalışmalar birkaç aşamadan oluşur.

- URS Kullanıcı istekleri
- FS Fonksiyonel Özellik
- DQ Tasarım Yeterliliği
- IQ Montaj Yeterliliği
- OQ Çalışma Yeterliliği
- PQ Performans Yeterliliği

Fonksiyonel özellik, kullanıcı istekleri geldikten sonra bunların hangi fonksiyonlarla, nasıl sağlanacağını belirlenmesidir. Sonra tasarıma geçilir, tasarım denildiği zaman içine mimari, inşaat, mekanik, elektrik, kontrol kısaca her şey girer. Bütün bu çalışmaların denetlenmesine kısaca "design qualification" tasarımın yeterliliği denir.

Bunların hepsinin tek tek kontrol edilmesi ve belgelendirilmesi gerekir. İşin bu kısmına “installation qualification” montajın yeterliliği denir.

Daha sonra çalışma yeterliliği kontrol edilir. Montajın düzgün yapılıp yapılmadığı, sistemin doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Genelde iki tip kontrol vardır.

- Fiziksel kontroller
- Mikrobiyolojik kontroller

Fiziksel kontrollerde odanın sıcaklık ve nem testleri yapılır. Bunun için uygun hassasiyete sahip, sertifikalı sıcaklık ve nem ölçme cihazlarının olması gerekir. Yine uygun sistemlerle parçacık tayini, hassas manometre ile fark basınç tespiti, mahalde hava hareketlerinin kontrolü, hava akış testleri yapılır. Mahal içi hava akış testleri genelde duman kullanılarak yapılır, havanın nereye gittiği tespit edilir (Bilge vd., 2006).

## 6.2 IQ, OQ ve PQ Testleri

Üç farklı aşamada gerçekleştirilebilir. Bunlar;

- As-built
- As-rest
- Operation

As-built aşamasında yani tesiste tüm inşai ve elektro-mekanik işler tamamlanmış, tüm servisler ve fonksiyonlar için altyapı işleri hazır hale getirilmiş ama odadaki üretim ekipmanları henüz monte edilmemiş ve personelin olmadığı durumda yapılan test çalışmalarıdır.

As-rest aşamasında ise, temiz oda içersinde tüm üretim cihazlarının son bağlantılarının yapıldığı ve devreye alındıktan sonra odada insan olmadan yapılan testlerdir.

Operation veya uygulama yeterlilik testleri şeklinde de tanımlanabilir. Temiz odada normal işletme koşullarında, yani temiz odada ekipmanlar ve insanlar çalışırken yapılan testlerdir.

Temiz oda hava tarafı test ve balans işlemlerini üç grupta toplamak mümkündür. Bunlar;

- Check list veya snaging list (İşletmeye almadan önce yapılan son kontroller)
- Start up (Devreye alma)
- Kontrol, ölçüm, testler ve balans

### 6.2.1 Kontrol Listesi (Check List)

Check list çalışmaları devreye alınmadan önce yapılması zorunlu çalışmalardır. Bu çalışmanın başlayabilmesi için tüm mekanik ve elektrik tesisatı işlerinin bitirilmesi gerekmektedir.

### 6.2.2 Devreye Alma (Start Up)

Hava tarafının ana ekipmanları olan klima santrali hava kanalları ve hepa filtreden oluşan sistemin hareketli elemanı fanlardır bu nedenle devreye alma çalışmasında fan örneklenmiştir. Start up çalışmalarına başlamadan önce hava debisini etkileyen faktörler kontrol edilmelidir.

- Hava kanalı sisteminin devreye almaya uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir
- Asma tavan üzerinde açık yerler veya açık bakım kapakları olmadığı kontrol edilmelidir.
- Tüm kapı ve pencereler kapalı olmalıdır.
- Otomatik kontrol sistemi sistemin devreye alınmasını olumsuz etkilememelidir.
- Daha sonra fan devreye alma çalışmaları başlatılmalıdır.
- Sistemdeki her bir fanın tasarım değerinde döndüğü kontrol edilmelidir.
- Fan motorunun çektiği amper ölçülerek kontrol edilmeli eğer bu değer motor etiket değeri üzerinde ise sistem durdurularak gerekli önlem alınmalıdır.

### 6.2.3 Kontrol, Ölçüm, Testler ve Balans

Bu bölümdeki çalışmaları IQ, OQ ve PQ çalışmaları şeklinde tanımlayabiliriz.

IQ, uygulamanın tasarıma ve teknik şartnamelere uygunluğunu denetlerken, OQ çalışmaları klima sistemindeki her bir ekipmanın tasarımda tanımlanan fonksiyonları yerine getirdiğini belgelendirir. Çizelge 6.1'de test ve ölçüm yapılacak bazı hava tarafı ekipmanları tanımlanmıştır.

Çizelge 6.1 Test ve ölçüm yapılacak hava tarafı ekipmanları ve yapılacak çalışmalar

Ekipman	Çalışmalar
Fan	IQ, OQ
HEPA Filtre	IQ, OQ
Filtreler	IQ, OQ
Klima Santrali Basınç Testi	IQ
Hava Debisi Ölçümü	OQ
Hava Debisi Ölçüm İstasyonu	IQ, OQ
Batarya	IQ, OQ
Kanal Sızdırmazlık Testi	IQ
Son Kontrol Çalışmaları	IQ
Kimyasal Nem Alıcı	IQ, OQ

Performans yeterlilik çalışmaları ise doğrudan temiz oda ile ilgili ve onun performansını denetleyen ölçüm çalışmalarıdır.

- Temiz Oda Partikül Ölçümü
- Temiz Oda Hava Debisi (Difüzör) Ölçümü ve Hava Değişim Sayısı
- Temiz Oda Fark Basınç Ölçümü
- Temiz Oda Toz Toplama Sistemi Ölçümleri
- Temiz Odaya Açılan Boşluklarda Hava Hızı Ölçümü

Hava tarafı test ve ölçüm çalışmalarına başlamadan önce emiş ve üfleme kanallarındaki kirliliklere karşı sadece ön filtre monte edilmiş halde klima santrali bir müddet çalıştırılmalı, daha sonra tüm filtreler takılarak ölçüm çalışmaları başlatılmalıdır.

Test ve ölçüm cihazlarının tümü temiz oda test prosedürlerine uygun olarak kalibre edilmiş olmaları zorunludur.

## **7. BİR İLAÇ ÜRETİM TESİSİNDE TEMİZ ODA UYGULAMA PROJESİ**

### **7.1 İlaç Fabrikası Binasının Tanımı**

İlaç fabrikası yaklaşık 5000 m<sup>2</sup> kapalı alana sahiptir. 4 tarafı serbest olan bina iki kattan oluşmaktadır. İki kat döşemesi arasındaki yükseklik 6 m'dir ve bunun 2,9 m'lik kısmı asma tavan için ayrılmıştır.

Steril hacimler binanın zemin katının tamamında yer almaktadır. İkinci katı tesisat katı ve ARGE olarak tasarlanmıştır. Ek 2'de temiz oda adları, numaraları ve boyutları gösterilmiştir.

### **7.2 Mahallerin Temizlik Sınıflarının ve Klima Santrallerinin Belirlenmesi**

Mahallerin temizlik sınıfı fabrika yetkilileri tarafından sınıf 10000 (ISO Sınıf 7) ve sınıf 100000 (ISO Sınıf 8) olarak belirlenmiştir. Ürün depo, hammadde depo gibi yerlerde klasik santral seçimi yapılmıştır. Üretilen ürün, kirlilik riski, istenilen nem ve sıcaklık değerleri göz önüne alınarak 21 farklı zon oluşturulmuştur.

### **7.3 Havanın Veriş ve Toplanış Şekli**

Havanın veriş ve toplanış şekli mahallerin özelliğine göre değişiklik göstermektedir.

Temizlilik sınıfı 10000 olan mahallerde hava, üfleme kanalına bir plenum kutu ile bağlı hepa filtre ve swirl difüzörlerle verilmektedir. Üfleme havasının toplanması ise döşemeye yakın mesafeye yerleştirilmiş emiş menfezleri ile yapılmaktadır.

Temizlilik sınıfı 100000 olan yerlerde ise üfleme havası swirl difüzörlerle, emiş ise yine tavandan kanala bir plenum kutu ile monte edilmiş swirl difüzörler ile yapılmaktadır.

Depolarda ise, depo yüksekliği 9 m olduğu için üfleme ideal konfor difüzörleri ile, emiş ise kare petek menfezler ile yapılmaktadır.

### **7.4 Havanın Filtrelenmesi**

Sınıf 10000 mahallere ve Sınıf 100000 mahallere üç kademeli filtreleme uygulanmıştır.

Sınıf 10000 mahallerde ki her bir filtre kademesinde kullanılan filtre sınıfları ve filtrelerin tesisattaki konumları şöyledir;

- 1. Kademe Filtre: EU3 sınıfı panel filtre ve EU7 sınıfı torba filtre, santral taze hava girişine,

- 2. Kademe Filtre: EU9 sınıfı torba filtre, santral üfleme kanalı çıkışına,
- 3. Kademe Filtre: H14 sınıfı HEPA filtre, mahallerin tavanındaki filtre kutularında.

Sınıf 100000 mahallerde ki her bir filtre kademesinde kullanılan filtre sınıfları ve filtrelerin tesisattaki konumları ise şöyledir;

- 1. Kademe Filtre: EU3 sınıfı panel filtre ve EU7 sınıfı torba filtre, santral taze hava girişine,
- 2. Kademe Filtre: EU9 sınıfı torba filtre, santral üfleme fanından sonra,
- 3. Kademe Filtre: H13 sınıfı HEPA filtre, santral üfleme kanalı çıkışında.

### 7.5 Hacimlerin Basınçlandırılması

Hacimlerin basınçlandırılması üfleme havası miktarı ile egzost havası miktarı arasında üfleme havası lehine %10 fark yaratılarak sağlanmıştır. Temiz oda teknolojisinde, temiz oda ile temizlik sınıfı daha düşük bir mahal arasında basınç farkı 15 Pa, aynı temizlik sınıfına sahip iki mahal arasında basınç farkı 10 Pa olarak alınır. Bu projede de bu değerler alınmıştır.

### 7.6 Klima Santrallerinin Tasarımı

Mahallerde istenen nem, sıcaklık değerleri ve mahallerin temizlik sınıfı belirlendikten sonra mahallerin alanları ve hacimleri hesaplandı. Sınıf 10000 mahallerde saatteki hava değişim sayısı 20 ila 30 arasında, Sınıf 100000 mahallerde de saatteki hava değişim sayısı 12 ila 18 arasında kabul edilerek, değişim sayısına göre hava debisi; hacim x değişim sayısı formülü ile hesaplandı.

Oda duyulur ısı kazancı hesabı yapıldı. Oda duyulur ısı, insan yükünden gelen ısı kazancı, aydınlatmadan gelen ısı kazancı, iletimle gelen ısı kazancı ve makinelerden gelen ısı kazancının toplamı alınarak bulundu. İnsan yükünden gelen ısı kazancı bir insan için 90 kcal/h, aydınlatmadan gelen ısı kazancı 30 kcal/hm<sup>2</sup>, iletimle gelen ısı kazancı da 20 kcal/hm<sup>2</sup> kabul edilmiştir.

Hesaplanan oda duyulur ısı kazancını karşılayacak hava debisi (7.1) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$V_h = \frac{ODI}{0,29 \times \Delta T} \quad (7.1)$$

ODI:Oda duyulu ısı kazancı (kcal/h)

$\Delta T$  : Odaya gönderilen hava ile oda şartı arasındaki sıcaklık farkı ( $^{\circ}\text{C}$ )

$C_p$  : Havanın özgül ısısı (0,24 kcal/kg $^{\circ}\text{C}$ )

$\gamma_a$  : Havanın yoğunluğu kg/m $^3$

$$C_p \times \gamma_a = 0,24 \times 1,2 \cong 0,29$$

$V_h$  : Hesaplanan hava debisi (m $^3$ /h)

Hesaplanan hava debisi, değişim sayısına göre bulunan hava debisinden küçük ise değişim sayısına göre bulunan hava debisi seçilmiştir. Eğer hesaplanan hava debisi, değişim sayısına göre bulunan hava debisinden yüksek ise, hesaplanan hava debisi seçilmiştir ve bu debiye göre değişim sayısı hesaplanmıştır. Bir santralin hizmet verdiği tüm mahallerde bu işlemler yapılmış ve toplamları alınarak klima santralinin toplam debisi bulunmuştur.

Taze hava miktarı toplam debinin %10'u alınarak hesaplanmıştır. Ancak koridor santrallerinde, hava akışları koridordan odalara doğru alındığı için, koridor santrallerinin toplam debisi, bu hava kaçaklarını sağlayacak şekilde hesaplanmıştır.

Hava kaçak miktarları hesaplanıp, P&ID diyagramları çizilmiştir.

Daha sonra psikrometrik analizi yapıp, nem alıcı kullanılması gereken mahaller için nem alıcı seçimi yapılmış, ısıtıcı ve soğutucu kapasiteleri belirlenmiştir.

## 7.6.1 Psikrometrik Analiz

### 7.6.1.1 Yaz Kliması

Dış hava şartlarına göre 1 noktası (taze hava), ve iç ortam şartlarına göre 2 noktası (dönüş havası) psikrometrik diyagramda işaretlenir.

1 ve 2 noktası birleştirilir. Denklem 7.2 yardımıyla karışım havasının mutlak nemi bulunur. Bu değer 1 ve 2'yi birleştiren doğru üzerinde işaretlenir. 3 noktasının (karışım) kuru termometre yaş termometre ve entalpi değerleri psikrometrik diyagramdan okunur. Bu değerler aynı zamanda karışım havasının ön soğutucuya giriş değerleridir.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

$V_1$ :Taze Hava Debisi (m<sup>3</sup>/h)

$V_2$ :Dönüş Havası Debisi (m<sup>3</sup>/h)

$V_3$ :Karışımın Toplam Debisi (m<sup>3</sup>/h)

$W_1$ :Taze Havanın Mutlak Nemi (g/kg)

$W_2$ :Dönüş Havası Mutlak Nemi (g/kg)

$W_3$ :Karışımın Mutlak Nemi (g/kg)

Ön soğutucuya giren karışım havasının ön soğutucudan çıkış şartları psikrometrik diyagramda işaretlenir. Bu projede ön soğutucuda sabit nemde soğutma yapılmış ve soğutucu bataryadan çıkış sıcaklığı 14°C kabul edilerek soğutucu batarya kapasite hesabı yapılmıştır.

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ön soğutucu batarya kapasitesi denklem 7.3 yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{\text{önsoğ.}} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_{\text{ç}}) \quad (7.3)$$

$Q_{\text{önsoğ}}$ :Ön Soğutucu Batarya Kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ :Havanın Özgül Isısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava Debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ :Hava Yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_{\text{ç}}$ : Bataryaya Giren ve Çıkan Havanın Kuru Termometre Sıcaklığı °C

Ön soğutucu çıkış şartları (4 noktası) aynı zamanda nem alıcı giriş şartlarıdır.

Ön soğutucudan çıkan havanın bir kısmı nem alıcı cihazdan geçer, bir kısmıda doğrudan geçerek, bir karışım hücresinde karıştırılır. Nem alıcı cihazın seçimi bu projede MUNTERS firmasının nem alıcı seçim programı yardımıyla yapılmıştır. Nem alıcı seçimi, santralden çıkan havanın neminin odaya giderken bir miktar artacağı düşünülerek, odaya gönderilen havanın mutlak nemi ile odada istenen mutlak nem arasında 1.5-2 g/kgKH olacak şekilde yapılmıştır.

Nem alıcıdan çıkış şartlarını bulabilmek için nem alıcı seçim programında nem alıcıya giren havanın kuru termometre sıcaklığı ve mutlak nemi girilir. Programdan nem alıcıdan çıkan

havanın kuru termometre sıcaklığı ve mutlak nemi bulunur.

Bu değerler psikrometrik diyagramda işaretlenir (5 noktası).

Nem alıcıdan geçen hava ile nem alıcıya girmeden doğrudan geçen hava karıştırılır. Karışım noktasının (6 noktası) mutlak nemi denklem 7.4 yardımıyla bulunur.

$$W_6 = \frac{V_5 \times W_5 + V_{41} \times W_{41}}{V_6} \quad (7.4)$$

$V_{41}$ : Doğrudan Geçen Havanın Debisi ( $m^3/h$ )

$V_5$ : Nem Alıcıdan Geçen Havanın Debisi ( $m^3/h$ )

$V_6$ : Karışımın Toplam Debisi ( $m^3/h$ )

$W_{41}$ : Doğrudan Geçen Havanın Mutlak Nemi ( $g/kg$ )

$W_5$ : Nem Alıcıdan Çıkan Havanın Mutlak Nemi ( $g/kg$ )

$W_6$ : Karışım Havaasının Mutlak Nemi ( $g/kg$ )

6 noktasının kuru termometre, yaş termometre ve entalpi değerleri psikrometrik diyagramdan okunur. 6 noktası aynı zamanda havanın son soğutucuya giriş şartlarıdır.

Santralden çıkan havanın sıcaklığının, odaya giderken bir miktar artacağı düşünülerek, odaya gönderdiğimiz hava ile oda şartlarındaki havanın sıcaklığı arasında 9 ila 12°C fark olacak şekilde soğutucu çıkış sıcaklığı belirlenir. (7 noktası)

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için son soğutucu batarya kapasitesi denklem 7.5 yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{sonsoğ.} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_ç) \quad (7.5)$$

$Q_{sonsoğ.}$ : Son Soğutucu Batarya Kapasitesi (kcal/h veya kW)

$C_{p_a}$ : Havanın Özgül Isısı (kcal/kg °C)

$V_a$ : Hava Debisi ( $m^3/h$ )

$\gamma_a$ : Hava Yoğunluğu ( $kg/m^3$ )

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya Giren ve Çıkan Havanın Kuru Termometre Sıc. (°C)

### 7.6.1.2 Kış Kliması

Dış hava şartlarına göre 1 noktası (taze hava), ve iç ortam şartlarına göre 2 noktası (dönüş havası) psikrometrik diyagramda işaretlenir.

1 ve 2 noktası birleştirilir. Denklem 7.6 yardımıyla karışım havasının mutlak nemi bulunur. Bu değer 1 ve 2'yi birleştiren doğru üzerinde işaretlenir. 3 noktasının (karışım) kuru termometre yaş termometre ve entalpi değerleri psikrometrik diyagramdan okunur. Bu değerler aynı zamanda karışım havasının ısıtıcıya giriş değerleridir.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze Hava Debisi (m<sup>3</sup>/h)

$V_2$ :Dönüş Havası Debisi (m<sup>3</sup>/h)

$V_3$ :Karışımın Toplam Debisi (m<sup>3</sup>/h)

$W_1$ :Taze Havanın Mutlak Nemi (g/kg)

$W_2$ :Dönüş Havası Mutlak Nemi (g/kg)

$W_3$ :Karışımın Mutlak Nemi (g/kg)

Isıtıcıdan çıkan havanın odaya gidinceye kadar bir miktar ısı kaybedeceği düşünülerek ısıtıcıdan çıkış şartları oda sıcaklığından yaklaşık 6°C fazla olacak şekilde ısıtıcı batarya kapasite hesabı yapılmıştır.

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi denklem 7.7 yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_{\zeta} - KT_g) \quad (7.7)$$

$Q_{ısıtıcı}$ :Isıtıcı Batarya Kapasitesi (kcal/h veya kW)

$C_{p_a}$ :Havanın Özgül Isısı (kcal/kg °C)

$V_a$ :Hava Debisi (m<sup>3</sup>/h)

$\gamma_a$ :Hava Yoğunluğu (kg/m<sup>3</sup>)

$KT_g/KT_{\zeta}$ :Bataryaya Giren ve Çıkan Havanın Kuru Termometre Sıc. (°C)

### 7.6.2 AHU 01 Numaralı Klima Santraline Ait Hesaplar

Hizmet ettiği mahal adları, numaraları Çizelge 7.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.1 Temiz odalara ait bilgiler

Oda No	Santral No	Oda Adı	Alan	Yükseklik	Oda Hacmi
			m <sup>2</sup>	m	m <sup>3</sup>
101	AHU-01	Numune Odası	26,86	3,1	83,27
103		Tartım 1	76,60	3,1	237,46
102		Hava Kilidi	5,52	3,1	17,12
137		Ofis 2	9,12	3,1	28,28
143		Hava Kilidi	6,07	3,1	18,82

Mahallerde istenen nem, sıcaklık ve temiz oda sınıfları Çizelge 7.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.2 Temiz odalarda istenen şartlar

No	Oda Adı	İstenen Şartlar		Sınıflandırma
		Nem	Sıcaklık	ISO
		%RH	°C	Sınıf
101	Numune Odası	RH20 max	22 ±3	ISO 7
102	Hava Kilidi			ISO 7
103	Tartım 1			ISO 7
137	Ofis 2		25°C max	ISO 7
143	Hava Kilidi			

Makinelere gelen ısı yükleri ve mahallerde bulunan insan sayısı Çizelge 7.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.3 Makine ısı yükleri ve insan sayısı

No	Mahal Adı	Makinelere	İnsan
		kw	Sayısı
101	Numune Odası	3	1
102	Hava Kilidi	0	2
103	Tartım 1	9	3
137	Ofis 2	0	1
143	Hava Kilidi	0	0

Kabul edilen sıcaklık:23°C

Kabul edilen bağıl nem:%20

101 no'lu oda için;

İnsanlardan gelen ısı kazancı=90×1 = 90 kcal/h

Aydınlatmadan gelen ısı kazancı=30×26,86 = 805,89 kcal/h

İletimle gelen ısı kazancı= 20×26,86 = 537,26 kcal/h

Makinelere gelen ısı kazancı=3×860 = 2.580 kcal/h

Oda Duyulur Isı Kazancı= 90 + 805,89 + 537,26 + 2.580 = 4.013 kcal/h

Hava debisi, (7.1) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$V_h = \frac{ODI}{0,29 \times \Delta T} = \frac{4.013}{0,29 \times 10,7} = 1.293,31 \text{ m}^3/\text{h}$$

Değişim sayısına göre hava debisi= 83,27×21 = 1.748,77 m<sup>3</sup>/h

Seçilen Hava Debisi:2.007 m<sup>3</sup>/h

103 no'lu oda için;

İnsanlardan gelen ısı kazancı=90×3 = 270 kcal/h

Aydınlatmadan gelen ısı kazancı=30×76,60 = 2.298 kcal/h

İletimle gelen ısı kazancı=  $20 \times 76,60 = 1.532$  kcal/h

Makinelerden gelen ısı kazancı=  $9 \times 860 = 7.740$  kcal/h

Oda Duyulur Isı Kazancı=  $270 + 2.298 + 1532 + 7740 = 11.840$  kcal/h

Hava debisi, (7.1) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$V_h = \frac{ODI}{0,29 \times \Delta T} = \frac{11.840}{0,29 \times 10,7} = 3.815,66 \text{ m}^3/\text{h}$$

Değişim sayısına göre hava debisi=  $237,46 \times 21 = 4.986,66$  m<sup>3</sup>/h

Seçilen Hava Debisi:5.058 m<sup>3</sup>/h

102 no'lu oda için;

İnsanlardan gelen ısı kazancı=  $90 \times 2 = 180$  kcal/h

Aydınlatmadan gelen ısı kazancı=  $30 \times 5,52 = 165,68$  kcal/h

İletimle gelen ısı kazancı=  $20 \times 5,52 = 110,45$  kcal/h

Oda Duyulur Isı Kazancı=  $180 + 165,68 + 110,45 = 456$  kcal/h

Hava debisi, (7.1) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$V_h = \frac{ODI}{0,29 \times \Delta T} = \frac{456}{0,29 \times 10,7} = 146,99 \text{ m}^3/\text{h}$$

Değişim sayısına göre hava debisi=  $17,12 \times 21 = 359,51$  m<sup>3</sup>/h

Seçilen Hava Debisi:375 m<sup>3</sup>/h

137 no'lu oda için;

İnsanlardan gelen ısı kazancı=  $90 \times 1 = 90$  kcal/h

Aydınlatmadan gelen ısı kazancı=  $30 \times 9,12 = 273,71$  kcal/h

İletimle gelen ısı kazancı=  $20 \times 9,12 = 182,47$  kcal/h

Oda Duyulur Isı Kazancı=  $90 + 273,71 + 182,47 = 546$  kcal/h

Hava debisi, (7.1) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$V_h = \frac{ODI}{0,29 \times \Delta T} = \frac{546}{0,29 \times 10,7} = 176,02 \text{ m}^3/\text{h}$$

Değişim sayısına göre hava debisi =  $28,28 \times 21 = 593,94 \text{ m}^3/\text{h}$

Seçilen Hava Debisi:  $669 \text{ m}^3/\text{h}$

143 no'lu oda için;

İnsanlardan gelen ısı kazancı =  $90 \times 1 = 90 \text{ kcal/h}$

Aydınlatmadan gelen ısı kazancı =  $30 \times 6,07 = 182,16 \text{ kcal/h}$

İletimle gelen ısı kazancı =  $20 \times 6,07 = 121,44 \text{ kcal/h}$

Oda Duyulur Isı Kazancı =  $90 + 182,16 + 121,44 = 394 \text{ kcal/h}$

Hava debisi, (7.1) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

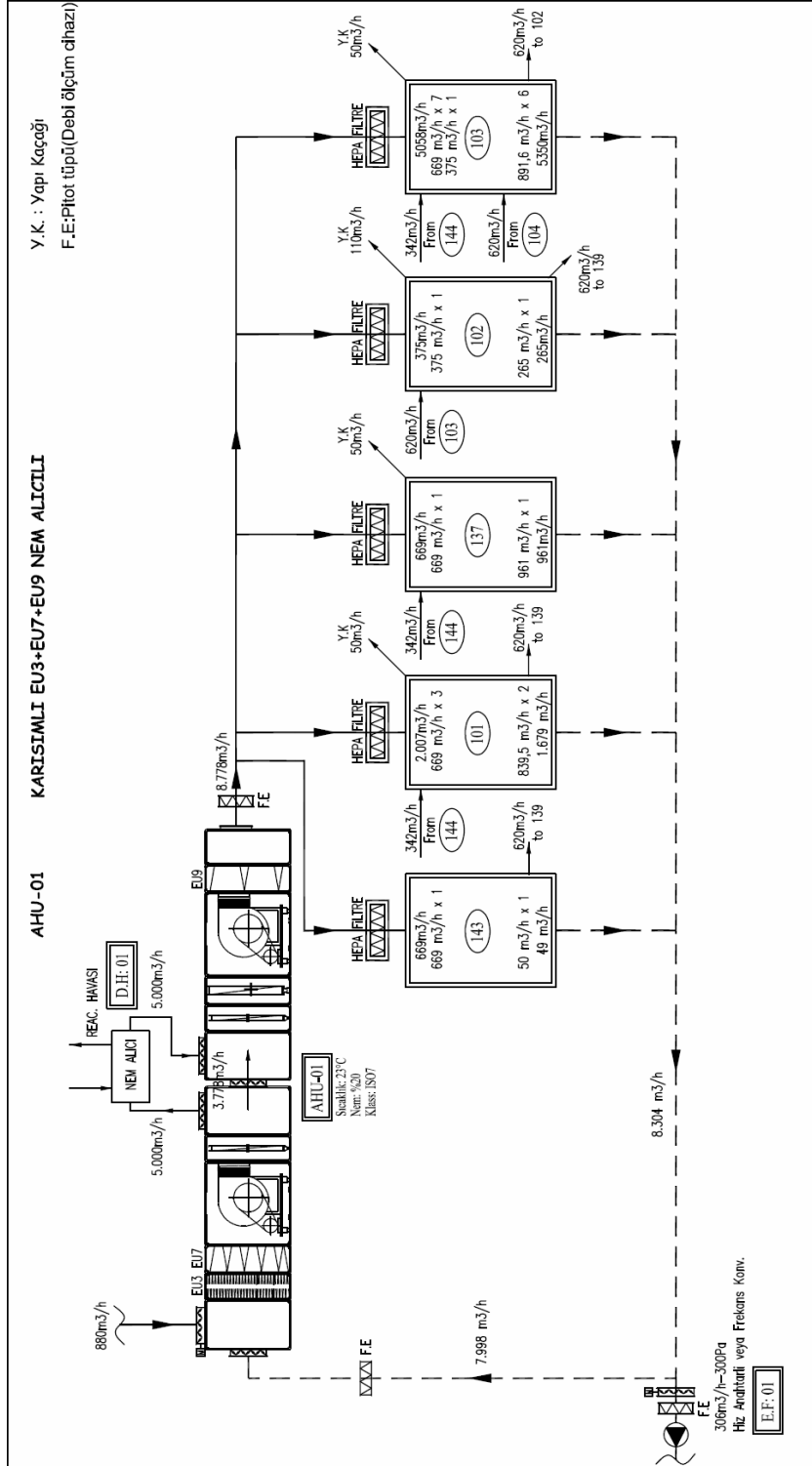
$$V_h = \frac{ODI}{0,29 \times \Delta T} = \frac{394}{0,29 \times 10,7} = 126,84 \text{ m}^3/\text{h}$$

Değişim sayısına göre hava debisi =  $18,82 \times 21 = 395,29 \text{ m}^3/\text{h}$

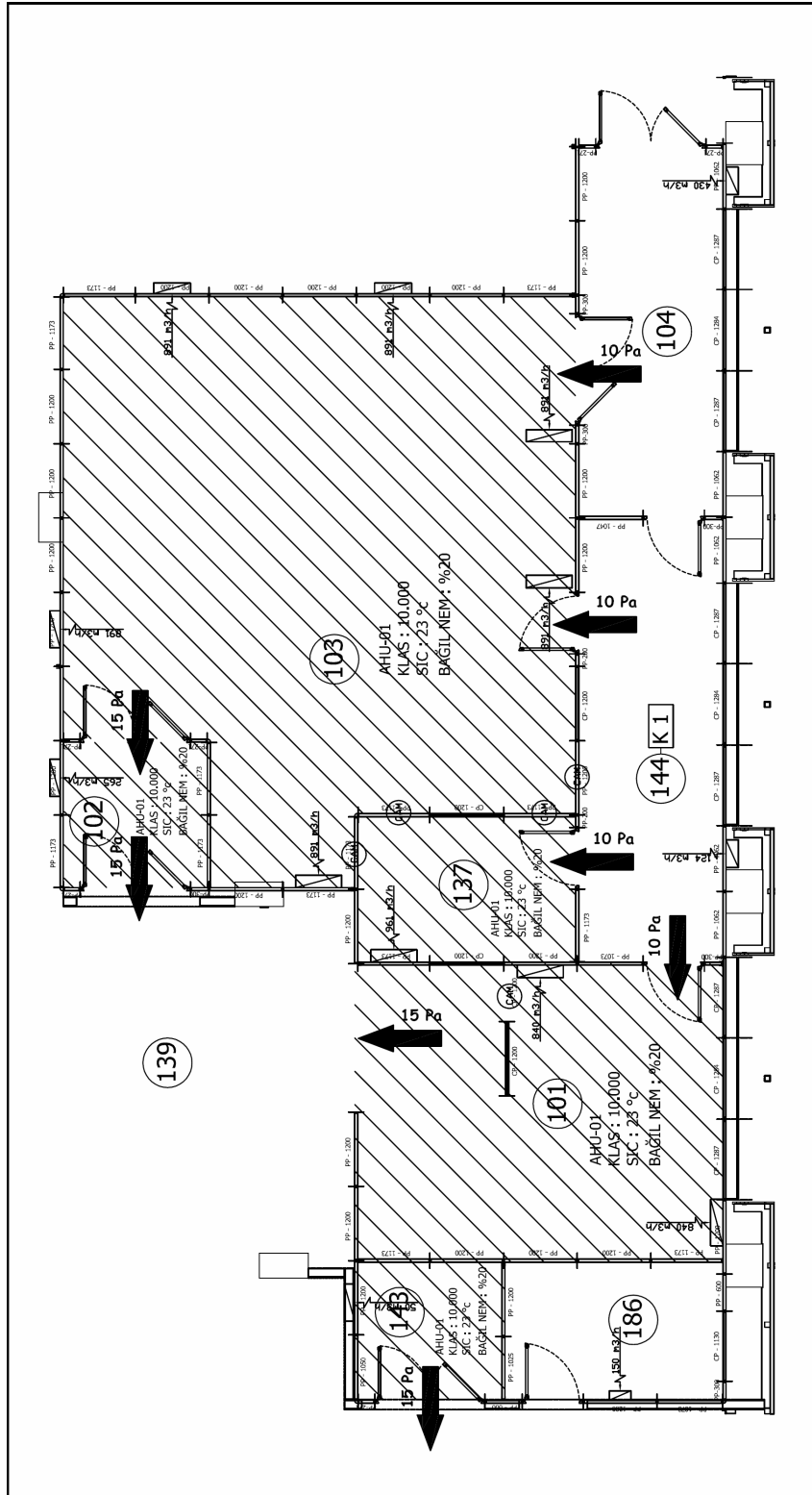
Seçilen Hava Debisi:  $669 \text{ m}^3/\text{h}$

Santralin Toplam Hava Debisi =  $2.007 + 5.058 + 375 + 669 + 669 = 8.778 \text{ m}^3/\text{h}$

AHU 01 no'lu klima santraline ait hava akış diyagramı Şekil 7.1'de, hava akış yönleri ise Şekil 7.2'de gösterilmiştir.



Şekil 7.1 AHU-01 klima santrali hava akış diyagramı



Şekil 7.2 AHU 01 klima santrali hava akış yönleri

Tüm santrallerin hava akış diyagramları Ek 3'de gösterilmiştir

Yaz kliması hesapları;

$V_{\text{toplam}}$ :8.778 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{taze}}$ :880 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{dönüş}}$ :7.898 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{toplam}}$ :Toplam hava debisi

$V_{\text{taze}}$ :Taze hava debisi

$V_{\text{dönüş}}$ :Dönüş havası debisi

$RH_1$ :49,20

$KT_1$ :35,00 °C

$YT_1$ :26,00 °C

$W_1$ :17,40 g/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_1$ :81 kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_1$ :19,37 kcal/kg

İç ortam şartları;

$RH_2$ :20,00

$KT_2$ :23,00 °C

$YT_2$ :11,20 °C (Psikrometrik Diyagramdan)

$W_2$ :3,50 g/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_2$ :33 kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_2$ :7,89 kcal/kg

Karışım şartları (ön soğutucuya giriş şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

Eşitlikte;

$V_1$ :Taze Hava Debisi (m<sup>3</sup>/h)

$V_2$ :Dönüş Havaası Debisi (m<sup>3</sup>/h)

$V_3$ :Karışımın Toplam Debisi (m<sup>3</sup>/h)

$W_1$ :Taze Havanın Mutlak Nemi (g/kg)

$W_2$ :Dönüş Havaası Mutlak Nemi (g/kg)

$W_3$ :Karışımın Mutlak Nemi (g/kg)

$$W_3 = \frac{880 \times 17,4 + 7.898 \times 3,5}{8.778}$$

$$W_3 = 4,89 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :24,30 °C (Psikrometrik Diyagramdan)

$YT_3$ :13,20 °C (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_3$ :37 kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_3$ :8,85 kcal/kg

$KT_3$ :Karışım havaasının kuru termometre sıcaklığı

$YT_3$ :Karışım havaasının yaş termometre sıcaklığı

$h_3$ :Karışım havaasının entalpisi

Ön soğutucu çıkış şartları (nem alıcı giriş şartları)

$KT_4$ :14,38 °C (Kabul)

$YT_4$ :8,90°C (Psikrometrik Diyagramdan)

$W_4$ :4,89 g/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_4$ :26,8 kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_4$ :6,41 kcal/kg

Ön soğutucu batarya kapasitesi (7.3) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{\text{önsöğ.}} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_\zeta)$$

$$C_{pa}:0,245 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\gamma_a :1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 8.778 \times 0,29 \times (24,3 - 14,38)$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 25.252 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 29,36 \text{ kW}$$

Nem alıcı çıkış şartları;

KT<sub>5</sub>:34 °C (nem alıcı seçim programından)

W<sub>5</sub>:0,50 g/kg (nem alıcı seçim programından)

Nem alıcı kapasitesi:5.000 m<sup>3</sup>/h (nem alıcı seçim programından)

Nem alıcı seçim çıktısı Şekil 7.3'de gösterilmiştir.



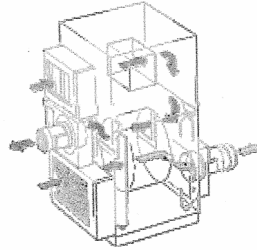
Date: 26.07.2006

## Calculation of dehumidifier performance

Program: DryCap.CAP 2006.11

Customer:  
Project: SOLID AHU-01  
Proj No:  
Sign:

Data:	Property	Value
	Unit size	MX 5000
	D/H capacity kg/h	27,27
	Process air in Tdb °C	14,0
	Process air in X g/kg	4,9
	Process air in RH %	49,6
	Dry air out Tdb °C	34,0
	Dry air out X g/kg	<0,5 *
	Dry air out RH %	1,0
	Dry air out Tdp °C	<-22
	Process air flow m3/h	5000
	Available stat pressure Pa	300
	Reactivation heater kW	53,10
	Total installed power kW	59,30
	Reactivation air flow m3/h	1670
	Available stat pressure Pa	300
	* Contact Munters	



Şekil 7.3 AHU 01 nem alıcı seçim çıktısı

Karışım şartları (son soğutucu giriş şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.4) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_6 = \frac{5.000 \times 0,5 + 3.778 \times 4,89}{8.778}$$

$W_6 = 2,39$  g/kg olarak hesaplanır.

$KT_6: 25,3$  °C (Psikrometrik Diyagramdan)

$YT_6: 11$  °C (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_6: 31,90$  kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_6: 7,63$  kcal/kg

Son soğutucu çıkış şartları;

$KT_7: 12,3$  °C (Kabul)

$YT_7: 4,8$  °C (Psikrometrik Diyagramdan)

$W_7: 2,39$  g/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_7: 18,5$  kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_7: 4,42$  kcal/kg

Son soğutucu batarya kapasitesi (7.5) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$C_{pa}: 0,245$  kcal/kg°C

$\gamma_a: 1,2$  kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{sonsoğ.} = 8.778 \times 0,29 \times (25,3 - 12,30)$$

$$Q_{sonsoğ.} = 33.093 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{sonsoğ.} = 38,48 \text{ kW}$$

Kış kliması hesapları;

Dış ortam şartları;

$RH_1:80$

$KT_1:-3\text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1:-4^\circ\text{C}$

$W_1:2,3\text{ g/kg}$  (Psikrometrik Diyagramdan)

İç ortam şartları;

$RH_2:20,00$

$KT_2:23,00\text{ }^\circ\text{C}$

$YT_2:11,20\text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik Diyagramdan)

$W_2:3,50\text{ g/kg}$  (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_2:33\text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_2:7,89\text{ kcal/kg}$

Karışım şartları (ısıtıcı batarya giriş şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanabilir.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3}$$

$$W_3 = \frac{880 \times 2,3 + 7.898 \times 3,5}{8.778}$$

$$W_3 = 3,38\text{ g/kg}$$

$KT_3:20\text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik Diyagramdan)

$YT_3:9,80\text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_3:29\text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_3:6,94\text{ kcal/kg}$

Isıtıcı çıkış şartları;

$KT_4$ :28,66 °C (Kabul)

$YT_4$ :13,4 °C (Psikrometrik Diyagramdan)

$W_4$ :3,38 g/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_4$ :38 kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_4$ :9,10 kcal/kg

Isıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s)$$

$C_{p_a}$ :0,245 kcal/kg°C

$\gamma_a$  :1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{p_a} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{ısıtıcı} = 8.778 \times 0,31 \times (28,66 - 20)$$

$$Q_{ısıtıcı} = 23.565 \text{ kcal/h}$$

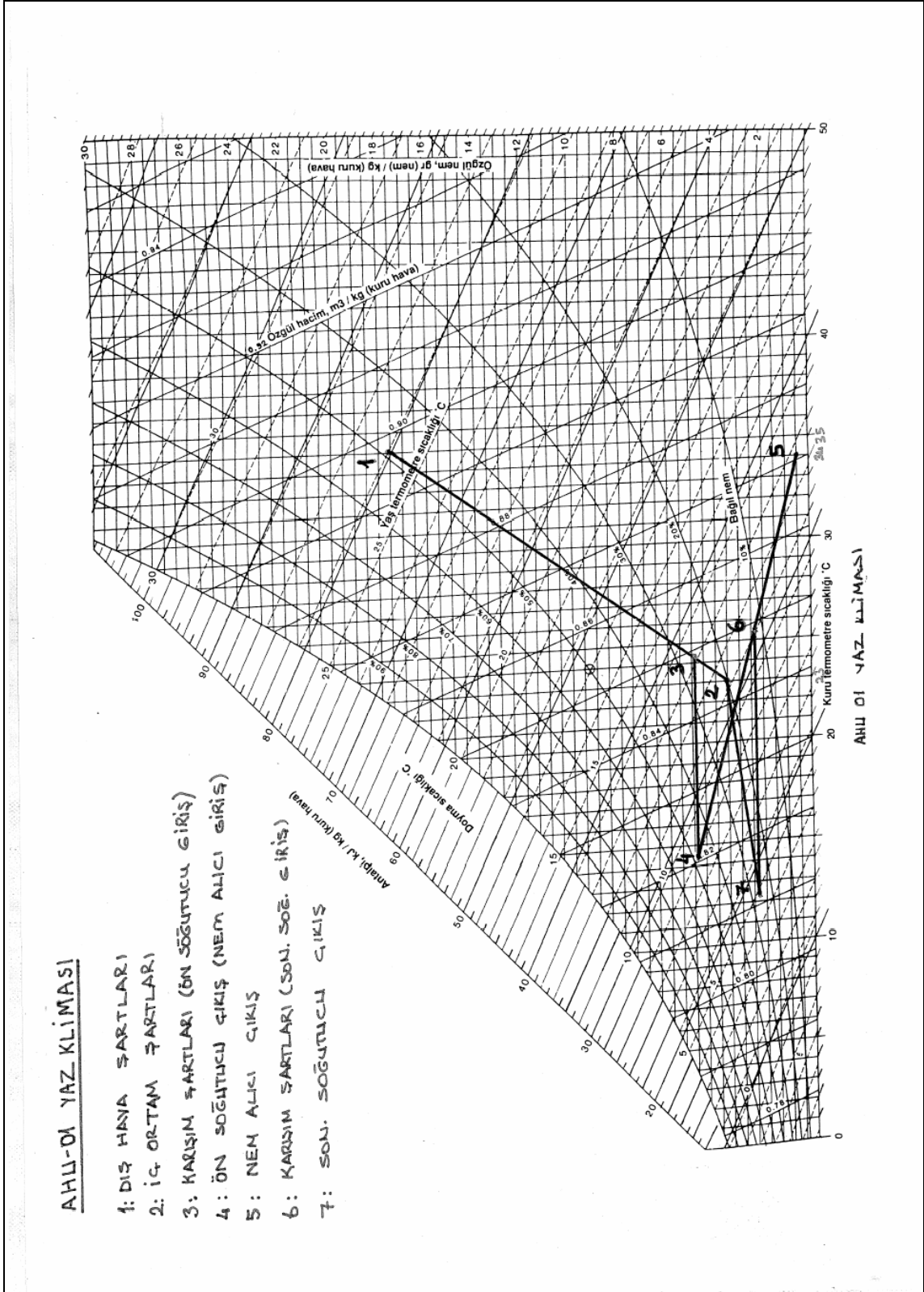
$$Q_{ısıtıcı} = 27,40 \text{ Kw}$$

AHU 01 numaralı klima santrali yaz kliması psikrometrik diyagramı Şekil 7.4'de, kış kliması psikrometrik diyagramı ise Şekil 7.5'de gösterilmiştir.

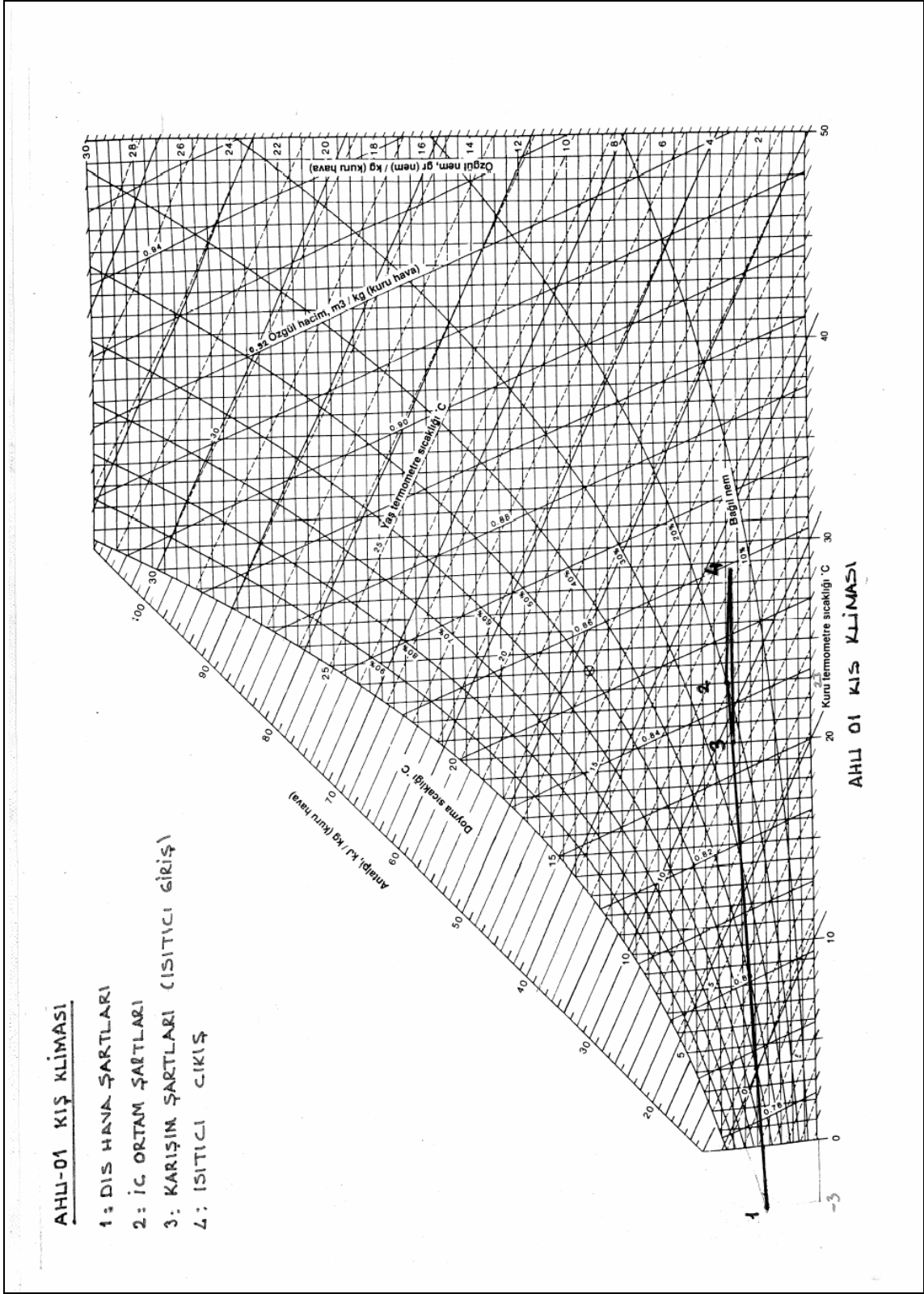
AHU 01 numaralı klima santraline ait üfleme ve emiş fanlarının seçimi Çizelge 7.4'de gösterilmiştir.

Batarya, fan hücresi ve karışım hücresi basınç kaybı bilgileri imalatçı firmadan temin edilmiştir. Filtrelerin temiz ve kirli haldeki basınç kayıpları da kataloglardan alınmıştır.

Diğer santrallerin üfleme ve emiş fanı basınç kayıpları Ek 5'de gösterilmiştir.



Şekil 7.4 AHU 01 yaz kliması psikrometrik diyagramı



Şekil 7.5 AHU 01 kış kliması psikrometrik diyagramı

Çizelge 7.4 AHU 01 üfleme ve emiş fanı basınç kaybı tablosu

<b>AHU 01 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+300	500+300	800
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	40	40	40
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	75	75	75
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	94	94	94
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	-		-
TOPLAM BASINÇ KAYBI	830	1.555	1.385
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		8.778	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.529	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.618	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		5,5	
<b>AHU 01 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	425	900	680
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		8.778	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		687	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		830	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		4,0	

### 7.6.3 AHU 17 Numaralı Klima Santraline Ait Hesaplar

Hizmet ettiği mahal adları, numaraları Çizelge 7.5’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.5 Temiz odalara ait bilgiler

Oda No	Santral No	Oda Adı	Alan	Yükseklik	Oda Hacmi
			m <sup>2</sup>	m	m <sup>3</sup>
168	AHU-17	Paketleme 2	163,90	3,1	508,09

Mahallerde istenen nem, sıcaklık ve temiz oda sınıfları Çizelge 7.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 7.6 Temiz odalarda istenen şartlar

No	Oda Adı	İstenen Şartlar		Sınıflandırma
		Nem	Sıcaklık	ISO
		%RH	°C	Sınıf
168	Paketleme 2	RH 50 max	25 max	ISO 8

Makinelerden gelen ısı yükleri ve mahallerde bulunan insan sayısı çizelge 7.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.7 Makine ısı yükleri ve insan sayısı

No	Mahal Adı	Makineler	İnsan Sayısı
		kw	
168	Paketleme 2	20	6

Kabul edilen sıcaklık:22°C

Kabul edilen bağıl nem:%50

168 no’lu oda için;

İnsanlardan gelen ısı kazancı= $90 \times 6 = 540$  kcal/h

Aydınlatmadan gelen ısı kazancı= $30 \times 163,90 = 4.917$  kcal/h

İletimle gelen ısı kazancı= $20 \times 163,90 = 3.278$  kcal/h

Makinelerden gelen ısı kazancı= $20 \times 860 = 17.200$  kcal/h

Oda Duyulur Isı Kazancı= $540 + 4.917 + 3.278 + 17.200 = 25.935$  kcal/h

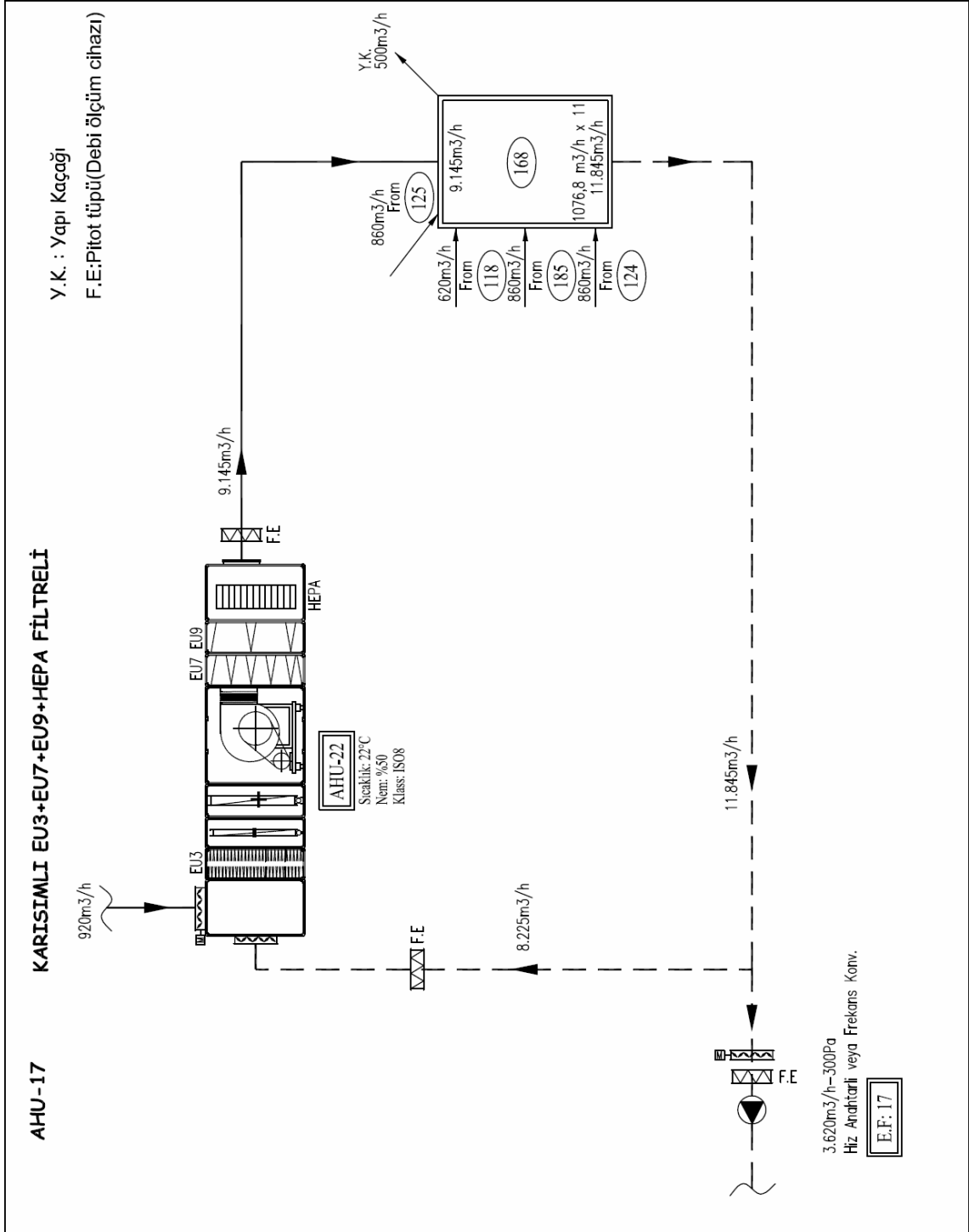
Hava debisi, (7.1) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$V_h = \frac{ODI}{0,29 \times \Delta T} = \frac{25.935}{0,29 \times 11} = 8.130,09 \text{ m}^3/\text{h}$$

Değişim sayısına göre hava debisi= $508,09 \times 18 = 9.145,62$  m<sup>3</sup>/h

Seçilen Hava Debisi:9.145 m<sup>3</sup>/h

AHU 17 no'lu klima santraline ait hava akış diyagramı Şekil 7.6'de, hava akış yönleri ise Şekil 7.7'de gösterilmiştir.



Şekil 7.6 AHU 17 klima santrali hava akış diyagramı



Yaz Kliması Hesapları;

$V_{\text{toplam}}$ :9.145 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{taze}}$ :920 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{dönüş}}$ :8.225 m<sup>3</sup>/h

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%49,20

$KT_1$ :35,00 °C

$YT_1$ :26,00 °C

$W_1$ :17,40 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :81 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :19,37 kcal/kg

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%50,00

$KT_2$ :22,00 °C

$YT_2$ :15,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :8,25 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :43,80 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :10,48 kcal/kg

Karışım Şartları (Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ :Taze hava debisi  $m^3/h$

$V_2$ :Dönüş havası debisi  $m^3/h$

$V_3$ :Karışımın toplam debisi  $m^3/h$

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi  $g/kg$

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi  $g/kg$

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi  $g/kg$

$$W_3 = \frac{920 \times 17,4 + 8.225 \times 8,25}{9.145}$$

$$W_3 = 9,17 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :23,31 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :16,70 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :47,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :11,24 kcal/kg

Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_4$ :10,50°C (Kabul)

$YT_4$ :9,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,10 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :28,80 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :6,89 kcal/kg

Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı

Soğutucu batarya kapasitesi (7.9) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{soğ.} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.9)$$

Eşitlikte;

$Q_{soğ.}$ : Soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ : Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ : Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$ : 1,174 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{soğ.} = 9.145 \times 1,174 \times (11,24 - 6,89)$$

$$Q_{soğ.} = 46.702 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{soğ.} = 54,31 \text{ kW}$$

Kış Kliması Hesapları;

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ : %80

$KT_1$ : -3°C

$YT_1$ : -4 °C

$W_1$ : 2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ : %50,00

$KT_2$ : 22,00 °C

$YT_2$ : 15,50°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ : 8,25 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 43,80 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 10,47 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{920 \times 2,3 + 8.225 \times 8,25}{9.145}$$

$$W_3 = 7,65 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :19,48 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :14,00 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :39,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :9,45 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :17,40 °C (Psikrometrik diyagramdan);

$W_4$ :7,65 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :49 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :11,72 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_{\xi} - KT_g) \quad (7.7)$$

Eşitlikte;

$Q_{ısıtıcı}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ : Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_{\xi}$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{p_a}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{p_a} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{ısıtıcı} = 9.145 \times 0,31 \times (29 - 19,48)$$

$$Q_{ısıtıcı} = 26.988 \text{ kcal/h}$$

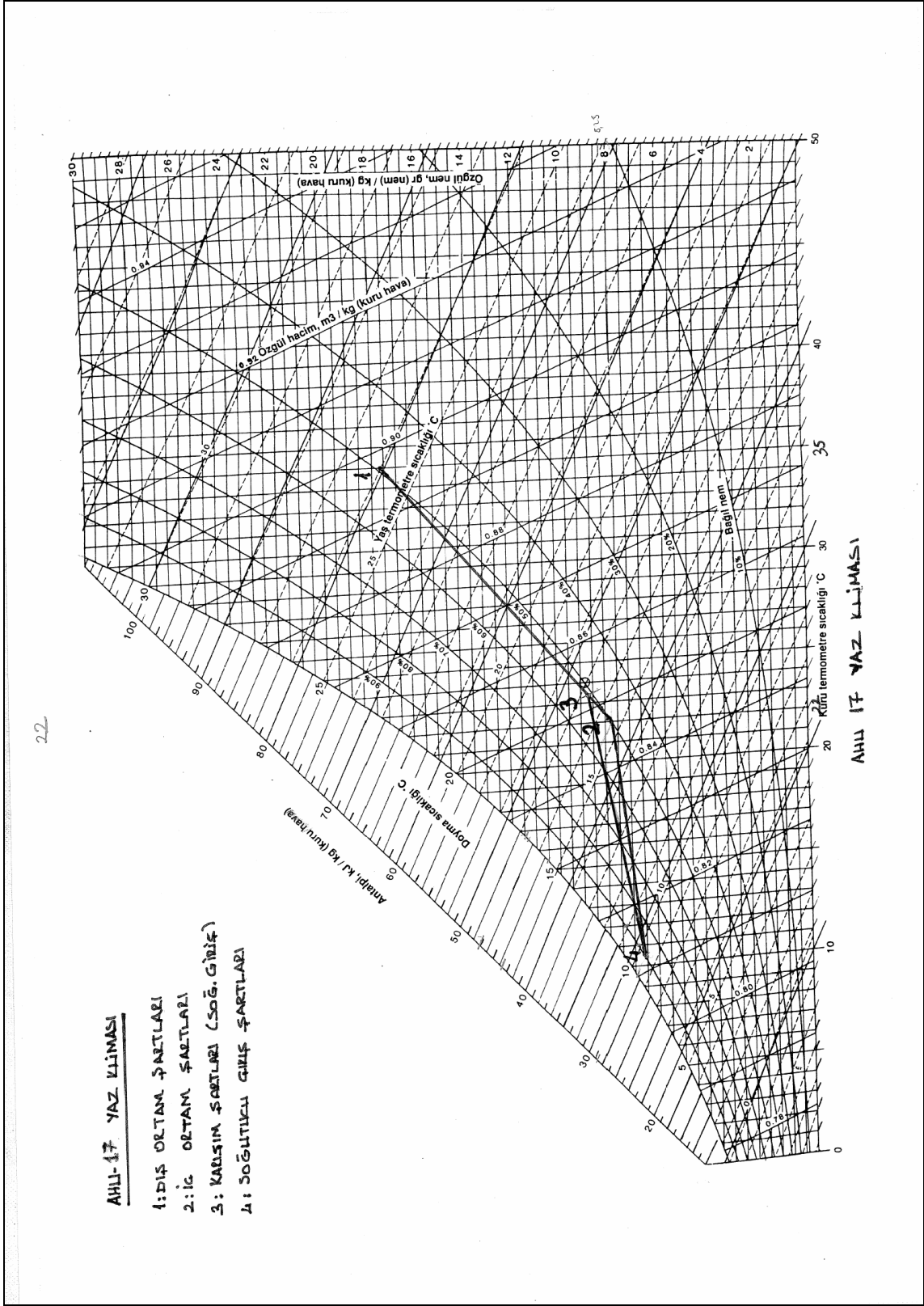
$$Q_{ısıtıcı} = 31,38 \text{ kW}$$

AHU 17 numaralı klima santrali yaz kliması psikrometrik diyagramı Şekil 7.8'de, kış kliması psikrometrik diyagramı Şekil 7.9'da gösterilmiştir.

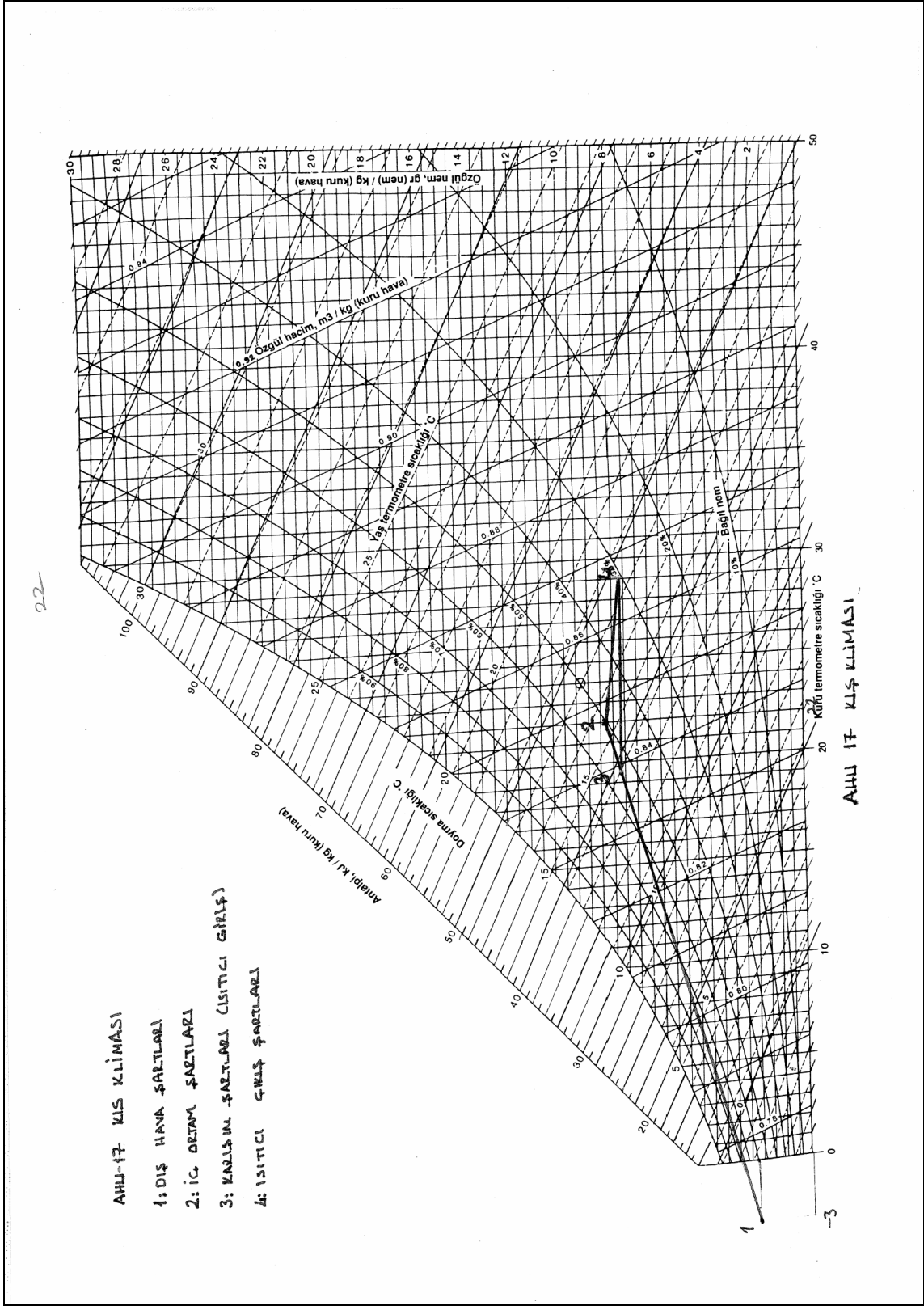
AHU 17 numaralı klima santraline ait üfleme fanının seçimi Çizelge 7.8'de gösterilmiştir.

Batarya, fan hücresi ve karışım hücresi basınç kaybı bilgileri imalatçı firmadan temin edilmiştir. Filtrelerin temiz ve kirli haldeki basınç kayıplarında kataloglardan alınmıştır.

Diğer santrallere ait yaz kliması ve kış kliması hesapları Ek 4'de, nem alıcı çıktıkları Ek 6'de, yaz ve kış kliması için psikrometrik diyagramlar Ek 7'da gösterilmiştir.



Şekil 7.8 AHU 17 yaz kliması psikrometrik diyagramı



Şekil 7.9 AHU 17 kış kliması psikrometrik diyagramı

Çizelge 7.8 AHU 17 üfleme fanı basınç kaybı tablosu

<b>AHU 17 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	250	250	250
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	182	182	182
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	39	39	39
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	0	0	0
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	200
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	200	750	500
TOPLAM BASINÇ KAYBI	1.315	2.665	1.925
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		9.145,0	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.961	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		2.000	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		11	
<b>AHU 17 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI			
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI			
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI			
TOPLAM BASINÇ KAYBI			
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)			

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bir ilaç fabrikasında temiz oda tasarımı üzerinde durulmuş ve bir uygulama projesiyle konuya açıklık getirilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda 21 farklı zon oluşturulmuştur. Bunlardan 12 zon ISO sınıf 7, 5 zon ISO sınıf 8 olarak tasarlanmıştır. Depolar ve soyunma mahallerinde ise sınıflandırma yapılmamıştır. Tüm mahallerin sınıflarına göre değişim sayıları belirlenmiş, makinelerden, insanlardan ve iletimle gelen ısı kazançları da hesaplanarak hava debileri bulunmuştur. Hava debisi hesabıyla birlikte pozitif basınç istenen mahaller belirlenip hava akış yönleri ve hava akış diyagramları çizilmiştir. Hacimlerin basınçlandırılması için üfleme havası miktarı ile egzost havası miktarı arasında üfleme havası lehine %10 fark yaratılmıştır. Dönüş havası, taze hava ve toplam hava debileri belli olduktan sonra ısıtıcı ve soğutucu batarya kapasiteleri hesaplanıp, nem alıcı kullanılması gereken santrallerde nem alıcı seçimi yapılmıştır. Bütün bu çalışmaların sonucu iki ayrı tablo halinde Çizelge 7.9 ve Çizelge 7.10'da gösterilmiştir. Bunlardan hava debisi hesap tablosunda, her bir mahalin alanı, hacmi, insan yükünden gelen ısı kazancı, aydınlatmadan gelen ısı kazancı, varsa makinelerden gelen ısı kazancı, toplam oda duyulur ısı kazancı, hesaplanan hava debisi, değişim sayısına göre hava debisi, seçilen hava debisi, değişim sayısı ve temizlilik sınıfı bilgileri yer almaktadır. Teknik dataları tablosunda ise kabul edilen sıcaklık, nem değerleri, taze hava, dönüş havası ve besleme havası debileri, ön soğutucu batarya giriş-çıkış kuru termometre ve yaş termometre sıcaklıkları, son soğutucu batarya giriş-çıkış kuru termometre ve yaş termometre sıcaklıkları, ısıtıcı batarya giriş-çıkış kuru termometre ve yaş termometre sıcaklıkları, tüm bataryaların kapasiteleri, santrallerin filtre dizilişi, santral tipi, temizlilik sınıfı ve varsa nem alıcı tipi bilgileri yer almaktadır.

Çizelge 7.9 Klima santralleri hava debisi hesap tablosu

KLİMA SANTRALLERİ HAVA DEBİSİ HESAP TABLOSU																		
ODA NO	ALAN m <sup>2</sup>	YÜKSEK LİK m	İNSAN YÜKLENDİ SAYISI	İnsan Yükünden Gelen Isı Kazanç	Avdalanmadan gelen Isı Kazanç (30kcal/hm <sup>2</sup> )	İletimle Gelen Isı Kazanç (20kcal/hm <sup>2</sup> )	Makinalardan Gelen Isı Kazanç	Oda Duyular Isı Kazanç ODI	Δ °C	Hesaplanan Hava Debisi (Oda Hacmi Vh)	Kabul Edilen Değişim Sırası	Değişim Sırasına Göre Hava Debisi Vd	Seçilen Hava Debisi Vseçilen	Seçilene Göre Değişim Sayısı	Toplam Hava Debisi m <sup>3</sup> /h	KLAS		
101	26,86	3,1	1	90	805,89	537,26	2,580	4,013	10,7	1,293,31	83,27	21,00	1,748,77	2,007,00	24,10	8,778,00	ISO 7	
103	76,60	3,1	3	270	2,298,00	1,532,00	7,740	11,840	10,7	3,815,66	237,46	21,00	4,986,66	5,058,00	21,30		ISO 7	
102	5,52	3,1	2	180	165,68	110,45		456	10,7	1,469,99	17,12	21,00	350,51	375,00	21,90		ISO 7	
137	9,12	3,1	1	90	273,71	182,47		546	10,7	1,760,22	28,28	21,00	593,94	669,00	23,65		ISO 7	
143	6,07	3,1	1	90	182,16	121,44		394	10,7	1,268,84	18,82	21,00	395,29	669,00	35,54		ISO 7	
106	AHU-02	38,03	4,0	2	180	1,740,98	1,160,65	9,976	13,058	11,0	4,093,30	232,13	22,00	5,106,86	5,200,00	22,40	5,200,00	ISO 7
107	AHU-03	49,68	4,0	2	180	1,490,48	993,65	9,976	12,640	11,0	3,962,42	198,73	26,00	5,166,98	5,200,00	26,17	5,200,00	ISO 7
174	17,46	3,1			523,82	349,21		873	11,0	2,75,68	54,13	15,00	811,91	1,044,00	19,29	6,771,00	ISO 7	
175	48,95	3,1			1,468,52	979,01		2,448	11,0	7,67,25	151,75	15,00	2,276,20	2,676,00	17,63		ISO 7	
179	28,03	3,1			840,90	560,60		1,401	11,0	4,39,34	86,89	15,00	1,303,39	1,338,00	15,40		ISO 7	
180	13,47	3,1			404,02	269,35		673	11,0	2,11,09	41,75	15,00	626,23	669,00	16,02		ISO 7	
187	15,75	3,1			472,35	314,90		787	11,0	2,46,79	48,81	15,00	732,14	1,044,00	21,39		ISO 7	
193	10,45	4,0	1	90	313,50	209,00	2,580	3,193	11,0	1,000,78	41,80	22,00	919,60	1,014,00	24,26	12,896,00	ISO 7	
109	28,98	4,0	1	90	869,25	579,50	5,160	6,699	11,0	2,099,92	115,90	22,00	2,549,80	2,600,00	22,43		ISO 7	
111	16,86	3,1	1	90	505,88	337,25	5,160	6,093	11,0	1,910,07	52,27	22,00	1,150,02	1,950,00	37,30		ISO 7	
112	16,86	3,1	1	90	505,88	337,25	5,160	6,093	11,0	1,910,07	52,27	22,00	1,150,02	1,950,00	37,30		ISO 7	
110	12,60	3,1	1	90	378,08	252,05		720	11,0	2,25,74	39,07	22,00	859,49	832,00	21,30		ISO 7	
113	28,26	3,1	1	90	847,88	565,25	860	2,363	11,0	7,40,79	87,61	22,00	1,927,50	1,950,00	22,26		ISO 7	
114	16,86	3,1	1	180	505,88	337,25	860	1,883	11,0	590,32	52,27	22,00	1,150,02	1,300,00	24,87		ISO 7	
116	16,86	3,1	1	90	505,88	337,25	860	1,793	11,0	562,11	52,27	22,00	1,150,02	1,300,00	24,87		ISO 7	
306	7,50	3,4	1	90	225,00	150,00		465	11,0	1,48,77	25,50	10,00	255,00	364,00	14,27	6,436,00	ISO 7	
307	65,75	3,4	1	90	1,972,50	1,315,00		3,378	11,0	1,058,78	223,55	10,00	2,235,50	2,278,00	10,19		ISO 7	
309	17,54	3,4	1	90	526,13	350,75		967	11,0	303,10	59,63	10,00	596,28	728,00	12,21		ISO 7	
308	23,00	3,4	1	90	690,00	460,00		1,240	11,0	388,71	78,20	10,00	782,00	1,316,00	16,83		ISO 7	
319	7,05	3,4	1	90	211,50	141,00		443	11,0	138,71	23,97	10,00	239,70	364,00	15,19		ISO 7	
326	10,90	3,4	1	90	327,08	218,05		635	11,0	199,10	37,07	10,00	370,69	658,00	17,75		ISO 7	
122	12,60	3,1	1	180	378,08	252,05	2,322	3,132	11,0	981,86	39,07	23,00	898,56	1,300,00	33,28	9,360,00	ISO 7	
130	28,17	3,1	1	180	845,03	563,35	4,644	6,232	11,0	1,953,72	87,32	23,00	2,008,34	1,950,00	22,33		ISO 7	
185	28,80	3,1	1	90	864,00	576,00	5,882	7,412	11,0	2,323,64	89,28	23,00	2,063,44	2,314,00	25,92		ISO 7	
129	21,12	3,1	1	90	633,68	424,45		1,146	11,0	359,29	65,48	23,00	1,506,03	1,482,00	22,63		ISO 7	
120	25,38	3,1			761,48	507,65		1,269	11,0	397,84	78,69	23,00	1,809,77	2,314,00	29,41		ISO 7	
115	79,68	3,1	2	180	2,390,40	1,593,60	3,440	7,604	11,0	2,383,70	247,01	12,00	2,964,10	3,435,00	13,91	5,923,00	ISO 8	
132	12,97	3,1			389,03	259,35		648	11,0	203,25	40,20	12,00	482,39	513,00	12,76		ISO 8	
133	9,69	3,1	1	90	290,75	193,85		575	11,0	180,12	30,04	12,00	360,52	451,00	15,01		ISO 8	
134	8,34	3,1	1	90	250,28	166,85		417	11,0	130,76	25,86	12,00	310,34	388,00	15,00		ISO 8	
135	11,16	3,1			334,80	223,20		558	11,0	174,92	34,60	12,00	415,15	429,00	12,40		ISO 8	
157	5,52	3,1			165,68	110,45		276	11,0	86,56	17,12	12,00	205,44	257,00	15,01		ISO 8	
108	11,16	3,1			334,88	223,25		558	11,0	174,96	34,60	12,00	415,25	450,00	13,00		ISO 8	
104	14,61	3,1			438,27	292,18		730	11,0	228,98	45,29	25,00	1,132,21	1,260,00	27,82	13,936,00	ISO 7	
144	16,89	3,1			506,78	337,85		845	11,0	264,77	52,37	25,00	1,309,17	1,260,00	24,06		ISO 7	
145	41,47	3,1			1,244,22	829,48		2,074	11,0	650,06	128,57						ISO 7	
147	31,02	3,1	620,40		930,60	620,40		1,551	11,0	486,21	96,16	25,00	11,510,03	11,416,00	24,80		ISO 7	
121	31,02	3,1			930,60	620,40		1,551	11,0	486,21	96,16						ISO 7	
148	45,00	3,1			1,350,08	900,05		2,250	11,0	705,37	139,51						ISO 7	
146	16,92	3,1			507,60	338,40		846	11,0	265,20	52,45	23,00	5,038,38	5,040,00	25,01	5,040,00	ISO 7	
149	53,74	3,1			1,612,34	1,074,89		2,687	11,0	842,39	166,61						ISO 7	

KLİMA SANTRALLERİ HAVA DEHİSİ HESAP TABLOSU																	
ODA NO	ALAN	YÜKSEK LİK	İNSAN SAYISI	İnsan Yüklendiren Giden İst Kazanç	Aydınlatma Işığı Giden İst Kazanç (300kcd/m2)	İhtimal Giden İst Kazanç (200kcd/m2)	Makamlardan Giden İst Kazanç	Oda Boyutları Kazanç ODI	Hesaplama Al Hava Dehisi Oda Hacmi Vh	Kabot Edilim Değişim Sayısı	Değişim Sıcaklığı Gere Hava Dehisi V seçilen	Seçilen Hava Dehisi	Seçilen Göre Değişim Sayısı	Toplam Hava Dehisi	KLAS		
	m <sup>2</sup>	m		Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	°C	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h		m <sup>3</sup> /h			
151	21,29	3,1		638,55	423,70			1,064	11,5	319,12	65,98	18,00	1,187,20	2,088,00	31,64	7,812,00	ISO 8
152	11,16	3,1		334,88	223,25			558	11,5	167,35	34,60	18,00	622,87	2,124,00	61,38		ISO 8
AHLU-11	19,04	3,1	10	900	571,29	380,86		1,850	11,5	555,37	59,03	18,00	1,062,60	800,00	13,55		ISO 8
142	29,00	3,1	10	900	870,00	580,00		2,350	11,5	704,65	89,90	18,00	1,618,20	1,100,00	12,24		ISO 8
150	4,80	3,1		144,00	96,00			240	11,5	71,96	14,88	18,00	267,84	600,00	40,32		ISO 8
155	10,51	3,1		315,32	210,21			526	11,5	157,58	32,58	18,00	586,49	1,100,00	33,76		ISO 8
105	5,52	3,1		165,68	110,45			276	12,0	79,35	17,12	18,00	308,16	310,00	18,11		ISO 8
AHLU-12	33,82	3,1	2	1,014,59	676,39			1,691	12,0	485,91	104,84	18,00	1,887,13	1,872,00	17,86		ISO 8
128	35,16	3,1	2	1,054,95	703,30			1,938	12,0	556,97	109,01	18,00	1,962,20	1,962,00	18,00		ISO 8
158	19,98	3,1	1	599,25	399,50			1,089	12,0	312,86	61,92	6,00	371,54	300,00	4,84	4,352,00	-
159	59,18	3,1		1,775,40	1,183,60			2,959	12,0	850,29	183,46	6,00	1,100,75	600,00	3,60		-
160	35,34	3,1		1,060,20	706,80			1,767	12,0	507,76	109,55	6,00	657,32	630,00	5,75		-
161	12,65	3,1		379,50	253,00			633	12,0	181,75	39,22	6,00	235,29	200,00	0,00		-
AHLU-13	25,00	3,1		750,00	500,00			1,250	12,0	359,20	77,50	6,00	465,00	465,00	6,00		-
163	34,00	9,0		1,020,00	680,00			1,700	12,0	488,51	306,00	6,00	1,836,00	933,00	3,05		-
205	16,40	3,1	1	492,00	328,00			910	12,0	261,49	50,02	6,00	300,12	300,00	6,00		-
206	1,25	3,1		52,50	35,00			58	12,0	25,14	5,34	6,00	32,03	722,00	13,27		-
207	10,15	3,1		304,50	203,00			508	12,0	145,83	30,96	6,00	185,75	342,00	11,05		-
139	510,00	9,0	2	15,300,00	10,200,00			25,680	12,0	7,759,31	4,590,00	4,00	18,360,00	21,402,00	4,66	23,222,00	-
186	7,87	3,1	1	236,18	157,45			484	12,0	1,38,97	24,40	8,00	195,24	200,00	8,20		-
AHLU-14	1,26	3,1	1	235,43	156,95			482	12,0	1,38,61	24,33	8,00	194,62	200,00	8,22		-
153	10,51	3,1	1	315,36	210,24			616	12,0	176,90	32,59	8,00	260,70	270,00	8,29		-
194	25,00	3,1		750,00	500,00			1,250	12,0	359,20	77,50	3,00	252,50	250,00	3,23		-
140	221,27	9,0	2	6,638,18	4,425,45			11,244	12,0	3,230,93	1,991,45	8,00	15,931,62	17,421,00	8,75	18,569,00	-
166	21,24	3,1	1	637,27	424,85			1,152	12,0	331,07	65,85	8,00	526,81	548,00	8,32		-
191	8,28	3,1	1	248,40	165,60			504	12,0	144,83	25,67	8,00	205,34	250,00	9,74		-
192	9,25	3,1	1	277,50	185,00			553	12,0	158,76	28,68	8,00	229,40	350,00	12,21		-
AHLU-16	37,66	6,0	2	1,153,13	768,00			19,059	10,0	6,572,01	3,459,41	21,00	7,264,72	7,359,00	21,27	10,871,00	ISO 7
171	41,33	4,0	1	1,239,81	826,54			7,316	10,0	2,522,88	1,653,31	21,00	3,471,47	3,512,00	21,25		ISO 7
201	48,43	3,1	12	1,452,90	968,60			3,502	11,0	1,097,65	150,13	11,99	1,800,09	1,800,00	11,99	23,034,00	-
202	23,40	3,1		702,00	468,00			1,170	11,0	366,77	72,54	9,31	675,35	675,00	9,31		-
203	23,40	3,1		702,00	468,00			1,170	11,0	366,77	72,54	9,31	675,35	675,00	9,31		-
301	20,45	3,4		613,50	409,00			1,025	11,0	320,53	69,53	9,52	648,02	680,00	9,78		-
302	9,00	3,4		270,00	180,00			450	11,0	141,07	30,60	8,79	268,97	269,00	8,79		-
303	9,00	3,4		270,00	180,00			450	11,0	141,07	30,60	6,70	205,02	305,00	9,97		-
304	10,88	3,4		326,40	217,60			544	11,0	170,53	36,99	20,11	743,91	744,00	20,11		-
305	10,26	3,4		307,80	205,20			513	11,0	160,82	34,88	6,48	226,05	326,00	9,55		-
324	8,46	3,4		253,80	169,20			423	11,0	132,60	28,76	9,32	268,08	268,00	9,32		-
314+204	8,34	3,4		250,20	166,80			417	11,0	130,72	28,36	34,00	964,10	964,00	34,00		-
314+204	151,48			4,544,40	3,029,60			7,574	11,0	2,374,29	760,68	22,35	17,001,20	6,663,00	8,76		-
311	8,69	3,4		260,78	173,85			435	11,0	136,25	29,55	22,64	669,11	669,00	22,64		-
312	8,69	3,4	1	260,78	173,85			525	11,0	164,46	29,55	11,40	336,92	337,00	11,40		-
313	37,60	3,4		1,128,08	752,05			1,880	11,0	589,38	127,85	10,10	1,291,27	1,291,00	10,10		-
315	41,60	3,4		1,247,85	831,90			2,080	11,0	651,96	141,42	9,21	1,302,51	1,303,00	9,21		-
316	14,00	3,4		420,00	280,00			700	11,0	219,44	47,60	7,21	343,20	343,00	7,21		-
317	19,43	3,4	8	582,75	388,50			1,691	11,0	530,17	66,05	8,48	560,06	560,00	8,48		-
318	7,05	3,4		211,50	141,00			353	11,0	110,50	21,97	8,84	211,89	212,00	8,84		-
320	10,11	3,4	1	303,15	202,10			595	11,0	186,60	34,36	8,73	299,94	300,00	8,73		-
321	6,46	3,4	1	193,88	129,25			413	11,0	129,51	21,97	8,83	194,02	194,00	8,83		-
322	6,46	3,4	1	193,88	129,25			413	11,0	129,51	21,97	8,83	194,02	194,00	8,83		-
323	153,14	3,4	1	4,594,05	3,062,70			7,747	11,0	2,428,45	520,66	8,19	4,264,20	4,262,00	8,19		-

KLİMA SANTRALLERİ HAVA DEBİSİ HESAP TABLOSU																	
ODA NO	ALAN	YÜKSEK LİK	İNSAN SAYISI	İnsan Yüklüden Gelen Isı Kazancı	Aydınlatmadan gelen Isı Kazancı (30kcal/hm <sup>2</sup> )	İhtiyaçlı Isı Kazancı (20kcal/hm <sup>2</sup> )	Makinelardan Gelen Isı Kazancı	Oda Duyulu Isı Kazancı ODI	$\Delta t$	Hesaplanan Hava Debisi Vh	Oda Hacmi m <sup>3</sup>	Kabul Edilen Değişim Sayısı	Değişim Sayısına Göre Hava Debisi Vd	Seçilen Hava Debisi Vseçilen	Seçilene Göre Değişim Sayısı	Toplam Hava Debisi	KLAS
	m <sup>2</sup>	m		Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	°C	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h		m <sup>3</sup> /h	
156	33,60	3,1	1	90	1.008,00	672,00	4.300	6.070	10,0	2.093,10	104,16	22,00	2.291,52	2.400,00	23,04	12.747,00	ISO 7
173	42,95	4,5	1	90	1.288,56	858,91	6.880	9.117	10,0	3.143,89	193,25	22,00	4.251,59	4.200,00	21,73		ISO 7
170	73,00	3,1	2	180	2.190,00	1.460,00	5.160	8.990	10,0	3.100,00	226,30	22,00	4.978,60	4.947,00	21,86		ISO 7
177	5,52	3,1			165,68	110,45		276	10,0	95,22	17,12	22,00	376,63	600,00	35,05		ISO 7
117	7,71	3,1	1	90	231,24	154,16		475	10,0	163,93	23,89	22,00	525,69	600,00	25,11		ISO 7
154	20,24	3,1	1	90	607,20	404,80	3.440	4.542	12,0	1.305,17	62,74	17,00	1.066,65	1.500,00	23,91	14.517,00	ISO 8
176	34,60	3,1	1	90	1.038,07	692,05	1.720	3.540	12,0	1.017,28	107,27	17,00	1.823,55	1.567,00	14,61		ISO 8
184	39,60	3,1	1	90	1.188,00	792,00	1.720	3.790	12,0	1.089,08	122,76	17,00	2.086,92	2.210,00	18,00		ISO 8
178	58,13	3,1	1	90	1.743,99	1.162,66		2.997	12,0	861,11	180,21	17,00	3.063,61	3.244,00	18,00		ISO 8
181	33,96	3,1			1.018,88	679,25		1.698	12,0	487,97	105,28	17,00	1.789,82	1.895,00	18,00		ISO 8
182	51,69	3,1			1.550,84	1.033,89		2.585	12,0	742,74	160,25	17,00	2.724,30	2.885,00	18,00		ISO 8
188	5,52	3,1			165,68	110,45		276	12,0	79,35	17,12	17,00	291,04	308,00	17,99		ISO 8
189	5,52	3,1	1	90	165,68	110,45		366	12,0	105,21	17,12	17,00	291,04	308,00	17,99		ISO 8
190	8,70	3,1			260,85	173,90		435	12,0	124,93	26,95	17,00	458,23	600,00	22,26		ISO 8
118	14,29	3,1	1	90	428,64	285,76	3.440	4.244	9,0	1.626,21	44,29	25,00	1.107,32	1.664,00	37,57	9.360,00	ISO 7
123	21,12	3,1	1	90	633,68	422,45	5.160	6.306	9,0	2.416,14	65,48	25,00	1.636,99	2.600,00	39,71		ISO 7
124	16,33	3,1	1	90	489,90	326,60	4.300	5.207	9,0	1.994,83	50,62	25,00	1.265,58	2.132,00	42,12		ISO 7
125	16,26	3,1	2	180	487,77	325,18	6.536	7.529	9,0	2.884,66	50,40	25,00	1.260,07	2.964,00	58,81		ISO 7
168	163,90	3,1	6	540	4.917,00	3.278,00	17.200	25.935	11,0	8.130,09	508,09	18,00	9.145,62	9.145,00	18,00	9.145,00	ISO 8

ODA DUYULUR ISI KAZANCI kcal/h

ODI

$\Delta T$

Cp

$\rho$

Vh

0,24 kcal/kg°C

1,2 kg/m<sup>3</sup>

m<sup>3</sup>/h

ODAYA GÖNDERİLEN HAVA İLE

ODAYA GÖNDERİLEN HAVA İLE ODA ŞARTI ARASINDAKİ SICAKLIK FARKI

Havanın Özgül Isısı

Havanın Yoğunluğu

Hesaplanan Hava Debisi

$C_{pmp}=0,24 \times 1,2=0,29$

$ODE=Vh \times 0,29 \times \Delta T$

$Vh=ODI / (0,29 \times \Delta T)$

Çizelge 7.10 Klima santralleri teknik dataları tablosu

ÇİHAZ NO	HİZMET YERİ	KABUL EDİLEN NEM %	DİŞ HAVA SICAKLIĞI K	DEBİ m <sup>3</sup> /h	SANTRALDİŞ BASINÇ DÜŞÜŞÜ Pa	SOĞUTMA 1						SOĞUTMA 2						FİLTRE	SANTRAL TİPİ	KLAS	NEM ALICI							
						GİRİŞ (°C)		ÇIKIŞ (°C)		SOĞUTMA GÜCÜ KW	GİRİŞ (°C)		ÇIKIŞ (°C)		SOĞUT GÜCÜ KW	GİRİŞ (°C)						ÇIKIŞ (°C)		KAPASİTE KW				
						KT	YT	KT	YT		KT	YT	KT	YT		KT	YT					KT	YT		KT	YT		
AHU1	101,102,103,137,143	20	23	800	7.866	800	300	24,30	13,20	14,36	6,80	29,35	25,30	11,00	12,30	4,60	38,46	20,00	9,80	26,66	13,60	27,40	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, NEM ALICILI, HÜYENİK	ISO 7	DH-1	MK 5000	
AHU2	106	20	23	520	4.600	800	300	24,30	13,20	14,00	6,80	18,06	26,20	11,60	12,00	3,90	28,41	20,00	9,80	29,00	13,60	16,87	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, NEM ALICILI, HÜYENİK	ISO 7	DH-2	MK 3700	
AHU3	107	20	23	520	5.200	4.600	800	300	24,30	13,20	14,00	6,80	18,06	26,20	11,60	12,00	3,90	28,41	20,00	9,80	29,00	13,60	16,87	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, NEM ALICILI, HÜYENİK	ISO 7	DH-3	MK 3700
AHU4	174, 175, 179, 180, 187	30	23	4.600	6.771	2.171	750	300	31,15	22,60	12,00	11,10	74,66	29,43	14,00	12,00	6,50	39,80	5,34	2,00	29,00	13,50	57,75	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, NEM ALICILI, HÜYENİK	ISO 7	DH-4	MK 5000
AHU5	193, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116	30	23	1.292	12.866	11.604	800	300	24,40	14,60	14,00	10,50	45,23	25,30	12,30	12,00	6,20	57,84	20,40	11,70	28,35	14,80	36,96	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, NEM ALICILI, HÜYENİK	ISO 7	DH-5	MK 6200
AHU6	308, 307, 308, 309, 310, 319, 326	30	22	2.792	8.436	3.644	750	300	27,64	18,10	12,00	11,10	47,50	30,00	13,60	11,00	5,00	41,24	11,15	6,10	29,00	13,60	41,41	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, NEM ALICILI, HÜYENİK	***ISO 7	DH-6	MK 5000
AHU7	120, 122, 129, 130, 185	30	23	996	9.360	8.424	800	300	24,20	14,50	14,00	10,20	32,19	29,57	13,00	12,00	5,20	55,46	20,40	11,00	29,00	14,90	29,02	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, NEM ALICILI, HÜYENİK	ISO 7	DH-7	MK 6200
AHU8	109, 115, 132, 133, 134, 135, 137	50	23	800	5.923	5.323	300	250	24,22	17,50	12,00	11,10	32,66						20,37	14,50	29,00	17,50	18,43	EÜ8+EU7+EU9+HEPA	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, HÜYENİK, TEKFANLI	ISO 8		
AHU9	104, 144, 145, 147, 148, 121	30	24	12.071	13.936	1.665	800	300	33,53	24,60	12,50	11,50	178,68	24,68	13,00	13,00	7,90	55,83	0,61	-1,30	28,70	12,80	141,11	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, NEM ALICILI, HÜYENİK	ISO 7	DH-9	MK 7800
AHU10	146, 149	50	23	3.535	5.040	1.505	800	300	31,42	23,30	12,00	11,10	58,56						4,76	3,30	29,00	14,30	44,04	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, HÜYENİK	ISO 7		
AHU11	151, 152, 141, 142, 150, 155	50	24	5.476	7.812	2.336	300	250	31,71	23,40	12,00	11,00	93,24						5,07	3,80	29,00	14,30	67,39	EÜ8+EU7+EU9+HEPA	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, HÜYENİK	ISO 8		
AHU12	105, 119, 128	50	24	2.112	4.144	2.032	300	250	29,61	21,90	12,00	11,10	42,10						10,24	8,00	29,00	15,70	26,02	EÜ8+EU7+EU9+HEPA	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, HÜYENİK, TEKFANLI	ISO 8		
AHU13	158, 159, 160, 161, 162, 163, 205, 206, 207	50	24	4.352	4.352	-	350	-	35,00	26,00	12,00	11,10	66,07						-3,00	-4,00	29,00	12,50	50,20	EÜ8+EU7+EU9+HEPA	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, HÜYENİK, TEKFANLI	ISO 8		
AHU14	138, 126, 152, 186	55	24	3.000	22.322	19.322	300	250	25,48	19,00	12,00	11,10	162,12						20,37	15,70	29,00	18,70	69,44	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, KLASİK, TEKFANLI	ISO 8		
AHU15	140, 156, 161, 182	55	24	3.000	18.569	15.569	300	250	25,78	18,25	12,00	11,10	137,87						18,64	15,20	29,00	18,50	62,65	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, KLASİK, TEKFANLI	ISO 8		
AHU16	171, 189	20	20	1.080	10.971	9.791	800	300	21,49	11,30	14,00	6,10	27,46	26,65	10,80	10,00	2,60	61,04	17,70	8,10	29,00	17,30	44,28	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, NEM ALICILI, HÜYENİK	ISO 7	DH-16	MK 7800
AHU18	AR-GE	50	23	8.166	23.034	13.668	300	250	27,78	20,50	12,00	11,10	198,01						12,65	8,70	28,00	16,10	135,75	EÜ8+EU7+EU9	DEĞİŞKEN DEVİRLİ, HÜYENİK, TEKFANLI	ISO 7		



Temiz oda tasarımı, görüldüğü gib mimari proje aşamasından itibaren mimari, inşaat, elektrik ve mekanik grupların ve hatta ilaç fabrikasının üretim, mühendislik ve kalite güvence gruplarının da içinde bulunduğu bir ekip çalışmasını gerektirir. Bu grupların birlikte çalışması ile istenen sonuç elde edilebilir.

Bir temiz oda sistemini inşa etmenin en önemli amacı ürün kalitesinin garanti altına alınmasıdır. Temiz odalarda yapılacak tasarım veya uygulama hatalarının sonucu olarak ölüm olaylarının ortaya çıkacağı göz önünde bulundurularak her türlü tasarım ve uygulama, standartlar dahilinde yapılmalıdır. Gerek tasarım gerek uygulama aşamasında yapılan test ve kontrollerin amacı da tasarım ve uygulamanın çok yüksek kalitede yapılmasını sağlamak ve olası hataları önlemektir. Bu konuda işverenin de yeterli düzeyde bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Konunun son derece önemli olması nedeniyle devletin denetleyici ve kural koyucu olarak burada devreye girmesi çok önemlidir. İlgili devlet kuruluşları hastane, ilaç fabrikası, laboratuvar gibi yerlerde gerekli standartların uygulanmasını sağlamalı ve denetlemelidir.

**KAYNAKLAR**

Arun, N., “Temiz Mekanlar Düzenlenmesi Tekniği”, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 4-7 Kasım 1999, Efes Convention Center, İzmir.

Beşer, E., Mobedi, M. ve Şenol, L., “Hijyenik Klima Santral Kavramı”, V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 3-6 Ekim 2001, Efes Convention Center, İzmir.

Bilge, M., (2001), “Temiz Oda Tasarım Kriterleri ve Testleri”, TTMD Dergisi, ISSN 1302-2415 (13):14-19.

Bilge, M., (2004), Klima Santralleri, Dođa ISKAV Isıtma Soğutma Klima Araştırma ve Eğitim Vakfı, İstanbul.

Bilge, M., Heperkan, H. ve Özcan, F., “Temiz Oda Klima Sistemlerinde Test, Ölçüm ve Validasyon Çalışmaları”, VII. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2006, Hilton, İstanbul.

Demirel, Ö., “İlaç Sanayinde Temiz Oda Dizaynı ve Temiz Oda Sınıfı ile Mikroorganizma Sayısı Arasındaki İlişkiler”, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 4-7 Kasım 1999, Efes Convention Center, İzmir.

DIN 1964/4, “Hygienic Standarts For Ventilation and Air Conditioning Systems”, December 1989.

Eurovent/CECOMAF, “Recommendation Concerning Hygienic Aspects in Air Handling Units”, May 2000.

NEBB National Environmental Balancing Bureau, (1988), Procedural Standarts for Certified Testing of Cleanrooms, First Edition.

prEN 13053, “Ventilation for Building-Air Handling Units-Rating and Performance for Components and Sections”, European Committee for Standardization, November 1997.

US 209 D, “Clean Room and Work Station Requirements, Controlled Environment”, Federal Standart, U.S.A., 1992.

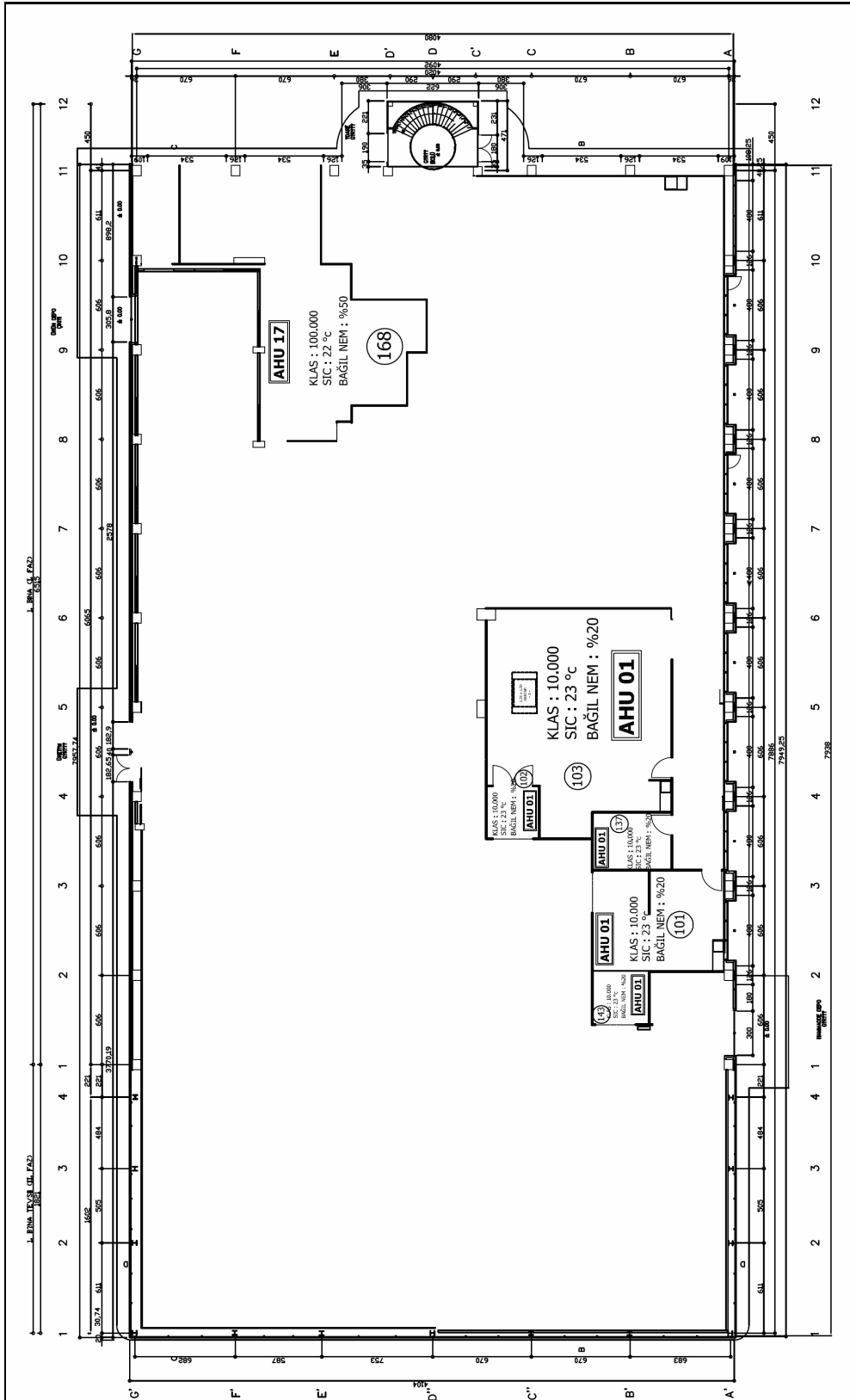
US 209 E, Federal Standart, U.S.A., 1992.

Whyte, W., (2001), Cleanroom Technology Fundamentals of Design, Testing and Operation, John Wiley&Sons, England.

**EKLER**

- Ek 1 Hesabı yapılan mahallerin mimari planı
- Ek 2 Temiz oda adları, numaraları, boyutları
- Ek 3 Klima santralleri hava akış diyagramları
- Ek 4 Klima santralleri psikrometrik hesaplar
- Ek 5 Klima santralleri fanları basınç kayıpları tablosu
- Ek 6 Nem alıcı seçim çıktıları
- Ek 7 Psikrometrik diyagramlar

Ek 1 Hesabi Yapılan Mahallerin Mimari Planı



**Ek 2 Temiz Oda Adları, Oda Numaraları ve Boyutları**

ODA NO		ODA ADI	ALAN	YÜKSEKLİK	Oda Hacmi
			m2	m	m3
101	AHU-01	NUMUNE ODASI	26,86	3,1	83,27
103		TARTIM 1	76,60	3,1	237,46
102		HAVA KİLİDİ	5,52	3,1	17,12
137		OFİS 2	9,12	3,1	28,28
143		HAVA KİLİDİ	6,07	3,1	18,82
106	AHU-02	PROSES ODASI	58,03	4,0	232,13
107	AHU-03	PROSES ODASI	49,68	4,0	198,73
174	AHU-04	KORİDOR 14	17,46	3,1	54,13
175		KORİDOR 15	48,95	3,1	151,75
179		KORİDOR	28,03	3,1	86,89
180		KORİDOR	13,47	3,1	41,75
187		KORİDOR	15,75	3,1	48,81
193	AHU-05	DEPO	10,45	4,0	41,80
109		PROSES ODASI	28,98	4,0	115,90
111		PROSES ODASI	16,86	3,1	52,27
112		PROSES ODASI	16,86	3,1	52,27
110		PROSES ODASI	12,60	3,1	39,07
113		PROSES ODASI TLE	28,26	3,1	87,61
114		PROSES ODASI	16,86	3,1	52,27
116		PROSES ODASI	16,86	3,1	52,27
306	AHU-06	ŞEF ODASI	7,50	3,4	25,50
307		MİKROBİYOLOJİ LAB.	65,75	3,4	223,55
309		ÜRETİM-1	17,54	3,4	59,63
310		ÜRETİM-2	17,54	3,4	59,63
308		PROSES ODASI	23,00	3,4	78,20
319		PROSES ODASI I	7,05	3,4	23,97
326		PROSES ODASI	10,90	3,4	37,07

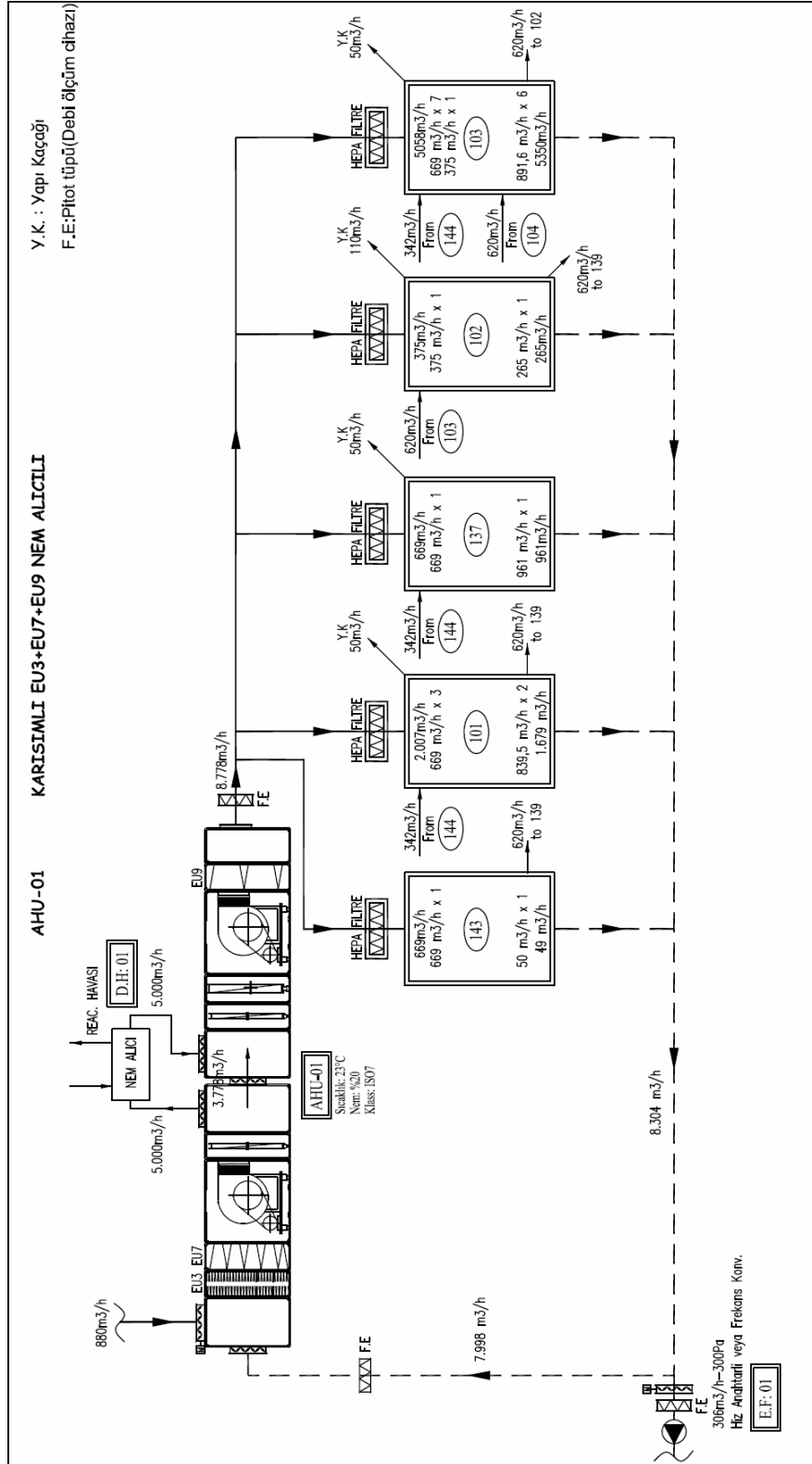
ODA NO		ODA ADI	ALAN	YÜKSEKLİK	Oda Hacmi
			m2	m	m3
122	AHU-07	PROSES ODASI	12,60	3,1	39,07
130		PROSES ODASI 3	28,17	3,1	87,32
185		PROSES ODASI	28,80	3,1	89,28
129		PROSES ODASI 2	21,12	3,1	65,48
120		PROSES ODASI	25,38	3,1	78,69
115		AHU-08	PROSES ODASI	79,68	3,1
132	MALZEME ODASI		12,97	3,1	40,20
133	OFİS 3		9,69	3,1	30,04
134	PROSES ODASI		8,34	3,1	25,86
135	PROSES ODASI		11,16	3,1	34,60
157	HAVA KİLİDİ 2		5,52	3,1	17,12
108	PROSES ODASI		11,16	3,1	34,60
104	AHU-09		KORİDOR	14,61	3,1
144		KORİDOR 1	16,89	3,1	52,37
145		KORİDOR 2	41,47	3,1	128,57
147		KORİDOR 4	31,02	3,1	96,16
121		KORİDOR	31,02	3,1	96,16
148		KORİDOR 5	45,00	3,1	139,51
146		AHU-10	KORİDOR 3	16,92	3,1
149	KORİDOR 6		53,74	3,1	166,61
151	AHU-11	KORİDOR 8	21,29	3,1	65,98
152		KORİDOR 9	11,16	3,1	34,60
141		BAYAN SOYUNMA	19,04	3,1	59,03
142		BAY SOYUNMA	29,00	3,1	89,90
150			4,80	3,1	14,88
155		KORİDOR 12	10,51	3,1	32,58
105	AHU-12	KORİDOR	5,52	3,1	17,12
119		PROSES ODASI	33,82	3,1	104,84
128		YIKAMA ODASI	35,16	3,1	109,01

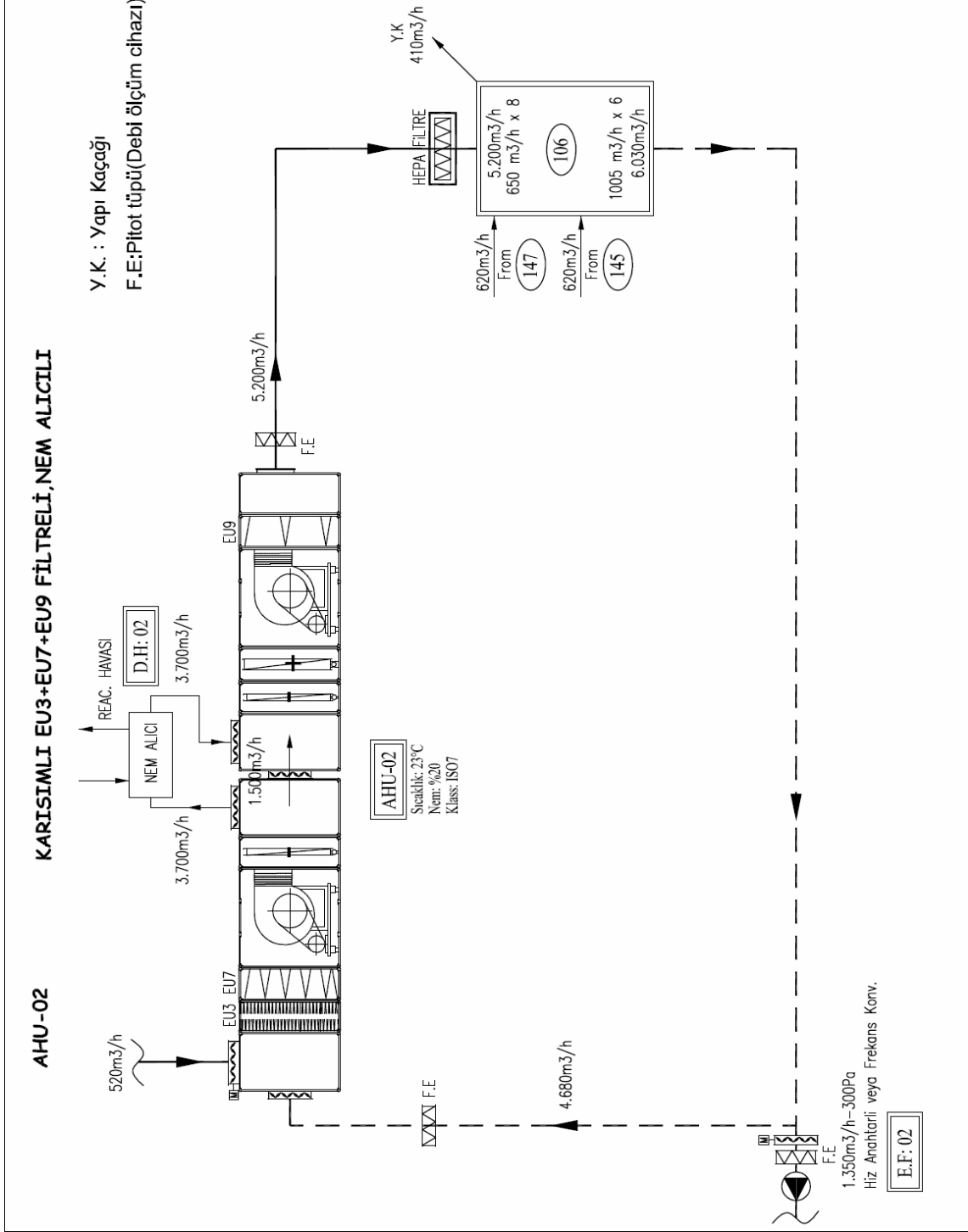
ODA NO		ODA ADI	ALAN	YÜKSEKLİK	Oda Hacmi
			m2	m	m3
158	AHU-13	ÇAMAŞIRHANE	19,98	3,1	61,92
159		BAYAN SOYUNMA	59,18	3,1	183,46
160		BAY SOYUNMA	35,34	3,1	109,55
161		BAYAN WC	12,65	3,1	39,22
162		BAY WC	25,00	3,1	77,50
163		FUAYE	34,00	9,0	306,00
205		OFİS	16,40	3,1	50,02
206		KORİDOR	1,75	3,1	5,34
207		KORİDOR	10,15	3,1	30,96
139		AHU-14	HAMMADDE DEPO	510,00	9,0
186	PROSES ODASI		7,87	3,1	24,40
126	PROSES ODASI		7,85	3,1	24,33
153	MALZEME ODASI		10,51	3,1	32,59
194			25,00	3,1	77,50
140	AHU-15	ÜRÜN DEPO	221,27	9,0	1.991,45
166		OFİS	21,24	3,1	65,85
191		MALZEME ODASI	8,28	3,1	25,67
192		KORİDOR	9,25	3,1	28,68
171	AHU-16	PROSES ODASI	57,66	6,0	345,94
183		PROSES ODASI	41,33	4,0	165,31
168	AHU-17	PROSES ODASI	163,90	3,1	508,09

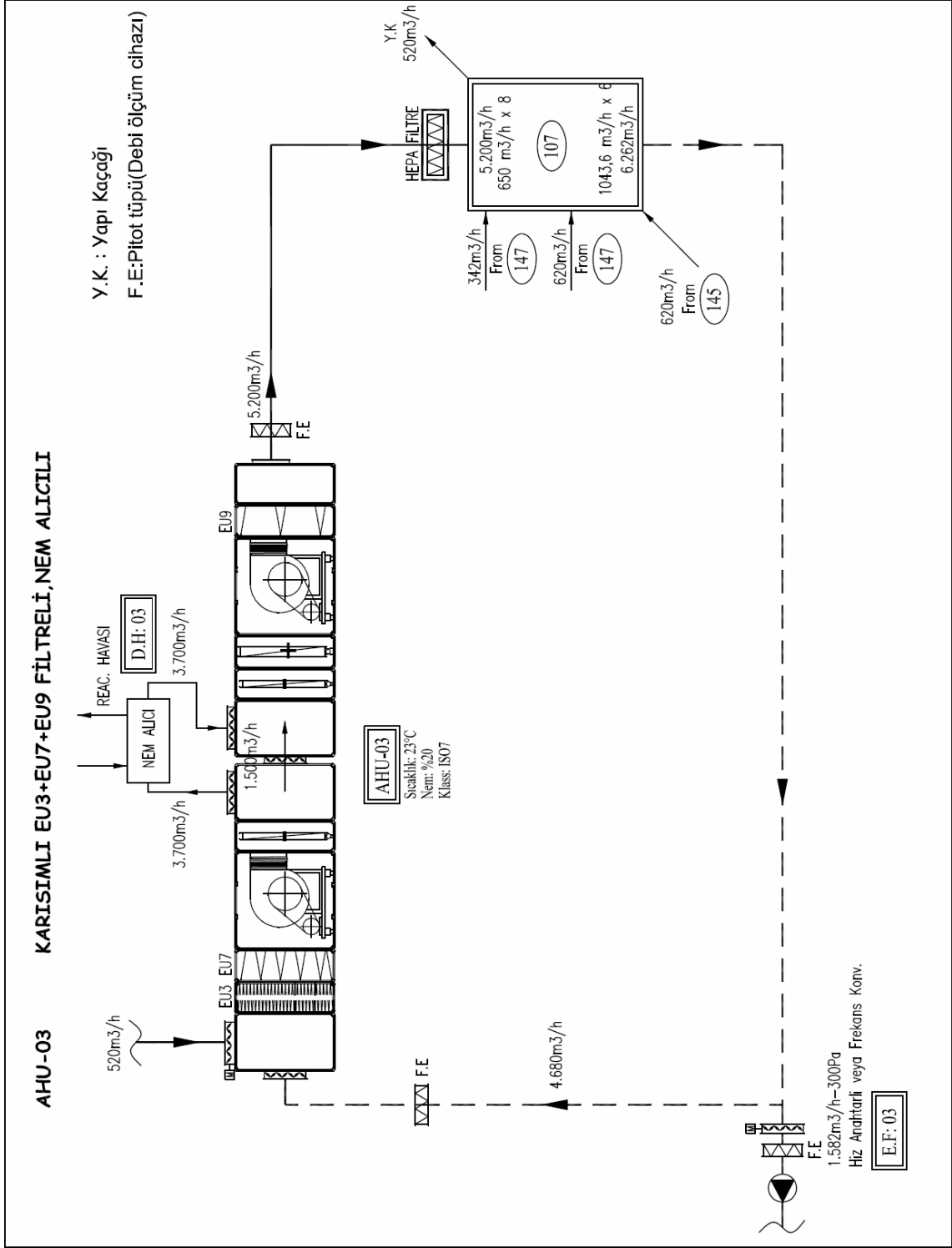
ODA NO		ODA ADI	ALAN	YÜKSEKLİK	Oda Hacmi
			m2	m	m3
201	AHU-18	BÜYÜK TOPLANTI	48,43	3,1	150,13
202			23,40	3,1	72,54
203			23,40	3,1	72,54
301		BAYAN WC	20,45	3,4	69,53
302		BAYAN SOYUNMA	9,00	3,4	30,60
303		BAY SOYUNMA	9,00	3,4	30,60
304		KORİDOR	10,88	3,4	36,99
305		BAY WC	10,26	3,4	34,88
324		DİNLENME ODASI	8,46	3,4	28,76
325		SOYUNMA KORİDOR	8,34	3,4	28,36
314+204 +169+ mer.bos.		ARGE KORİDOR+ARA KAT KORİDOR+GALERİ BOŞL.+ MERDİBEN BOŞL.	151,48		760,68
311			8,69	3,4	29,55
312		ŞEF ODASI	8,69	3,4	29,55
313		PROSES ODASI	37,60	3,4	127,85
315		DÖKÜMANTASYON	41,60	3,4	141,42
316		KK	14,00	3,4	47,60
317		KÜÇÜK TOPLANTI	19,43	3,4	66,05
318		YIKAMA ODASI	7,05	3,4	23,97
320		DEPO	10,11	3,4	34,36
321		ŞEF ODASI	6,46	3,4	21,97
322	MÜDÜR ODASI	6,46	3,4	21,97	
323	LABORATUVAR	153,14	3,4	520,66	
156	AHU-19	PROSES ODASI	33,60	3,1	104,16
173		PROSES ODASI 4	42,95	4,5	193,25
170		TARTIM	73,00	3,1	226,30
177		HAVA KİLİDİ 5	5,52	3,1	17,12
117		W.MATERIAL ROOM	7,71	3,1	23,89

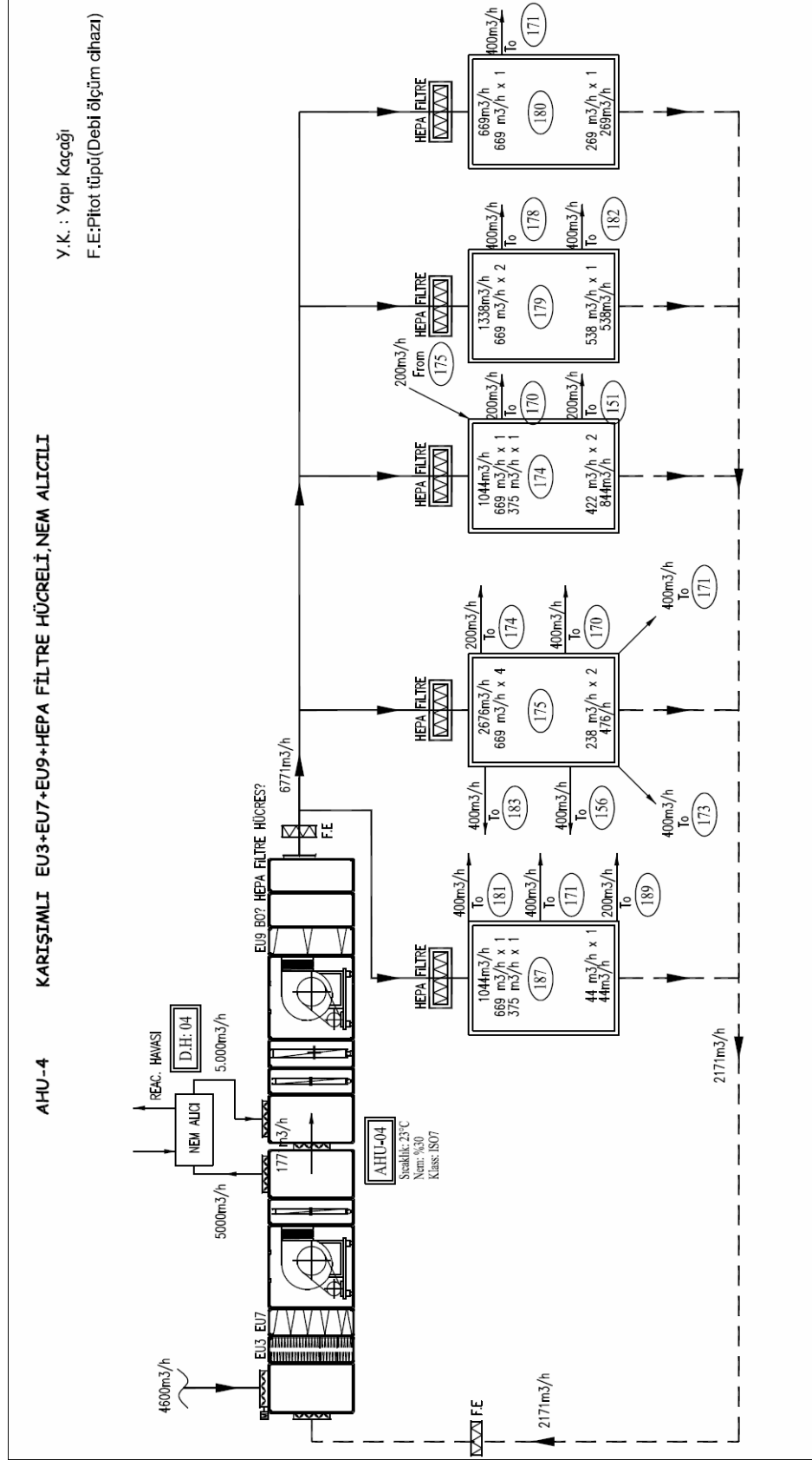
ODA NO		ODA ADI	ALAN	YÜKSEKLİK	Oda Hacmi
			m2	m	m3
154	AHU-20	PROSES ODASI	20,24	3,1	62,74
176		PROSES ODASI	34,60	3,1	107,27
184		PROSES ODASI	39,60	3,1	122,76
178		PROSES ODASI	58,13	3,1	180,21
181		PROSES ODASI	33,96	3,1	105,28
182		PROSES ODASI	51,69	3,1	160,25
188		HAVA KİLİDİ	5,52	3,1	17,12
189		OFİS 3	5,52	3,1	17,12
190		PROSES ODASI	8,70	3,1	26,95
118		AHU-21	PROSES ODASI	14,29	3,1
123	PROSES ODASI		21,12	3,1	65,48
124	PROSES ODASI		16,33	3,1	50,62
125	PROSES ODASI		16,26	3,1	50,40

## Ek 3 Klima Santralleri Hava Akış Diyagramları

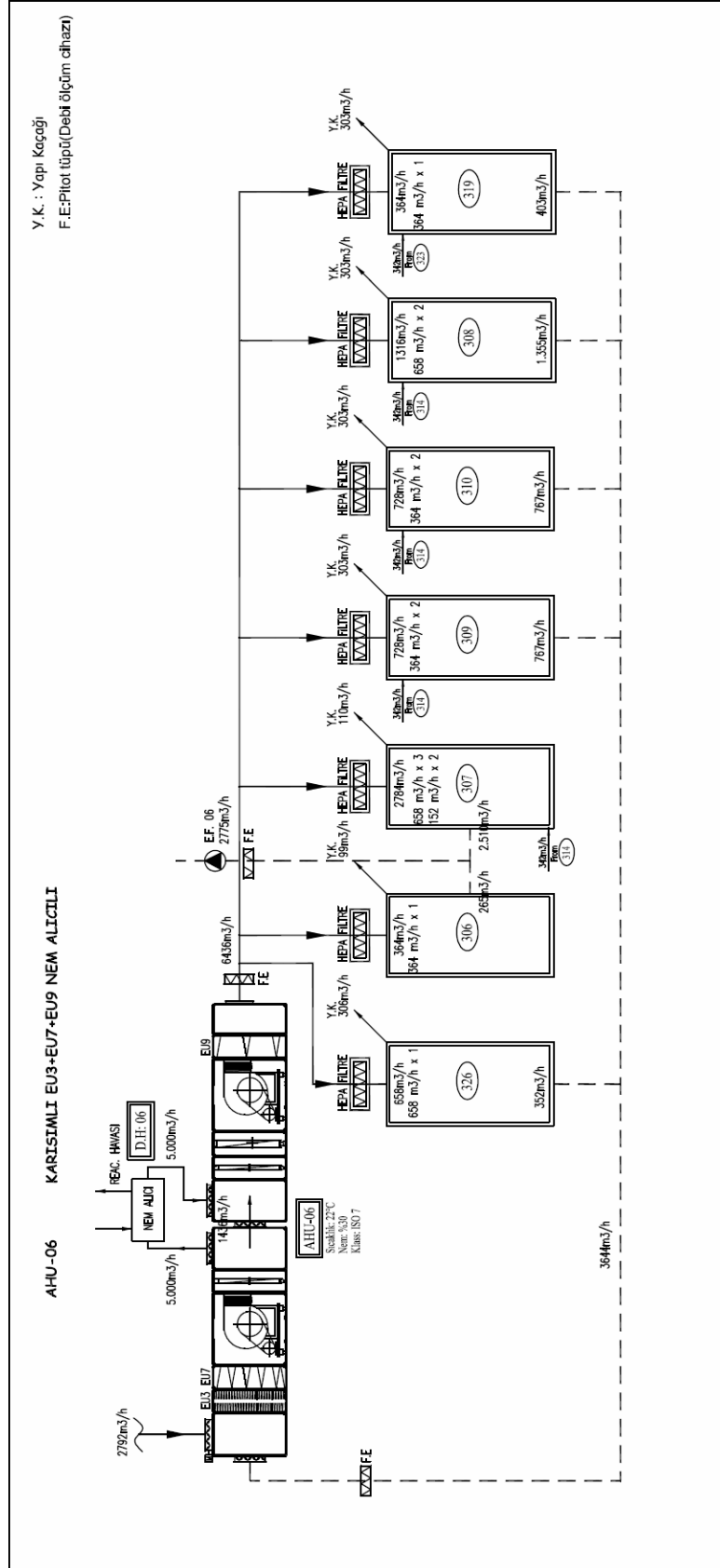


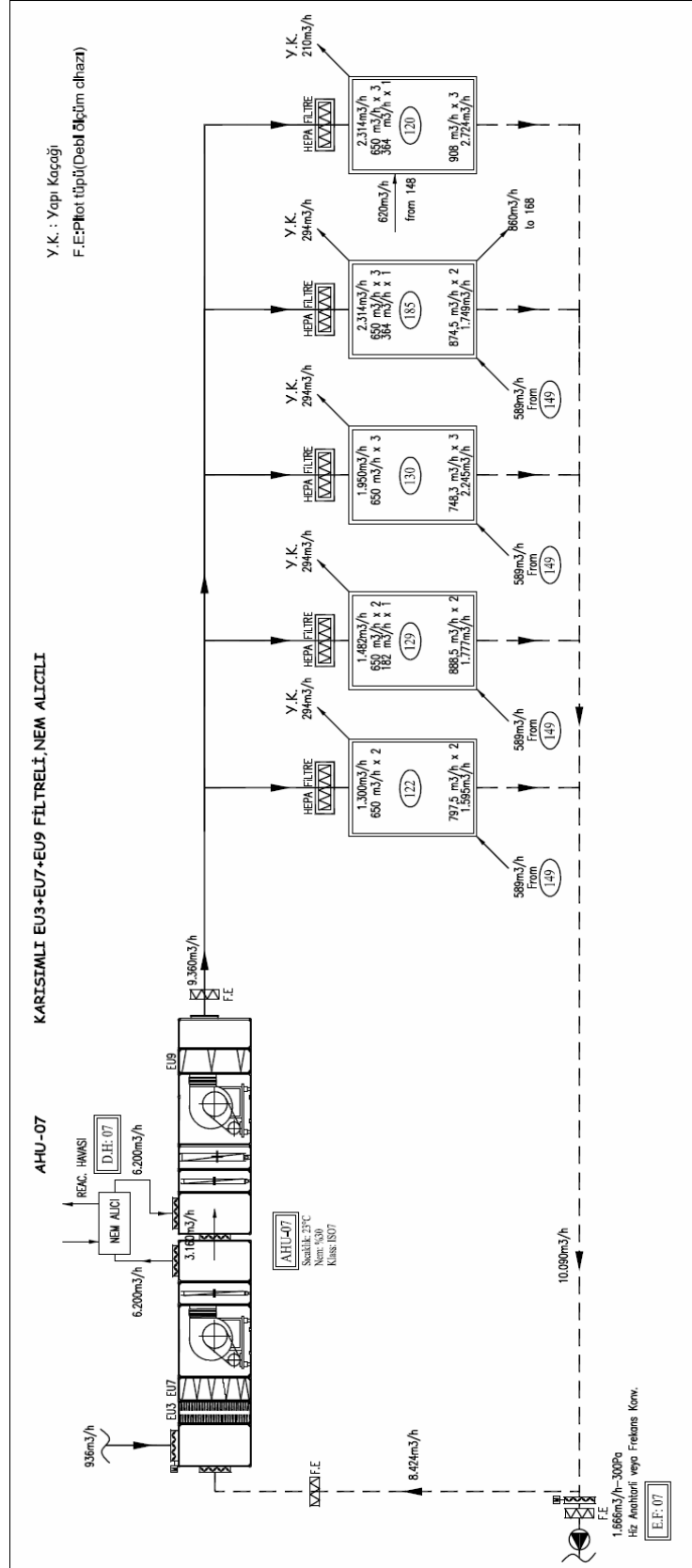


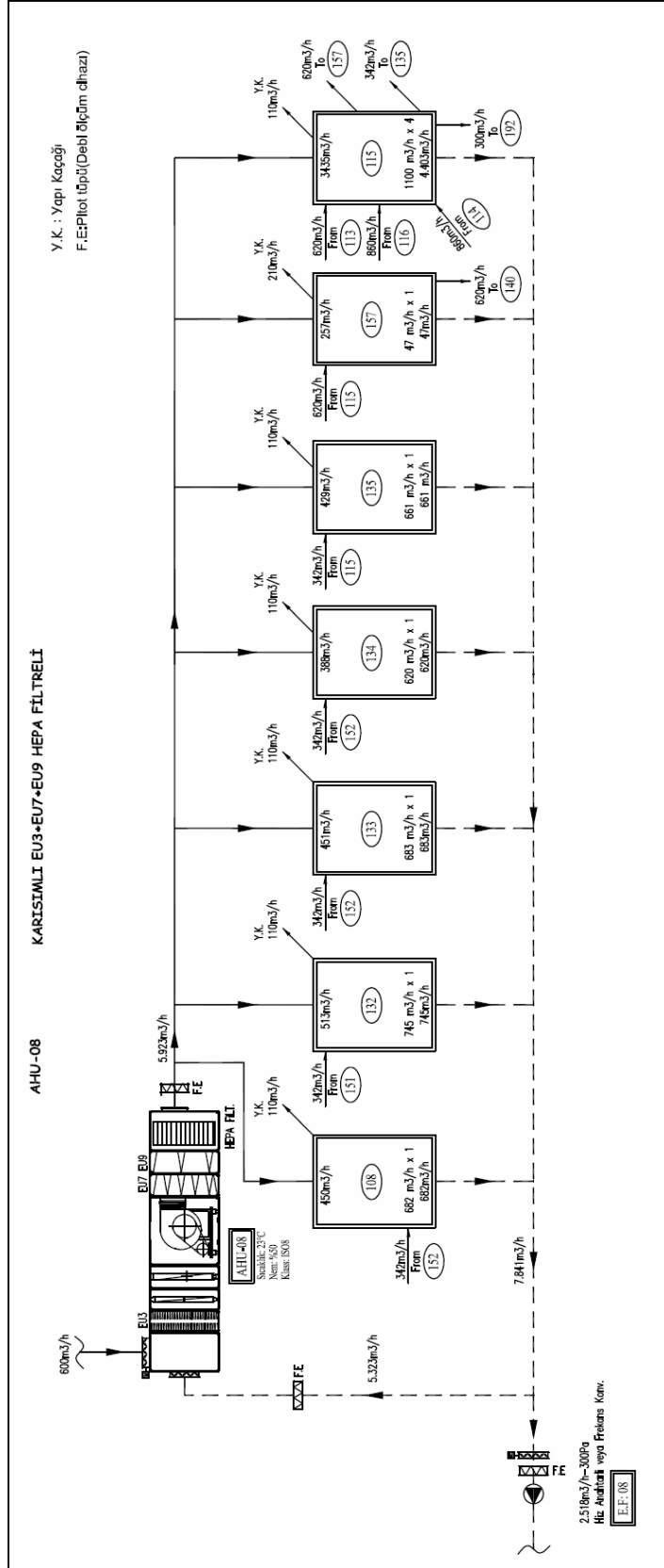




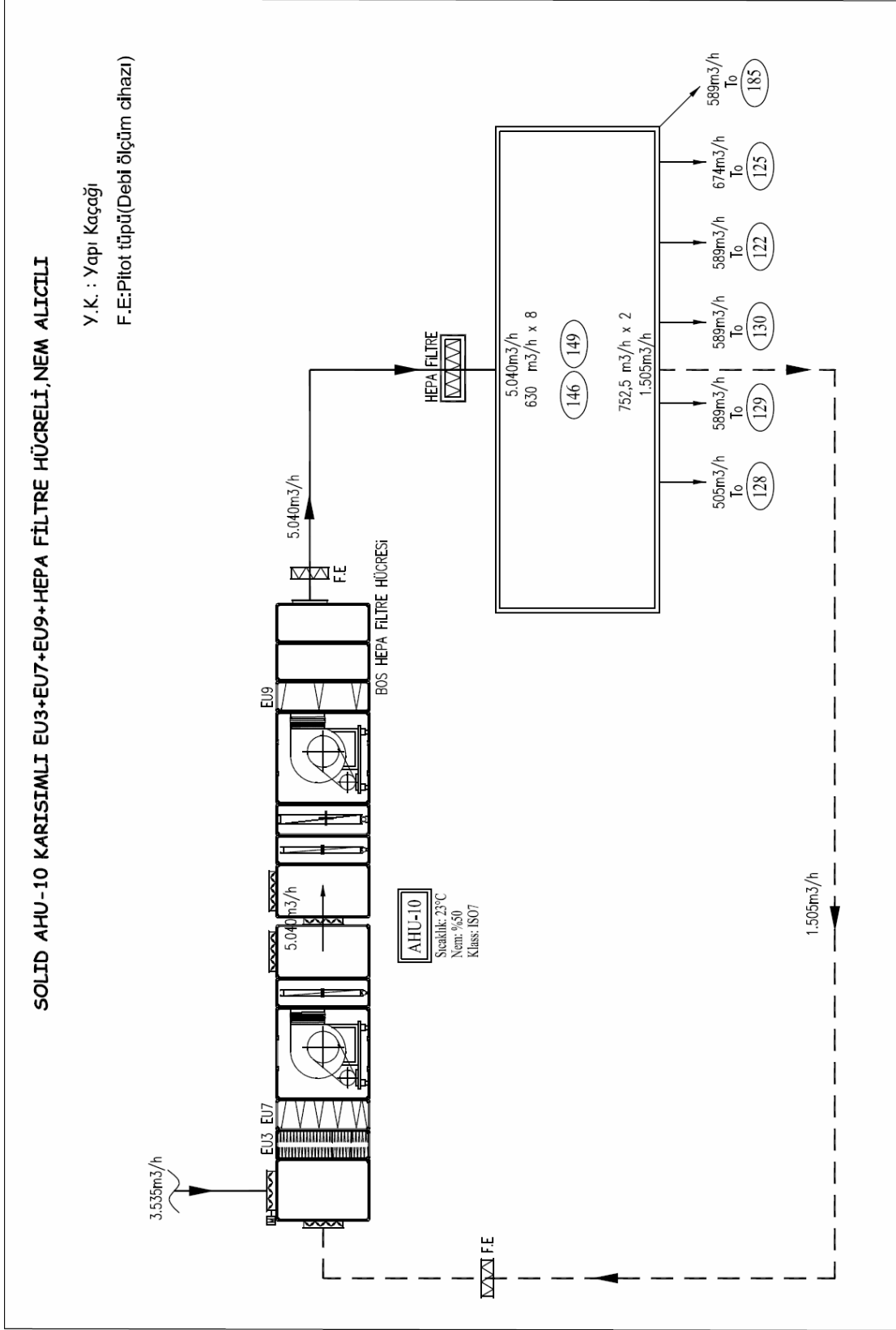


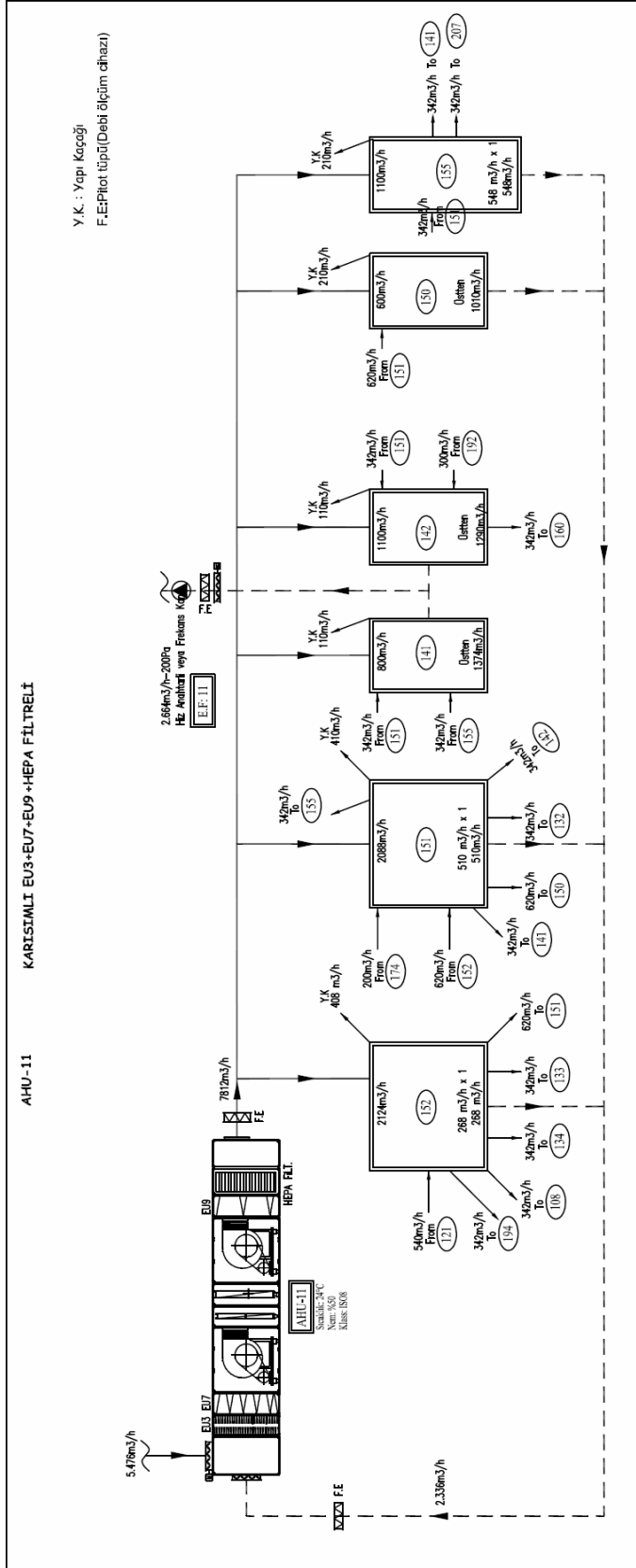




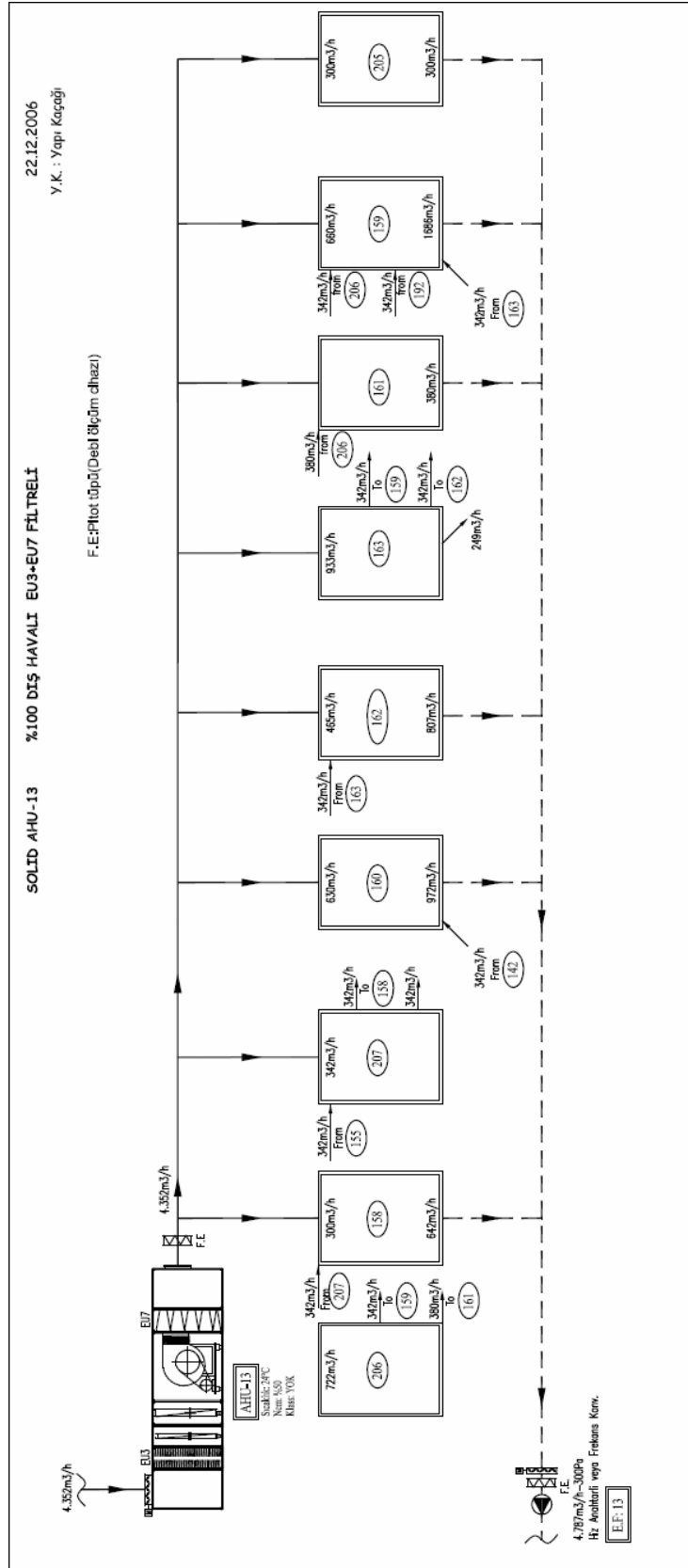


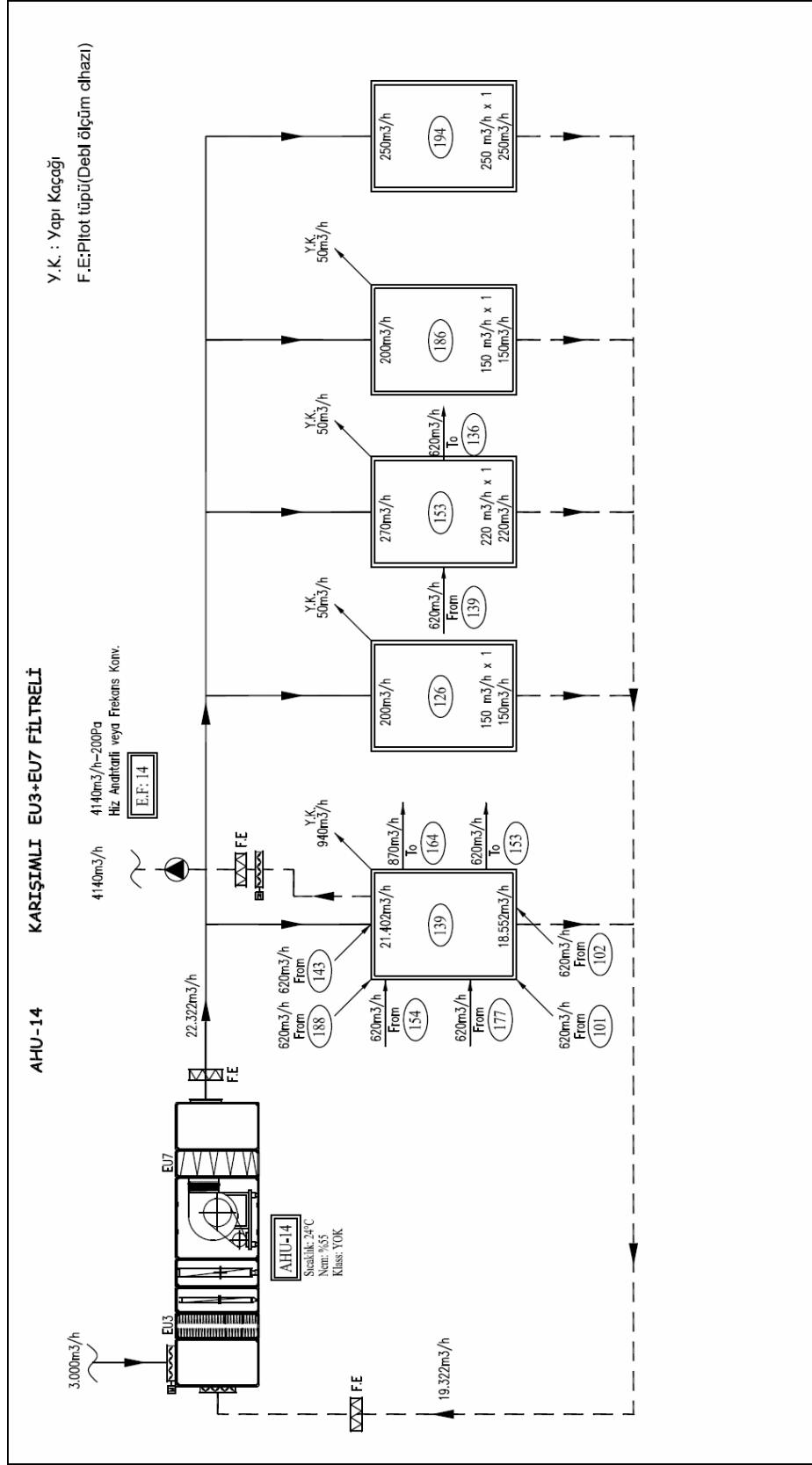


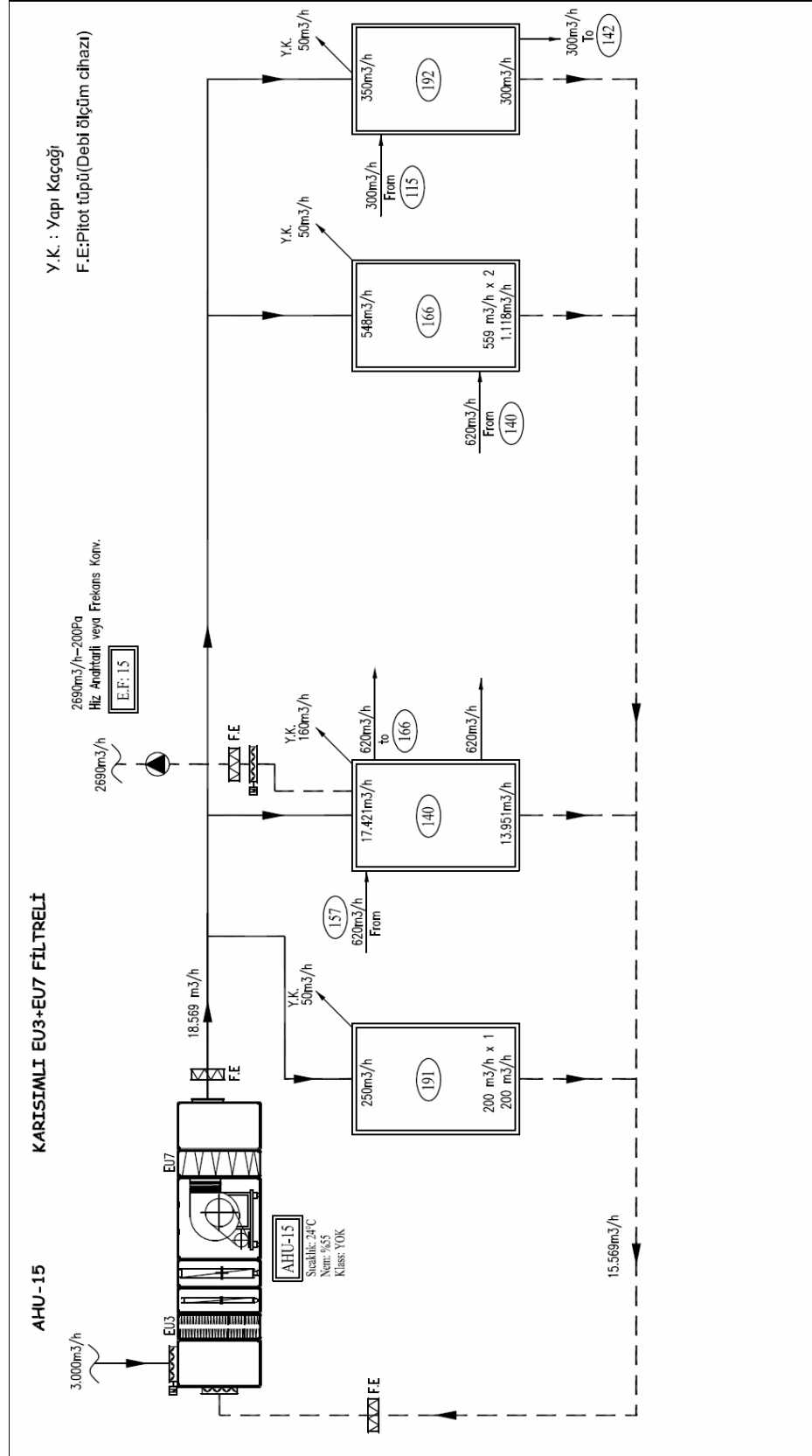






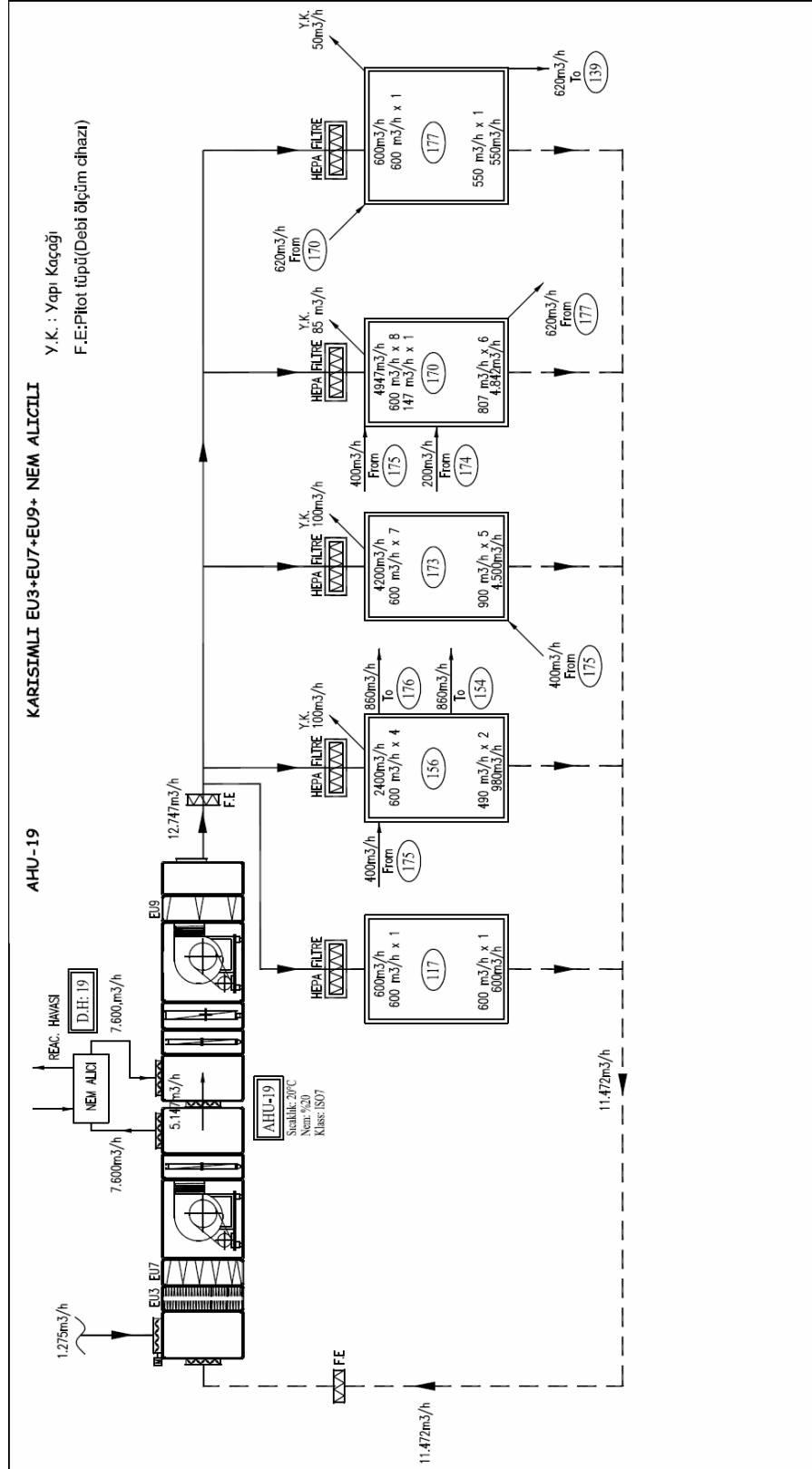




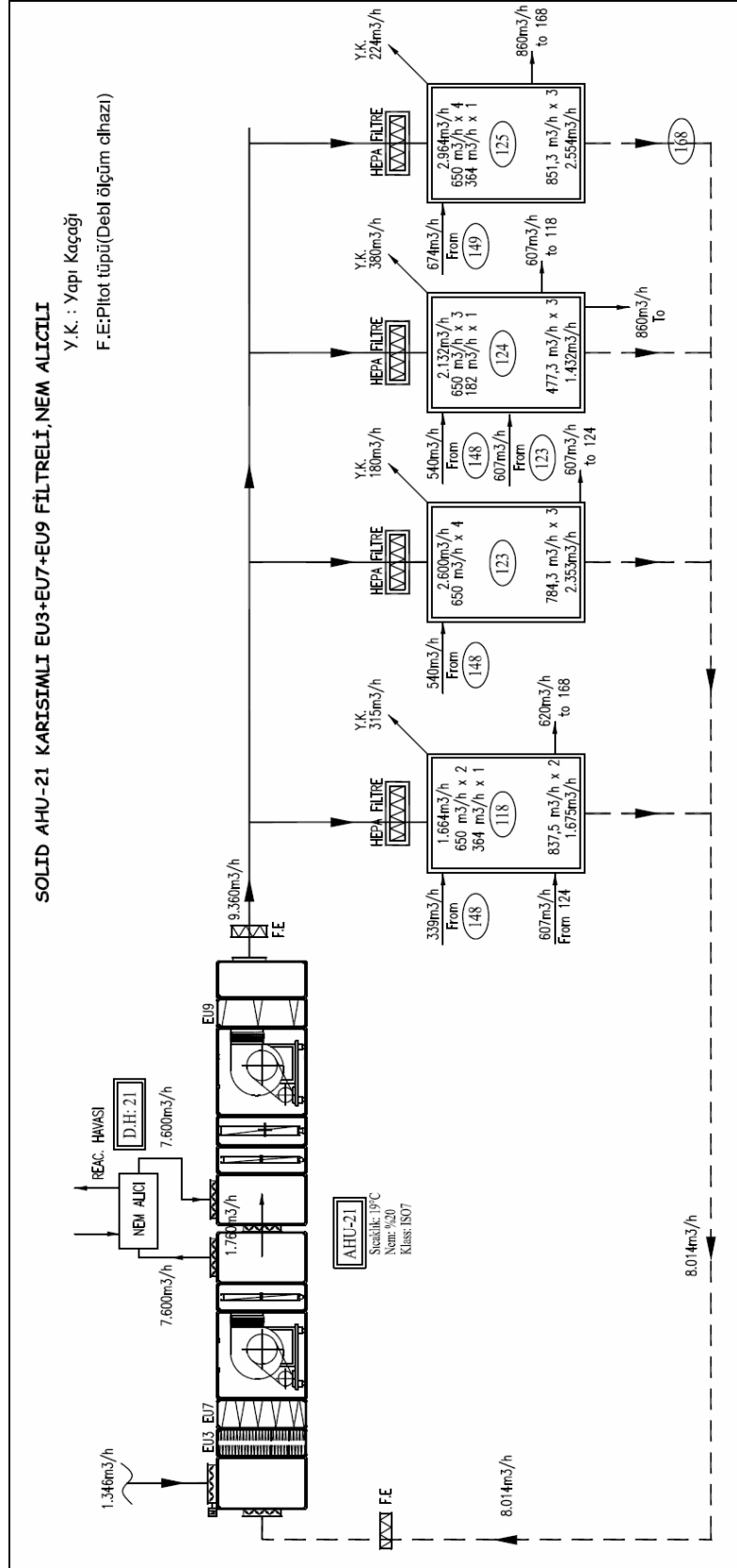












## Ek 4 Klima Santralleri Psikrometrik Hesaplar

### AHU 02 Yaz Kliması Hesapları

$V_{\text{toplam}}: 5.200 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 520 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{dönüş}}: 4.680 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış ortam şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%20,00$

$KT_2: 23,00^\circ\text{C}$

$YT_2: 11,20^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 3,50 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 33 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 7,89 \text{ kcal/kg}$

Karışım Şartları (Ön Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği ile yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze Havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{520 \times 17,4 + 4.680 \times 3,5}{5.200}$$

$$W_3 = 4,89 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :24,30 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :13,20 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :37 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :8,85 kcal/kg

Ön Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :14 °C (Kabul)

$YT_4$ :8,80 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :4,89 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :27 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :6,45 kcal/kg

Ön Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ön soğutucu batarya kapasitesi (7.3) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{\text{önsöğ.}} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_ç) \quad (7.3)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{önsoğ.}}$ :Ön soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{pa}$ :Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ :Hava yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ :Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ :0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ :1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,24 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{\text{önsoğ.}} = 5200 \times 0,29 \times (24,3 - 14)$$

$$Q_{\text{önsoğ.}} = 15.532 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{önsoğ.}} = 18,06 \text{ kW}$$

Nem Alıcı Çıkış Şartları;

Nem alıcı kapasitesi 3.700 m<sup>3</sup>/h olarak nem alıcı programı yardımıyla seçilmiştir.

$KT_5$ :34,9 °C

$W_5$ :0,45 g/kg

Karışım Şartları (Son Soğutucu Batarya Giriş Şartları)

Karışımın mutlak nemi (7.4) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_6 = \frac{V_5 \times W_5 + V_{41} \times W_{41}}{V_6} \quad (7.4)$$

Eşitlikte;

$V_{41}$ :Doğrudan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_5$ :Nem alıcıdan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_6$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_4$ : Doğrudan geçen havanın mutlak nemi g/kg

$W_5$ : Nem alıcıdan çıkan havanın mutlak nemi g/kg

$W_6$ : Karışım havasının mutlak nemi g/kg

$$W_6 = \frac{3.700 \times 0,45 + 1.500 \times 4,89}{5.200}$$

$W_6 = 1,73$  g/kg olarak hesaplanır.

$KT_6$ : 28,2 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_6$ : 11,6 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ : 33,60 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ : 8,03 kcal/kg

Son Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_7$ : 12 °C (Kabul)

$YT_7$ : 3,9 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_7$ : 1,73 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ : 16,5 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ : 3,94 kcal/kg

Son Soğutucu Batarya Kapasitesi;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için son soğutucu batarya kapasitesi (7.5) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{sonsoğ.} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_ç) \quad (7.5)$$

Eşitlikte,

$Q_{sonsoğ.}$ : Son soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ : Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

KT<sub>g</sub>/KT<sub>ç</sub>:Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

C<sub>pa</sub>:0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$  :1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{sonsoğ.} = 5.200 \times 0,29 \times (28,2 - 12)$$

$$Q_{sonsoğ.} = 24.429 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{sonsoğ.} = 28,41 \text{ kW}$$

### **AHU 02 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

RH<sub>1</sub>:%80,00

KT<sub>1</sub>:-3 °C

YT<sub>1</sub>:-4 °C

W<sub>1</sub>:2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

RH<sub>2</sub>:%20,00

KT<sub>2</sub>:23,00 °C

YT<sub>2</sub>:11,20°C (Psikrometrik diyagramdan)

W<sub>2</sub>:3,50 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

h<sub>2</sub>:33 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

h<sub>2</sub>:7,89 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{520 \times 2,3 + 4.680 \times 3,5}{5.200}$$

$$W_3 = 3,38 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :20 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :9,80 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :29 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :6,94 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :13,6 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :3,38 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :38,5 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :9,22 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte,

$Q_{ısıtıcı}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{pa}$ : Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Hava yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{ısıtıcı} = 5.200 \times 0,31 \times (29 - 20)$$

$$Q_{ısıtıcı} = 14.508 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{ısıtıcı} = 16,87 \text{ kW}$$

**AHU 03 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}: 5.200 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 520 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{dönüş}}: 4.680 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış ortam şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%20,00$

$KT_2: 23,00^\circ\text{C}$

$YT_2: 11,20^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 3,50 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 33 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 7,89 \text{ kcal/kg}$

Karışım Şartları (Ön Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği ile yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ : Taze hava debisi  $\text{m}^3/\text{h}$

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze Havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{520 \times 17,4 + 4.680 \times 3,5}{5.200}$$

$$W_3 = 4,89 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :24,30 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :13,20 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :37 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :8,85 kcal/kg

Ön Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :14 °C (Kabul)

$YT_4$ :8,80 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :4,89 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :27 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :6,45 kcal/kg

Ön Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ön soğutucu batarya kapasitesi (7.3) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{\text{önsoğ.}} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_\zeta) \quad (7.3)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{önsoğ.}}$ :Ön soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{pa}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Hava yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ :Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ :0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$  :1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,24 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{\text{önsoğ.}} = 5200 \times 0,29 \times (24,3 - 14)$$

$$Q_{\text{önsoğ.}} = 15.532 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{önsoğ.}} = 18,06 \text{ kW}$$

Nem Alıcı Çıkış Şartları;

Nem alıcı cihaz kapasitesi nem alıcı seçim programı yardımıyla 3.700 m<sup>3</sup>/h olarak seçilmiştir.

$KT_5$ :34,9 °C

$W_5$ :0,45 g/kg

Karışım Şartları (Son Soğutucu Batarya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.4) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_6 = \frac{V_5 \times W_5 + V_{41} \times W_{41}}{V_6} \quad (7.4)$$

Eşitlikte;

$V_{41}$ :Doğrudan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_5$ :Nem alıcıdan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_6$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_{41}$ :Doğrudan geçen havanın mutlak nemi g/kg

$W_5$ :Nem alıcıdan çıkan havanın mutlak nemi g/kg

$W_6$ :Karışım havasının mutlak nemi g/kg

$$W_6 = \frac{3.700 \times 0,45 + 1.500 \times 4,89}{5.200}$$

$W_6 = 1,73$  g/kg olarak hesaplanır.

$KT_6$ :28,2 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_6$ :11,6 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :33,60 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :8,03 kcal/kg

Son Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_7$ :12 °C (Kabul)

$YT_7$ :3,9 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_7$ :1,73 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :16,5 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :3,94 kcal/kg

Son Soğutucu Batarya Kapasitesi;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için son soğutucu batarya kapasitesi (7.5) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{sonsoğ.} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_ç) \quad (7.5)$$

Eşitlikte,

$Q_{sonsoğ.}$ :Son soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{sonsoğ.} = 5.200 \times 0,29 \times (28,2 - 12)$$

$$Q_{sonsoğ.} = 24.429 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{sonsoğ.} = 28,41 \text{ kW}$$

### **AHU 03 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ : %80,00

$KT_1$ : -3 °C

$YT_1$ : -4 °C

$W_1$ : 2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ : %20,00

$KT_2$ : 23,00 °C

$YT_2$ : 11,20°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ : 3,50 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 33 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 7,89 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{520 \times 2,3 + 4.680 \times 3,5}{5.200}$$

$$W_3 = 3,38 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :20 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :9,80 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :29 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :6,94 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :13,6 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :3,38 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :38,5 kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_4$ :9,22 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte,

$Q_{ısıtıcı}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{pa}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Hava yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{ısıtıcı} = 5.200 \times 0,31 \times (29 - 20)$$

$$Q_{ısıtıcı} = 14.508 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{ısıtıcı} = 16,87 \text{ kW}$$

**AHU 04 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}: 6.771 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 4.600 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{dönüş}}: 2.171 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış Ortam Şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%30,00$

$KT_2: 23,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_2: 13 \text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 5,20 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 37 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 8,85 \text{ kcal/kg}$

Karışım Şartları (Ön Soğutucuya Giriş Şartları)

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ : Taze hava debisi  $\text{m}^3/\text{h}$

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{4.600 \times 17,4 + 2.171 \times 3,5}{6.771}$$

$$W_3 = 13,71 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :31,15 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :22,60 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :67 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :16,03 kcal/kg

Ön Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları)

$KT_4$ :12 °C (Kabul)

$YT_4$ :11,1 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,9 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :32 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,66 kcal/kg

Ön Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı;

$$Q_{\text{önsoğ.}} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.8)$$

Ön soğutucu batarya kapasitesi (7.8) eşitliği ile hesaplanır.

Eşitlikte,

$Q_{\text{önsoğ.}}$ :Ön soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,133 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 6.771 \times 1,133 \times (16,03 - 7,66)$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 64.210 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 74,66 \text{ kW}$$

Nem Alıcı Çıkış Şartları;

Nem alıcı cihaz kapasitesi nem alıcı seçim programı yardımıyla 5.000 m<sup>3</sup>/h olarak belirlenmiştir.

$KT_5$ :35,6 °C

$W_5$ :2,2 g/kg

Karışım Şartları (Son Soğutucu Giriş Şartları)

Karışımın mutlak nemi (7.4) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_6 = \frac{V_5 \times W_5 + V_{41} \times W_{41}}{V_6} \quad (7.4)$$

Eşitlikte;

$V_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_5$ :Nem alıcıdan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_6$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın mutlak nemi g/kg

$W_5$ :Nem alıcıdan çıkan havanın mutlak nemi g/kg

$W_6$ :Karışım havasının mutlak nemi g/kg

$$W_6 = \frac{5.000 \times 2,2 + 1.771 \times 7,9}{6.771}$$

$W_6 = 3,69$  g/kg olarak hesaplanır.

$KT_6: 29,43$  °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_6: 14$  °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6: 39,3$  kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6: 9,4$  kcal/kg

Son Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_7: 12$  °C (Kabul)

$YT_7: 6,5$  °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_7: 3,76$  g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7: 21,5$  kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7: 5,14$  kcal/kg

Son Soğutucu Batarya Kapasitesi;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için son soğutucu batarya kapasitesi (7.5) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{sonsoğ.} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_ç) \quad (7.5)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Eşitlikte,

$Q_{sonsoğ.}$ : Son soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$$C_{pa}:0,245 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\gamma_a :1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{\text{sonsoğ.}} = 6.771 \times 0,29 \times (29,43 - 12)$$

$$Q_{\text{sonsoğ.}} = 34.225 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{sonsoğ.}} = 39,80 \text{ kW}$$

#### **AHU 04 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$$RH_1: \%80,00$$

$$KT_1: -3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$YT_1: -4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$W_1: 2,3 \text{ g/kg (Psikrometrik diyagramdan)}$$

İç Ortam Şartları;

$$RH_2: \%30,00$$

$$KT_2: 23,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$YT_2: 13 \text{ } ^\circ\text{C (Psikrometrik diyagramdan)}$$

$$W_2: 5,20 \text{ g/kg (Psikrometrik diyagramdan)}$$

$$h_2: 37 \text{ kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)}$$

$$h_2: 8,85 \text{ kcal/kg}$$

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{4.600 \times 2,3 + 2.171 \times 5,2}{6.771}$$

$$W_3 = 3,23 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :5,34 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :2 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :13 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :3,11 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :13,5 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :3,23 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :38 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :9,10 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_{\zeta} - KT_g) \quad (7.7)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 6.771 \times 0,31 \times (29 - 5,34)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 49.662 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 57,75 \text{ kW}$$

**AHU 05 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}$ :12.896 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{taze}}$ :1.292 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{dönüş}}$ 11.604 m<sup>3</sup>/h

Dış ortam şartları;

$RH_1$ :%49,20

$KT_1$ :35,00 °C

$YT_1$ :26,00 °C

$W_1$ :17,40 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :81 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :19,37 kcal/kg

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%30,00

$KT_2$ :23,00°C

$YT_2$ :13,00°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :5,20 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :37 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :8,85 kcal/kg

Karışım Şartları (Ön Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği ile yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze Havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{1.292 \times 17,4 + 11.604 \times 5,2}{12.896}$$

$$W_3 = 6,42 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :24,40 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :14,60 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :41 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :9,80 kcal/kg

Ön Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :14 °C (Kabul)

$YT_4$ :10,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :6,42 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :30,9 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,39 kcal/kg

Ön Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ön soğutucu batarya kapasitesi (7.3) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{\text{önsoğ.}} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_\zeta) \quad (7.3)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{önsoğ.}}$ :Ön soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{pa}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Hava yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ :Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ :0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$  :1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,24 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{önsoğ.} = 12.896 \times 0,29 \times (24,4 - 14)$$

$$Q_{önsoğ.} = 38.894 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{önsoğ.} = 45,23 \text{ kW}$$

Nem Alıcı Çıkış Şartları;

Nem alıcı cihaz kapasitesi nem alıcı seçim programı yardımıyla 6.200 m<sup>3</sup>/h olarak seçilmiştir.

$KT_5$ :37,5 °C

$W_5$ :0,7 g/kg

Karışım Şartları (Son Soğutucu Batarya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.4) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_6 = \frac{V_5 \times W_5 + V_{41} \times W_{41}}{V_6} \quad (7.4)$$

Eşitlikte;

$V_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_5$ :Nem alıcıdan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_6$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın mutlak nemi g/kg

$W_5$ :Nem alıcıdan çıkan havanın mutlak nemi g/kg

$W_6$ :Karışım havasının mutlak nemi g/kg

$$W_6 = \frac{6.200 \times 0,7 + 6.696 \times 6,42}{12.896}$$

$W_6 = 3,67$  g/kg olarak hesaplanır.

$KT_6$ :25,30 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_6$ :12,30 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :35,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :8,50 kcal/kg

Son Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_7$ :12 °C (Kabul)

$YT_7$ :6,2 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_7$ :3,67 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :21,5 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :5,14 kcal/kg

Son Soğutucu Batarya Kapasitesi;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için son soğutucu batarya kapasitesi (7.5) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{sonsoğ.} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_ç) \quad (7.5)$$

Eşitlikte,

$Q_{sonsoğ.}$ :Son soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{sonsoğ.} = 12.896 \times 0,29 \times (25,3 - 12)$$

$$Q_{sonsoğ.} = 49.739 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{sonsoğ.} = 57,84 \text{ kW}$$

### **AHU 05 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ : %80,00

$KT_1$ : -3 °C

$YT_1$ : -4 °C

$W_1$ : 2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ : %30,00

$KT_2$ : 23,00 °C

$YT_2$ : 13,00°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ : 5,20 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 37 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 8,85 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{1.292 \times 2,3 + 11.604 \times 5,2}{12.896}$$

$$W_3 = 4,91 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :20,40 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :11,70 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :33,2 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :7,95 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :28,35 °C (Kabul)

$YT_4$ :14,8 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :4,91 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :41,80 kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_4$ :10 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_{\zeta} - KT_g) \quad (7.7)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Hava yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 12.896 \times 0,31 \times (28,35 - 20,40)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 31.782 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 36,96 \text{ kW}$$

**AHU 06 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}$ :6.436 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{taze}}$ :2.792 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{dönüş}}$ :3.644 m<sup>3</sup>/h

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%49,20

$KT_1$ :35,00 °C

$YT_1$ :26,00 °C

$W_1$ :17,40 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :81 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :19,37 kcal/kg

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%30,00

$KT_2$ :22,00 °C

$YT_2$ :12,20 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :4,90 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :35 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :8,37 kcal/kg

Karışım Şartları (Ön Soğutucuya Giriş Şartları)

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{2.792 \times 17,4 + 3.644 \times 4,9}{6.436}$$

$$W_3 = 10,32 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :27,64 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :19,10 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :55 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :13,16 kcal/kg

Ön Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları)

$KT_4$ :12 °C (Kabul)

$YT_4$ :11,1 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,9 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :32 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,66 kcal/kg

Ön Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı;

$$Q_{\text{önsoğ.}} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.8)$$

Ön soğutucu batarya kapasitesi (7.8) eşitliği ile hesaplanır.

Eşitlikte,

$Q_{\text{önsoğ.}}$ :Ön soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,154 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 6.436 \times 1,154 \times (13,16 - 7,66)$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 40.849 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 47,50 \text{ kW}$$

Nem Alıcı Çıkış Şartları;

Nem alıcı cihaz kapasitesi nem alıcı seçim programı yardımıyla 5.000 m<sup>3</sup>/h olarak belirlenmiştir.

$KT_5$ :35,2 °C

$W_5$ :1,6 g/kg

Karışım Şartları (Son Soğutucu Giriş Şartları)

Karışımın mutlak nemi (7.4) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_6 = \frac{V_5 \times W_5 + V_{41} \times W_{41}}{V_6} \quad (7.4)$$

Eşitlikte;

$V_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_5$ :Nem alıcıdan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_6$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın mutlak nemi g/kg

$W_5$ :Nem alıcıdan çıkan havanın mutlak nemi g/kg

$W_6$ :Karışım havasının mutlak nemi g/kg

$$W_6 = \frac{5.000 \times 1,6 + 1.436 \times 7,9}{6.436}$$

$W_6 = 3,01$  g/kg olarak hesaplanır.

$KT_6$ :30 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_6$ :13,6 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :38,8 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :9,28 kcal/kg

Son Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_7$ :11 °C (Kabul)

$YT_7$ :5,0 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_7$ :3,01 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :18,70 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :4,47 kcal/kg

Son Soğutucu Batarya Kapasitesi;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için son soğutucu batarya kapasitesi (7.5) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{sonsoğ.} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_ç) \quad (7.5)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Eşitlikte,

$Q_{sonsoğ.}$ :Son soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ :Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ :Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$$C_{pa}:0,245 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\gamma_a :1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{\text{sonsoğ.}} = 6.436 \times 0,29 \times (30 - 11)$$

$$Q_{\text{sonsoğ.}} = 35.462 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{sonsoğ.}} = 41,24 \text{ kW}$$

### **AHU 06 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$$RH_1:\%80,00$$

$$KT_1:-3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$YT_1:-4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$W_1:2,3 \text{ g/kg (Psikrometrik diyagramdan)}$$

İç Ortam Şartları;

$$RH_2:\%30,00$$

$$KT_2:22,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$YT_2:12,20 \text{ } ^\circ\text{C (Psikrometrik diyagramdan)}$$

$$W_2:4,90 \text{ g/kg (Psikrometrik diyagramdan)}$$

$$h_2:35 \text{ kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)}$$

$$h_2:8,37 \text{ kcal/kg}$$

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{2.792 \times 2,3 + 3.644 \times 4,9}{6.436}$$

$$W_3 = 3,77 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :11,15 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :6,1 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :21 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :5,02 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :13,8 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :3,77 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :39,2 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :9,38 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_{\zeta} - KT_g) \quad (7.7)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 6.436 \times 0,31 \times (29 - 11,15)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 35.613 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 41,41 \text{ kW}$$

**AHU 07 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}: 9.360 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 936 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{dönüş}}: 8.424 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış ortam şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%30,00$

$KT_2: 23,00^\circ\text{C}$

$YT_2: 13,00^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 5,20 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 37 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 8,85 \text{ kcal/kg}$

Karışım Şartları (Ön Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği ile yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ : Taze hava debisi  $\text{m}^3/\text{h}$

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze Havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{936 \times 17,4 + 8.424 \times 5,2}{9.360}$$

$$W_3 = 6,42 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :24,20 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :14,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :41 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :9,80 kcal/kg

Ön Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :14 °C (Kabul)

$YT_4$ :10,20 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :6,42 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :30,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,18 kcal/kg

Ön Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ön soğutucu batarya kapasitesi (7.3) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{\text{önsoğ.}} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_\zeta) \quad (7.3)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{önsoğ.}}$ :Ön soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{pa}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ :Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ :0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$  :1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,24 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{önsoğ.} = 9.360 \times 0,29 \times (24,2 - 14)$$

$$Q_{önsoğ.} = 27.686 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{önsoğ.} = 32,19 \text{ kW}$$

Nem Alıcı Çıkış Şartları;

Nem alıcı cihaz kapasitesi nem alıcı seçim programı yardımıyla 6.200 m<sup>3</sup>/h olarak seçilmiştir.

$KT_5$ :37,5 °C

$W_5$ :0,7 g/kg

Karışım Şartları (Son Soğutucu Batarya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.4) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_6 = \frac{V_5 \times W_5 + V_{41} \times W_{41}}{V_6} \quad (7.4)$$

Eşitlikte;

$V_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_5$ :Nem alıcıdan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_6$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın mutlak nemi g/kg

$W_5$ :Nem alıcıdan çıkan havanın mutlak nemi g/kg

$W_6$ :Karışım havasının mutlak nemi g/kg

$$W_6 = \frac{6.200 \times 0,7 + 3.160 \times 6,42}{9.360}$$

$W_6 = 2,63$  g/kg olarak hesaplanır.

$KT_6$ :29,57 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_6$ :13,00 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :37,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :8,85 kcal/kg

Son Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_7$ :12 °C (Kabul)

$YT_7$ :5,2 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_7$ :2,84 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :19 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :4,55 kcal/kg

Son Soğutucu Batarya Kapasitesi;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için son soğutucu batarya kapasitesi (7.5) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{sonsoğ.} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_{\phi}) \quad (7.5)$$

Eşitlikte,

$Q_{sonsoğ.}$ :Son soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{sonsoğ.} = 9.360 \times 0,29 \times (29,57 - 12)$$

$$Q_{sonsoğ.} = 47.692 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{sonsoğ.} = 55,46 \text{ kW}$$

### **AHU 07 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ : %80,00

$KT_1$ : -3 °C

$YT_1$ : -4 °C

$W_1$ : 2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ : %30,00

$KT_2$ : 23,00 °C

$YT_2$ : 13,00°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ : 5,20 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 37 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 8,85 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{936 \times 2,3 + 8.424 \times 5,2}{9.360}$$

$$W_3 = 4,91 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :20,40 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :11,60 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :33 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :7,89 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29,00 °C (Kabul)

$YT_4$ :14,9 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :4,91 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :42,00 kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_4$ :10,05 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Hava yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 9.360 \times 0,31 \times (29,00 - 20,40)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 24.953 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 29,02 \text{ kW}$$

**AHU 08 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}: 5.923 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 600 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{dönüş}}: 5.323 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış Ortam Şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%50,00$

$KT_2: 23,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_2: 16,30 \text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 8,70 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 46 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 11,01 \text{ kcal/kg}$

Karışım Şartları (Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ : Taze hava debisi  $\text{m}^3/\text{h}$

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{600 \times 17,4 + 5.323 \times 8,7}{5.923}$$

$$W_3 = 9,58 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :24,22 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :17,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :49 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :11,72 kcal/kg

Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :12°C (Kabul)

$YT_4$ :11,1 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,9 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :32 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,66 kcal/kg

Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı

Soğutucu batarya kapasitesi (7.9) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{soğ.} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.9)$$

Eşitlikte;

$Q_{soğ.}$ :Soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,168 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{soğ.} = 5.923 \times 1,168 \times (11,72 - 7,66)$$

$$Q_{soğ.} = 28.087 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{soğ.} = 32,66 \text{ kW}$$

AHU 08 Kış Kliması Hesapları;

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%80

$KT_1$ :-3°C

$YT_1$ :-4 °C

$W_1$ :2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%50,00

$KT_2$ :23,00 °C

$YT_2$ :16,30°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :8,70 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :46 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :11,01 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{600 \times 2,3 + 5.323 \times 8,7}{5.923}$$

$$W_3 = 8,05 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :20,37 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :14,5 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :13,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :3,11 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :27,96 °C (Kabul)

$YT_4$ :13,2 °C (Psikrometrik diyagramdan);

$W_4$ :3,18 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :38 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :9,10 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte;

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 5.923 \times 0,31 \times (29 - 20,37)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 15.845 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 18,43 \text{ kW}$$

**AHU 09 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}$ :13.936 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{taze}}$ :12.071 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{dönüş}}$ :1.865 m<sup>3</sup>/h

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%49,20

$KT_1$ :35,00 °C

$YT_1$ :26,00 °C

$W_1$ :17,40 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :81 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :19,37 kcal/kg

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%30,00

$KT_2$ :24,00 °C

$YT_2$ :13,70 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :5,50 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :38,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :9,21 kcal/kg

Karışım Şartları (Ön Soğutucuya Giriş Şartları)

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{12.071 \times 17,4 + 1.865 \times 5,5}{13.936}$$

$$W_3 = 15,81 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :33,53 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :24,60 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :74 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :17,70 kcal/kg

Ön Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :12,50 °C (Kabul)

$YT_4$ :11,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :8,20 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :33 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,89 kcal/kg

Ön Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı;

$$Q_{\text{önsoğ.}} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.8)$$

Ön soğutucu batarya kapasitesi (7.8) eşitliği ile hesaplanır.

Eşitlikte,

$Q_{\text{önsoğ.}}$ :Ön soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,124 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 13.936 \times 1,124 \times (17,7 - 7,89)$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 153.664 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 178,68 \text{ kW}$$

Nem Alıcı Çıkış Şartları;

Nem alıcı cihaz kapasitesi nem alıcı seçim programı yardımıyla 7.600 m<sup>3</sup>/h olarak belirlenmiştir.

KT<sub>5</sub>:35,2 °C

W<sub>5</sub>:1,50 g/kg

Karışım Şartları (Son Soğutucu Giriş Şartları)

Karışımın mutlak nemi (7.4) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_6 = \frac{V_5 \times W_5 + V_{41} \times W_{41}}{V_6} \quad (7.4)$$

Eşitlikte;

V<sub>41</sub>:Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

V<sub>5</sub>:Nem alıcıdan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

V<sub>6</sub>:Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

W<sub>41</sub>:Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın mutlak nemi g/kg

W<sub>5</sub>:Nem alıcıdan çıkan havanın mutlak nemi g/kg

W<sub>6</sub>:Karışım havasının mutlak nemi g/kg

$$W_6 = \frac{7.600 \times 1,5 + 6.336 \times 8,2}{13.936}$$

$W_6 = 4,55$  g/kg olarak hesaplanır.

$KT_6: 24,88$  °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_6: 13,00$  °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6: 36,90$  kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6: 8,83$  kcal/kg

Son Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_7: 13$  °C (Kabul)

$YT_7: 7,9$  °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_7: 4,55$  g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7: 24,90$  kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7: 5,96$  kcal/kg

Son Soğutucu Batarya Kapasitesi;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için son soğutucu batarya kapasitesi (7.5) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{sonsoğ.} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_ç) \quad (7.5)$$

Eşitlikte,

$Q_{sonsoğ.}$ : Son soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{p_a}$ : 0,245 kcal/kg °C

$$\gamma_a : 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{\text{sonsoğ.}} = 13.936 \times 0,29 \times (24,88 - 13)$$

$$Q_{\text{sonsoğ.}} = 48.012 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{sonsoğ.}} = 55,83 \text{ kW}$$

### AHU 09 Kış Kliması Hesapları

Dış Ortam Şartları;

$$RH_1: \%80,00$$

$$KT_1: -3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$YT_1: -4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$W_1: 2,3 \text{ g/kg (Psikrometrik diyagramdan)}$$

İç Ortam Şartları;

$$RH_2: \%30,00$$

$$KT_2: 24,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$YT_2: 13,70 \text{ }^\circ\text{C (Psikrometrik diyagramdan)}$$

$$W_2: 5,50 \text{ g/kg (Psikrometrik diyagramdan)}$$

$$h_2: 38,50 \text{ kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)}$$

$$h_2: 9,21 \text{ kcal/kg}$$

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$$V_1: \text{Taze hava debisi m}^3/\text{h}$$

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{12.071 \times 2,3 + 1.865 \times 5,5}{13.936}$$

$$W_3 = 2,73 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :0,61 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :-1,30 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :7 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :1,67 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :28,70 °C (Kabul)

$YT_4$ :12,9 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :2,73 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :36,90 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :8,83 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_\zeta - KT_g) \quad (7.7)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ :Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{pa}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ :Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ :0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$  :1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{ısıtıcı} = 13.936 \times 0,31 \times (28,7 - 0,61)$$

$$Q_{ısıtıcı} = 121.353 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{ısıtıcı} = 141,11 \text{ kW}$$

**AHU 10 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}: 5.040 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 3.535 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{dönüş}}: 1.505 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış Ortam Şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%50,00$

$KT_2: 23,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_2: 16,30 \text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 8,70 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 46 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 11,01 \text{ kcal/kg}$

Karışım Şartları (Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ : Taze hava debisi  $\text{m}^3/\text{h}$

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{3.535 \times 17,4 + 1.505 \times 8,7}{5.040}$$

$$W_3 = 14,80 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :31,42 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :23,30 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :69,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :16,63 kcal/kg

Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :12°C (Kabul)

$YT_4$ :11,1 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,9 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :32 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,66 kcal/kg

Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı

Soğutucu batarya kapasitesi (7.9) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{soğ.} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.9)$$

Eşitlikte;

$Q_{soğ.}$ :Soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,168 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{soğ.} = 5.040 \times 1,133 \times (16,63 - 7,66)$$

$$Q_{soğ.} = 51.213 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{soğ.} = 59,56 \text{ kW}$$

### **AHU 10 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%80

$KT_1$ :-3°C

$YT_1$ :-4 °C

$W_1$ :2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%50,00

$KT_2$ :23,00 °C

$YT_2$ :16,30°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :8,70 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :46 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :11,01 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{3.535 \times 2,3 + 1.505 \times 8,7}{5.040}$$

$$W_3 = 4,21 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :4,76 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :3,3 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :15,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :3,71 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :14,3 °C (Psikrometrik diyagramdan);

$W_4$ :4,21 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :40 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :9,57 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte;

$Q_{ısıtıcı}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{pa}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{ısıtıcı} = 5.040 \times 0,31 \times (29 - 4,76)$$

$$Q_{ısıtıcı} = 37.872 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{ısıtıcı} = 44,04 \text{ kW}$$

**AHU 11 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}: 7.812 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 5.476 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{dönüş}}: 2.336 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış Ortam Şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%50,00$

$KT_2: 24,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_2: 17,10 \text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 9,30 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 48 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 11,48 \text{ kcal/kg}$

Karışım Şartları (Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ : Taze hava debisi  $\text{m}^3/\text{h}$

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{5.476 \times 17,4 + 2.336 \times 9,3}{7.812}$$

$$W_3 = 14,98 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :31,71 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :23,40 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :69,90 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :16,72 kcal/kg

Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :12°C (Kabul)

$YT_4$ :11,00 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,90 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :32,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,66 kcal/kg

Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı

Soğutucu batarya kapasitesi (7.9) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{soğ.} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.9)$$

Eşitlikte;

$Q_{soğ.}$ :Soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,133 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{soğ.} = 7.812 \times 1,133 \times (16,72 - 7,66)$$

$$Q_{soğ.} = 80.190 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{soğ.} = 93,24 \text{ kW}$$

### **AHU 11 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%80

$KT_1$ :-3°C

$YT_1$ :-4 °C

$W_1$ :2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%50,00

$KT_2$ :24,00 °C

$YT_2$ :17,10°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :9,30 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :48,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :11,48 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{5.476 \times 2,3 + 2.336 \times 9,3}{7.812}$$

$$W_3 = 4,39 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :5,07 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :3,80 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :16,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :3,95 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :14,3 °C (Psikrometrik diyagramdan);

$W_4$ :4,39 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :40,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :9,69 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte;

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 7.812 \times 0,31 \times (29 - 5,07)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 57.951 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 67,39 \text{ kW}$$

**AHU 12 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}: 4.144 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 2.112 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{dönüş}}: 2.032 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış Ortam Şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%50,00$

$KT_2: 24,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_2: 17,10 \text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 9,30 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 48 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 11,48 \text{ kcal/kg}$

Karışım Şartları (Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ : Taze hava debisi  $\text{m}^3/\text{h}$

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{2.112 \times 17,4 + 2.032 \times 9,3}{4.144}$$

$$W_3 = 13,43 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :29,61 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :21,90 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :64,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :15,31 kcal/kg

Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :12°C (Kabul)

$YT_4$ :11,10 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,90 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :32,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,66 kcal/kg

Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı

Soğutucu batarya kapasitesi (7.9) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{soğ.} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.9)$$

Eşitlikte;

$Q_{soğ.}$ :Soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,142 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{soğ.} = 4.144 \times 1,142 \times (15,31 - 7,66)$$

$$Q_{soğ.} = 36.203 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{soğ.} = 42,10 \text{ kW}$$

### **AHU 12 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%80

$KT_1$ :-3°C

$YT_1$ :-4 °C

$W_1$ :2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%50,00

$KT_2$ :24,00 °C

$YT_2$ :17,10°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :9,30 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :48,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :11,48 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{2.112 \times 2,3 + 2.032 \times 9,3}{4.144}$$

$$W_3 = 5,73 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :10,24 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :8,00 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :25,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :5,98 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :15,70 °C (Psikrometrik diyagramdan);

$W_4$ :5,73 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :44,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :10,52 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte;

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 4.144 \times 0,31 \times (29 - 10,24)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 24.099 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 28,02 \text{ kW}$$

**AHU 13 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}: 4.352 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 4.352 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış Ortam Şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%50,00$

$KT_2: 24,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_2: 17,10 \text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 9,3 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 48 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 11,48 \text{ kcal/kg}$

Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_3: 12 \text{ }^\circ\text{C}$  (Kabul)

$YT_3: 11,1 \text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_3: 7,9 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3: 32 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3: 7,66 \text{ kcal/kg}$

Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı;

Soğutucu batarya kapasitesi (7.9) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{soğ.} = V_a \times \gamma_a \times (h_1 - h_3) \quad (7.9)$$

Eşitlikte,

$Q_{soğ.}$ : Soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_1$ : Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_3$ : Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$ : 1,115 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{soğ.} = 4.352 \times 1,115 \times (19,37 - 7,66)$$

$$Q_{soğ.} = 56.822 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{soğ.} = 66,07 \text{ kW}$$

### **AHU 13 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

RH<sub>1</sub>: %80

KT<sub>1</sub>: -3 °C

YT<sub>1</sub>: -4 °C

W<sub>1</sub>: 2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

RH<sub>2</sub>: %50,00

KT<sub>2</sub>: 24,00 °C

YT<sub>2</sub>: 17,10 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 9,3 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 48 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 11,48 \text{ kcal/kg}$

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_3: 29 \text{ }^\circ\text{C}$  (Kabul)

$YT_3: 12,50 \text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_3: 2,3 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3: 35,80 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3: 8,56 \text{ kcal/kg}$

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_ç) \quad (7.7)$$

Eşitlikte,

$Q_{ısıtıcı}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg  $^\circ\text{C}$

$V_a$ : Hava debisi  $\text{m}^3/\text{h}$

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu  $\text{kg}/\text{m}^3$

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları  $^\circ\text{C}$

$C_{p_a}: 0,245 \text{ kcal/kg }^\circ\text{C}$

$\gamma_a: 1,26 \text{ kg}/\text{m}^3$

$$C_{p_a} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{ısıtıcı} = 4.352 \times 0,31 \times (29 - (-3))$$

$$Q_{isttci} = 43.171 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{isttci} = 50,20 \text{ kW}$$

**AHU 14 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}$ :22.322 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{taze}}$ :3.000 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{dönüş}}$ :19.322 m<sup>3</sup>/h

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%49,20

$KT_1$ :35,00 °C

$YT_1$ :26,00 °C

$W_1$ :17,40 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :81 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :19,37 kcal/kg

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%55,00

$KT_2$ :24,00 °C

$YT_2$ :17,80 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :10,20 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :51 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :12,20 kcal/kg

Karışım Şartları (Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{3.000 \times 17,4 + 19.322 \times 10,20}{22.322}$$

$$W_3 = 11,17 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :25,48 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :19,00 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :54,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :13,04 kcal/kg

Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :12°C (Kabul)

$YT_4$ :11,10 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,90 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :32,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,66 kcal/kg

Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı

Soğutucu batarya kapasitesi (7.9) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{soğ.} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.9)$$

Eşitlikte;

$Q_{soğ.}$ :Soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,161 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{soğ.} = 22.322 \times 1,161 \times (13,04 - 7,66)$$

$$Q_{soğ.} = 139.427 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{soğ.} = 162,12 \text{ kW}$$

#### **AHU 14 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%80

$KT_1$ :-3°C

$YT_1$ :-4 °C

$W_1$ :2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%55,00

$KT_2$ :24,00 °C

$YT_2$ :17,80°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :10,20 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :51,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :12,20 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{3.000 \times 2,3 + 19.322 \times 10,20}{22.322}$$

$$W_3 = 9,14 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :20,37 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :15,70 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :44,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :10,53 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :18,70 °C (Psikrometrik diyagramdan);

$W_4$ :9,14 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :53,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :12,68 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte;

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 22.322 \times 0,31 \times (29 - 20,37)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 59.718 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 69,44 \text{ kW}$$

**AHU 15 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}$ :18.569 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{taze}}$ :3.000 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{dönüş}}$ :15.569 m<sup>3</sup>/h

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%49,20

$KT_1$ :35,00 °C

$YT_1$ :26,00 °C

$W_1$ :17,40 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :81 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :19,37 kcal/kg

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%55,00

$KT_2$ :24,00 °C

$YT_2$ :17,80 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :10,20 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :51 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :12,20 kcal/kg

Karışım Şartları (Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{3.000 \times 17,4 + 15.569 \times 10,20}{18.569}$$

$$W_3 = 11,36 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :25,78 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :19,25 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :55,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :13,16 kcal/kg

Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :12°C (Kabul)

$YT_4$ :11,10 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,90 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :32,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,66 kcal/kg

Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı

Soğutucu batarya kapasitesi (7.9) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{soğ.} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.9)$$

Eşitlikte;

$Q_{soğ.}$ :Soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,161 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{soğ.} = 18.569 \times 1,161 \times (13,16 - 7,66)$$

$$Q_{soğ.} = 118.572 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{soğ.} = 137,87 \text{ kW}$$

### **AHU 15 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%80

$KT_1$ :-3°C

$YT_1$ :-4 °C

$W_1$ :2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%55,00

$KT_2$ :24,00 °C

$YT_2$ :17,80°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :10,20 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :51,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :12,20 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{3.000 \times 2,3 + 15.569 \times 10,20}{18.569}$$

$$W_3 = 8,92 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :19,64 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :15,20 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :43,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :10,29 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :18,50 °C (Psikrometrik diyagramdan);

$W_4$ :8,92 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :52,90 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :12,66 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte;

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 18.569 \times 0,31 \times (29 - 19,64)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 53.879 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 62,65 \text{ kW}$$

**AHU 16 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}$ :10.871 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{taze}}$ :1.080 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{dönüş}}$ :9.791 m<sup>3</sup>/h

Dış ortam şartları;

$RH_1$ :%49,20

$KT_1$ :35,00 °C

$YT_1$ :26,00 °C

$W_1$ :17,40 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :81 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :19,37 kcal/kg

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%20,00

$KT_2$ :20,00°C

$YT_2$ :9,20°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :2,90 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :28 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :6,70 kcal/kg

Karışım Şartları (Ön Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği ile yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze Havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{1.080 \times 17,4 + 9.791 \times 2,9}{10.871}$$

$$W_3 = 4,34 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :21,49 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :11,30 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :32,80 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :7,85 kcal/kg

Ön Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :14 °C (Kabul)

$YT_4$ :8,10 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :4,34 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :25,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :5,99 kcal/kg

Ön Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ön soğutucu batarya kapasitesi (7.3) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{\text{önsoğ.}} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_\zeta) \quad (7.3)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{önsoğ.}}$ :Ön soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{pa}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ :Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ :0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$  :1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,24 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 10.871 \times 0,29 \times (21,49 - 14)$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 23.612 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 27,46 \text{ kW}$$

Nem Alıcı Çıkış Şartları;

Nem alıcı cihaz kapasitesi nem alıcı seçim programı yardımıyla 7.600 m<sup>3</sup>/h olarak seçilmiştir.

$KT_5$ :32,10 °C

$W_5$ :0,50 g/kg

Karışım Şartları (Son Soğutucu Batarya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.4) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_6 = \frac{V_5 \times W_5 + V_{41} \times W_{41}}{V_6} \quad (7.4)$$

Eşitlikte;

$V_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_5$ :Nem alıcıdan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_6$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın mutlak nemi g/kg

$W_5$ :Nem alıcıdan çıkan havanın mutlak nemi g/kg

$W_6$ :Karışım havasının mutlak nemi g/kg

$$W_6 = \frac{7.600 \times 0,5 + 3.271 \times 4,34}{10.871}$$

$W_6 = 1,66$  g/kg olarak hesaplanır.

$KT_6$ :26,65 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_6$ :10,80 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :31,60 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :7,56 kcal/kg

Son Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_7$ :10 °C (Kabul)

$YT_7$ :2,8 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_7$ :1,66 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :14,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :3,47 kcal/kg

Son Soğutucu Batarya Kapasitesi;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için son soğutucu batarya kapasitesi (7.5) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{sonsoğ.} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_{\phi}) \quad (7.5)$$

Eşitlikte,

$Q_{sonsoğ.}$ :Son soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{sonsoğ.} = 10.871 \times 0,29 \times (26,65 - 10)$$

$$Q_{sonsoğ.} = 52.490 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{sonsoğ.} = 61,04 \text{ kW}$$

### **AHU 16 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ : %80,00

$KT_1$ : -3 °C

$YT_1$ : -4 °C

$W_1$ : 2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ : %20,00

$KT_2$ : 20,00 °C

$YT_2$ : 9,20°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ : 2,90 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 28 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 6,70 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{1.080 \times 2,3 + 9.791 \times 2,9}{10.871}$$

$$W_3 = 2,84 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :17,70 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :8,10 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :25,80 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :3,72 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29,00 °C (Kabul)

$YT_4$ :13,00 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :2,84 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :37,00 kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_4$ :8,85 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Hava yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 10.871 \times 0,31 \times (29,00 - 17,70)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 38.081 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 44,28 \text{ kW}$$

**AHU 17 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}$ :9.145 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{taze}}$ :920 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{dönüş}}$ :8.225 m<sup>3</sup>/h

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%49,20

$KT_1$ :35,00 °C

$YT_1$ :26,00 °C

$W_1$ :17,40 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :81 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :19,37 kcal/kg

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%50,00

$KT_2$ :22,00 °C

$YT_2$ :15,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :8,25 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :43,80 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :10,48 kcal/kg

Karışım Şartları (Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{920 \times 17,4 + 8.225 \times 8,25}{9.145}$$

$$W_3 = 9,17 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :23,31 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :16,70 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :47,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :11,24 kcal/kg

Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :10,50°C (Kabul)

$YT_4$ :9,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,10 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :28,80 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :6,89 kcal/kg

Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı

Soğutucu batarya kapasitesi (7.9) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{soğ.} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.9)$$

Eşitlikte;

$Q_{soğ.}$ :Soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,174 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{soğ.} = 9.145 \times 1,174 \times (11,24 - 6,89)$$

$$Q_{soğ.} = 46.702 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{soğ.} = 54,31 \text{ kW}$$

### **AHU 17 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%80

$KT_1$ :-3°C

$YT_1$ :-4 °C

$W_1$ :2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%50,00

$KT_2$ :22,00 °C

$YT_2$ :15,50°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :8,25 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :43,80 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :10,47 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{920 \times 2,3 + 8.225 \times 8,25}{9.145}$$

$$W_3 = 7,65 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :19,48 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :14,00 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :39,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :9,45 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :17,40 °C (Psikrometrik diyagramdan);

$W_4$ :7,65 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :49 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :11,72 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte;

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 9.145 \times 0,31 \times (29 - 19,48)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 26.988 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 31,38 \text{ kW}$$

**AHU 18 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}$ :23.034 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{taze}}$ :9.166 m<sup>3</sup>/h

$V_{\text{dönüş}}$ :13.868 m<sup>3</sup>/h

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%49,20

$KT_1$ :35,00 °C

$YT_1$ :26,00 °C

$W_1$ :17,40 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :81 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1$ :19,37 kcal/kg

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%50,00

$KT_2$ :23,00 °C

$YT_2$ :16,30 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :8,70 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :46,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :11,01 kcal/kg

Karışım Şartları (Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{9.166 \times 17,4 + 13.868 \times 8,7}{23.034}$$

$$W_3 = 12,16 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :27,78 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :20,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :59,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :14,11 kcal/kg

Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :12,00°C (Kabul)

$YT_4$ :11,10 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,90 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :32,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,66 kcal/kg

Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı

Soğutucu batarya kapasitesi (7.9) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{soğ.} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.9)$$

Eşitlikte;

$Q_{soğ.}$ :Soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,152 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{soğ.} = 23.034 \times 1,152 \times (14,11 - 7,66)$$

$$Q_{soğ.} = 171.151 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{soğ.} = 199,01 \text{ kW}$$

### **AHU 18 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%80

$KT_1$ :-3°C

$YT_1$ :-4 °C

$W_1$ :2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%50,00

$KT_2$ :23,00 °C

$YT_2$ :16,30°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :8,70 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :46,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :11,01 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{9.166 \times 2,3 + 13.868 \times 8,7}{23.034}$$

$$W_3 = 6,15 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :12,65 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :9,70 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :28,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :6,82 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :16,10 °C (Psikrometrik diyagramdan);

$W_4$ :8,60 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :45,20 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :10,81 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte;

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 23.034 \times 0,31 \times (29 - 12,65)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 116.747 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 135,75 \text{ kW}$$

**AHU 19 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}: 12.747 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 1.275 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{dönüş}}: 11.472 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış ortam şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%20,00$

$KT_2: 20,00^\circ\text{C}$

$YT_2: 9,20^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 2,90 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 28 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 6,70 \text{ kcal/kg}$

Karışım Şartları (Ön Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği ile yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ : Taze hava debisi  $\text{m}^3/\text{h}$

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze Havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{1.275 \times 17,4 + 11.472 \times 2,9}{12.747}$$

$$W_3 = 4,35 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :21,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :11,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :33,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :7,89 kcal/kg

Ön Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :14 °C (Kabul)

$YT_4$ :8,10 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :4,35 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :25,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :5,99 kcal/kg

Ön Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ön soğutucu batarya kapasitesi (7.3) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{\text{önsoğ.}} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_\zeta) \quad (7.3)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{önsoğ.}}$ :Ön soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{pa}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ :Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ :0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$  :1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,24 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{önsoğ.} = 12.747 \times 0,29 \times (21,50 - 14)$$

$$Q_{önsoğ.} = 27.724 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{önsoğ.} = 32,24 \text{ kW}$$

Nem Alıcı Çıkış Şartları;

Nem alıcı cihaz kapasitesi nem alıcı seçim programı yardımıyla 7.600 m<sup>3</sup>/h olarak seçilmiştir.

$KT_5$ :32,80 °C

$W_5$ :0,309 g/kg

Karışım Şartları (Son Soğutucu Batarya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.4) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_6 = \frac{V_5 \times W_5 + V_{41} \times W_{41}}{V_6} \quad (7.4)$$

Eşitlikte;

$V_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_5$ :Nem alıcıdan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_6$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın mutlak nemi g/kg

$W_5$ :Nem alıcıdan çıkan havanın mutlak nemi g/kg

$W_6$ :Karışım havasının mutlak nemi g/kg

$$W_6 = \frac{7.600 \times 0,309 + 5.147 \times 4,35}{12.747}$$

$W_6 = 1,94$  g/kg olarak hesaplanır.

$KT_6$ :24,90 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_6$ :10,20 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :30,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :7,18 kcal/kg

Son Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_7$ :10 °C (Kabul)

$YT_7$ :3 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_7$ :1,94 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :15,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :3,59 kcal/kg

Son Soğutucu Batarya Kapasitesi;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için son soğutucu batarya kapasitesi (7.5) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{sonsoğ.} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_ç) \quad (7.5)$$

Eşitlikte,

$Q_{sonsoğ.}$ :Son soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$  : 1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{sonsoğ.} = 12.747 \times 0,29 \times (24,90 - 10)$$

$$Q_{sonsoğ.} = 55.079 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{sonsoğ.} = 64,05 \text{ kW}$$

### **AHU 19 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ : %80,00

$KT_1$ : -3 °C

$YT_1$ : -4 °C

$W_1$ : 2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ : %20,00

$KT_2$ : 20,00 °C

$YT_2$ : 9,20°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ : 2,90 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 28 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 6,70 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{1.275 \times 2,3 + 11.472 \times 2,9}{12.747}$$

$$W_3 = 2,84 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :17,70 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :8,10 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :25,80 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :3,72 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29,00 °C (Kabul)

$YT_4$ :13,00 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :2,84 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :37,00 kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_4$ :8,85 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_{\zeta} - KT_g) \quad (7.7)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Hava yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 12.747 \times 0,31 \times (29,00 - 17,70)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 44.652 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 51,92 \text{ kW}$$

**AHU 20 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}: 14.517 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 3.684 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{dönüş}}: 10.833 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış Ortam Şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%50,00$

$KT_2: 24,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_2: 17,10 \text{ }^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 9,30 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 48,00 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 11,48 \text{ kcal/kg}$

Karışım Şartları (Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ : Taze hava debisi  $\text{m}^3/\text{h}$

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{3.684 \times 17,4 + 10.833 \times 9,30}{14.517}$$

$$W_3 = 11,36 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :26,79 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :19,50 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :56,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :13,40 kcal/kg

Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :12,00°C (Kabul)

$YT_4$ :11,10 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :7,90 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :32,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :7,66 kcal/kg

Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı

Soğutucu batarya kapasitesi (7.9) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{soğ.} = V_a \times \gamma_a \times (h_3 - h_4) \quad (7.9)$$

Eşitlikte;

$Q_{soğ.}$ :Soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$h_3$ :Bataryaya giren havanın entalpisi kcal/kg

$h_4$ :Bataryadan çıkan havanın entalpisi kcal/kg

$\gamma_a$  :1,157 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagramdan)

$$Q_{soğ.} = 14.517 \times 1,157 \times (13,40 - 7,66)$$

$$Q_{soğ.} = 96.410 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{soğ.} = 112,10 \text{ kW}$$

### **AHU 20 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ :%80

$KT_1$ :-3°C

$YT_1$ :-4 °C

$W_1$ :2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ :%50,00

$KT_2$ :24,00 °C

$YT_2$ :17,10°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ :9,30 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :48,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ :11,48 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{3.684 \times 2,3 + 10.833 \times 9,3}{14.517}$$

$$W_3 = 7,52 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :17,15 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :12,95 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :36,80 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :8,8 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29 °C (Kabul)

$YT_4$ :17,40 °C (Psikrometrik diyagramdan);

$W_4$ :7,52 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :49,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :11,72 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte;

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 14.517 \times 0,31 \times (29 - 17,15)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 53.328 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 62,01 \text{ kW}$$

**AHU 21 Yaz Kliması Hesapları**

$V_{\text{toplam}}: 9.360 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{taze}}: 1.346 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{\text{dönüş}}: 8.014 \text{ m}^3/\text{h}$

Dış ortam şartları;

$RH_1: \%49,20$

$KT_1: 35,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$YT_1: 26,00 \text{ }^\circ\text{C}$

$W_1: 17,40 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 81 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_1: 19,37 \text{ kcal/kg}$

İç Ortam Şartları;

$RH_2: \%20,00$

$KT_2: 19,00^\circ\text{C}$

$YT_2: 8,60^\circ\text{C}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2: 2,75 \text{ g/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 26,5 \text{ kJ/kg}$  (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2: 6,34 \text{ kcal/kg}$

Karışım Şartları (Ön Soğutucuya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.2) eşitliği ile yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.2)$$

Eşitlikte;

$V_1$ : Taze hava debisi  $\text{m}^3/\text{h}$

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze Havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{1.346 \times 17,4 + 8.014 \times 2,75}{9.360}$$

$$W_3 = 4,86 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :21,30 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :11,90 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :34,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :8,13 kcal/kg

Ön Soğutucu Çıkış Şartları (Nem Alıcı Giriş Şartları);

$KT_4$ :14 °C (Kabul)

$YT_4$ :8,70 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :4,86 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :26,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :6,34 kcal/kg

Ön Soğutucu Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ön soğutucu batarya kapasitesi (7.3) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{\text{önsoğ.}} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_\zeta) \quad (7.3)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{önsoğ.}}$ :Ön soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{pa}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$  :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ :Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ :0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$  :1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,24 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 9.360 \times 0,29 \times (21,30 - 14)$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 19.815 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{önsöğ.}} = 23,04 \text{ kW}$$

Nem Alıcı Çıkış Şartları;

Nem alıcı cihaz kapasitesi nem alıcı seçim programı yardımıyla 7.600 m<sup>3</sup>/h olarak seçilmiştir.

$KT_5$ :33,40 °C

$W_5$ :0,5 g/kg

Karışım Şartları (Son Soğutucu Batarya Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.4) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_6 = \frac{V_5 \times W_5 + V_{41} \times W_{41}}{V_6} \quad (7.4)$$

Eşitlikte;

$V_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_5$ :Nem alıcıdan geçen havanın debisi m<sup>3</sup>/h

$V_6$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_{41}$ :Nem alıcıya girmeden doğrudan geçen havanın mutlak nemi g/kg

$W_5$ :Nem alıcıdan çıkan havanın mutlak nemi g/kg

$W_6$ :Karışım havasının mutlak nemi g/kg

$$W_6 = \frac{7.600 \times 0,5 + 1.760 \times 4,86}{9.360}$$

$W_6 = 1,32$  g/kg olarak hesaplanır.

$KT_6$ :29,75 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_6$ :11,80 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :34,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_6$ :8,13 kcal/kg

Son Soğutucu Çıkış Şartları;

$KT_7$ :10 °C (Kabul)

$YT_7$ :2,2 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_7$ :1,32 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :13,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_7$ :3,23 kcal/kg

Son Soğutucu Batarya Kapasitesi;

Havanın soğutulması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için son soğutucu batarya kapasitesi (7.5) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{sonsoğ.} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_ç) \quad (7.5)$$

Eşitlikte,

$Q_{sonsoğ.}$ :Son soğutucu batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{p_a}$ :Havanın özgül ısısı kcal/kg °C

$V_a$ :Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ :Havanın yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{pa}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{pa} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,2 = 0,29$$

$$Q_{sonsoğ.} = 9.360 \times 0,29 \times (29,75 - 10)$$

$$Q_{sonsoğ.} = 53.609 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{sonsoğ.} = 62,34 \text{ kW}$$

### **AHU 21 Kış Kliması Hesapları**

Dış Ortam Şartları;

$RH_1$ : %80,00

$KT_1$ : -3 °C

$YT_1$ : -4 °C

$W_1$ : 2,3 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

İç Ortam Şartları;

$RH_2$ : %20,00

$KT_2$ : 19,00 °C

$YT_2$ : 8,60°C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_2$ : 2,75 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 26,50 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_2$ : 6,34 kcal/kg

Karışım Şartları (Isıtıcı Giriş Şartları);

Karışımın mutlak nemi (7.6) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$W_3 = \frac{V_1 \times W_1 + V_2 \times W_2}{V_3} \quad (7.6)$$

$V_1$ :Taze hava debisi m<sup>3</sup>/h

$V_2$ :Dönüş havası debisi m<sup>3</sup>/h

$V_3$ :Karışımın toplam debisi m<sup>3</sup>/h

$W_1$ :Taze havanın mutlak nemi g/kg

$W_2$ :Dönüş havası mutlak nemi g/kg

$W_3$ :Karışımın mutlak nemi g/kg

$$W_3 = \frac{1.346 \times 2,3 + 8.014 \times 2,75}{9.360}$$

$$W_3 = 2,69 \text{ g/kg}$$

$KT_3$ :15,84 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$YT_3$ :7,00 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :23,00 kJ/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_3$ :5,51 kcal/kg

Isıtıcı Çıkış Şartları;

$KT_4$ :29,00 °C (Kabul)

$YT_4$ :12,80 °C (Psikrometrik diyagramdan)

$W_4$ :2,69 g/kg (Psikrometrik diyagramdan)

$h_4$ :36,50 kJ/kg (Psikrometrik Diyagramdan)

$h_4$ :8,73 kcal/kg

Isıtıcı Batarya Kapasite Hesabı;

Havanın ısıtılması prosesi sabit özgül nemde gerçekleştiği için ısıtıcı batarya kapasitesi (7.7) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ısıtıcı} = V_a \times C_{p_a} \times \gamma_a \times (KT_g - KT_s) \quad (7.7)$$

Eşitlikte,

$Q_{\text{ısıtıcı}}$ : Isıtıcı batarya kapasitesi kcal/h veya kW

$C_{\text{pa}}$ : Havanın özgül ısı kcal/kg °C

$V_a$ : Hava debisi m<sup>3</sup>/h

$\gamma_a$ : Hava yoğunluğu kg/m<sup>3</sup>

$KT_g/KT_ç$ : Bataryaya giren ve çıkan havanın kuru termometre sıcaklıkları °C

$C_{\text{pa}}$ : 0,245 kcal/kg °C

$\gamma_a$ : 1,26 kg/m<sup>3</sup>

$$C_{\text{pa}} \times \gamma_a = 0,245 \times 1,26 = 0,31$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 9.360 \times 0,31 \times (29,00 - 15,84)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 38.185 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 44,40 \text{ kW}$$

### Ek 5 Klima Santralleri Fan Basınç Kayıpları

<b>AHU 02 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+300	500+300	800
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	29	29	29
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	69	69	69
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	54	54	54
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	-	-	-
TOPLAM BASINÇ KAYBI	772	1.497	1.327
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		5.200	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.440	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.490	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		4,0	
<b>AHU 02 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	425	900	680
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		5.200	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		700	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		830	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		2,2	

<b>AHU 03 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+300	500+300	800
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	29	29	29
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	69	69	69
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	54	54	54
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	-	-	-
TOPLAM BASINÇ KAYBI	772	1.497	1.327
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		5.200	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.440	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.490	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		4,0	
<b>AHU 03 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	425	900	680
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		5.200	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		700	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		830	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		2,2	

<b>AHU 04-R ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+250	500+250	750
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	36	36	36
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	114	114	114
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	72	72	72
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI			
TOPLAM BASINÇ KAYBI	791	1.516	1.346
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		6.771	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.334	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.419	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		4,0	
<b>AHU 04 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	425	900	680
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		6.771	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		693	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		730	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		3,0	

<b>AHU 05 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+300	500+300	800
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	51	51	51
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	83	83	83
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	125	125	125
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	-	-	-
TOPLAM BASINÇ KAYBI	879	1.604	1.434
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		12.896	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.469	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.548	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		11,0	
<b>AHU 05 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	425	900	680
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		12.896	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		751	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		830	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		5,5	

<b>AHU 06 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+300	500+300	800
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	16	16	16
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	108	108	108
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	83	83	83
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI			-
TOPLAM BASINÇ KAYBI	827	1.552	1.382
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		6.436	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.385	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.433	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		4,0	
<b>AHU 06 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	425	900	680
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		6.436	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		782	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		830	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		2,2	

<b>AHU 07 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+300	500+300	800
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	51	51	51
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	75	75	75
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	73	73	73
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI			
<b>TOPLAM BASINÇ KAYBI</b>	<b>818</b>	<b>1.543</b>	<b>1.373</b>
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		9.360	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.528	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.569	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		7,5	
<b>AHU 07 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
<b>TOPLAM BASINÇ KAYBI</b>	<b>425</b>	<b>900</b>	<b>680</b>
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		9.360	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		774	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		815	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		3,0	

<b>AHU 08 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	250	250	250
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	67	67	67
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	37	37	37
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	0	0	0
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	200
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	200	750	500
TOPLAM BASINÇ KAYBI	1.198	2.548	1.808
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		5.464,0	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.921	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.986	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		5,5	
<b>AHU 08 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI			
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI			
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI			
TOPLAM BASINÇ KAYBI			
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)			

<b>AHU 09-R ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+300	500+300	800
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	56	56	56
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	285	285	285
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	120	120	120
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI			
TOPLAM BASINÇ KAYBI	1.081	1.806	1.636
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		13.936	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.661	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.719	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		11,0	
<b>AHU 09 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	425	900	680
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		13.936	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		772	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		830	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		5,5	

<b>AHU 10-R ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+300	500+300	800
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	32	32	32
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	46	46	46
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	97	97	97
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	81	81	81
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI			
TOPLAM BASINÇ KAYBI	826	1.551	1.381
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		5.040	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.549	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.596	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		4,0	
<b>AHU 10 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	425	900	680
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		5.040	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.124	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.200	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		3,0	

<b>AHU 11-R ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	181	181	181
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	38	38	38
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	0	0	0
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	200	750	500
TOPLAM BASINÇ KAYBI	939	1.814	1.394
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		7.812	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.595	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.639	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		7,5	
<b>AHU 11 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	250	250	250
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	375	850	630
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		7.812	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		760	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		830	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		3,0	

<b>AHU 12 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	250	250	250
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	46	46	46
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	45	45	45
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	0	0	0
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	200
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	200	750	500
TOPLAM BASINÇ KAYBI	1.186	2.536	1.796
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		4.144	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		2.180	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		2.200	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		7,5	
<b>AHU 12 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI			
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI			
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI			
TOPLAM BASINÇ KAYBI			
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)			

<b>AHU 13 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI	350	350	350
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	200	200	200
KARIŞIM HÜCRE Sİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
İSİTİCİ BATARYA BASINÇ KAYBI	43	43	43
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	0	0	0
FAN HÜCRE Sİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	200
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	-	-	-
TOPLAM BASINÇ KAYBI	813	1.288	968
SEÇİLEN FAN DEBİ Sİ (m <sup>3</sup> /h)		4.352	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.045	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.102	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		2,2	
<b>AHU 13 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI			
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI			
TOPLAM BASINÇ KAYBI			
SEÇİLEN FAN DEBİ Sİ (m <sup>3</sup> /h)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)			

<b>AHU 14 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	250	250	250
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	198	198	198
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	23	23	23
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	0	0	0
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	200
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	-	-	-
TOPLAM BASINÇ KAYBI	991	1.466	1.146
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		22.322	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.158	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.251	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		15,0	
<b>AHU 14 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI			
TOPLAM BASINÇ KAYBI			
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)			

<b>AHU 15 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	250	250	250
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	204	204	204
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	22	22	22
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	0	0	0
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	200
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	-	-	-
TOPLAM BASINÇ KAYBI	996	1.471	1.151
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		18.569	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.148	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.252	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		11,0	
<b>AHU 15 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI			
TOPLAM BASINÇ KAYBI			
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)			
SEÇİLEN FANIN TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)			

<b>AHU 16-R1 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+300	500+300	800
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	34	34	34
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	58	58	58
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	85	85	85
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	-	-	-
TOPLAM BASINÇ KAYBI	796	1.521	1.351
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		10.871	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.844	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.900	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		11,0	
<b>AHU 16 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	425	900	680
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		10.871	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.015	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.100	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		4,0	

<b>AHU 18 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	250	250	250
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	165	165	165
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	44	44	44
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	0	0	0
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	200
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	0	0	0
TOPLAM BASINÇ KAYBI	1.103	1.903	1.413
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		23.034	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.566	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.665	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		15,0	
<b>AHU 18 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI			
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI			
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI			
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)			

<b>AHU 19 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+300	500+300	800
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	35	35	35
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	75	75	75
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	111	111	111
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	0	0	0
TOPLAM BASINÇ KAYBI	842	1.567	1.397
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		12.747	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.818	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.895	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		11,0	
<b>AHU 19 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	425	900	680
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		12.747	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		873	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		950	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		5,5	

<b>AHU 20 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	250	250	250
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	154	154	154
KARIŞIM HÜCRETİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	36	36	36
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	0	0	0
FAN HÜCRETİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	150	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	200
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	200	750	500
TOPLAM BASINÇ KAYBI	1.285	2.635	1.895
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		14.517,0	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.922	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.985	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		15	
<b>AHU 20 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI			
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI			
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI			
TOPLAM BASINÇ KAYBI			
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)			
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)			

<b>AHU 21 ÜFLEME FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
ÜFLEME KANALI BASINÇ KAYBI (TERMİNAL HEPA DAHİL)	100+300	500+300	800
KARIŞIM HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	50	50	50
ISITICI BATARYA BASINÇ KAYBI	41	41	41
ÖN SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	84	84	84
SON SOĞUTUCU BATARYA BASINÇ KAYBI	147	147	147
FAN HÜCRESİ BASINÇ KAYBI	45	45	45
TORBA FİLTRE (F9) BASINÇ KAYBI	125	450	280
SANTRAL İÇİ HEPA FİLTRE (H13) BASINÇ KAYBI	0	0	0
TOPLAM BASINÇ KAYBI	892	1.617	1.447
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		9.360	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		1.509	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.550	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		7,5	
<b>AHU 21 EMİŞ FANI BASINÇ KAYBI TABLOSU</b>			
	TEMİZ (Pa)	KİRLİ (Pa)	SEÇİLEN
EMİŞ KANALI BASINÇ KAYBI	300	300	300
ÖN FİLTRE (G3) BASINÇ KAYBI	50	180	80
TORBA FİLTRE (F7) BASINÇ KAYBI	75	450	300
TOPLAM BASINÇ KAYBI	425	930	680
SEÇİLEN FAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /h)		10.296	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM STATİK BASINÇ KAYBI (Pa)		959	
SEÇİLEN FANIN MAKSİMUM TOPLAM BASINÇ KAYBI (Pa)		1.000	
SEÇİLEN FANIN MOTOR GÜCÜ (Kw)		4,0	

## Ek 6 Nem Alıcı Seçim Çıktıları



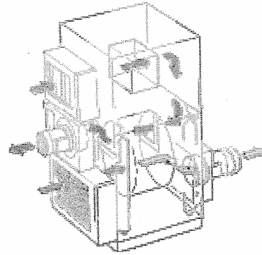
Date: 26.07.2006

### Calculation of dehumidifier performance

Program: DryCap.CAP 2006.11

**Customer:**  
**Project:** SOLID AHU-01  
**Proj No:**  
**Sign:**

Data:	Property	Value
	Unit size	MX 5000
	D/H capacity kg/h	27,27
	Process air in Tdb °C	14,0
	Process air in X g/kg	4,9
	Process air in RH %	49,6
	Dry air out Tdb °C	34,0
	Dry air out X g/kg	<0,5 *
	Dry air out RH %	1,0
	Dry air out Tdp °C	<-22
	Process air flow m3/h	5000
	Available stat pressure Pa	300
	Reactivation heater kW	53,10
	Total installed power kW	59,30
	Reactivation air flow m3/h	1670
	Available stat pressure Pa	300
	* Contact Munters	





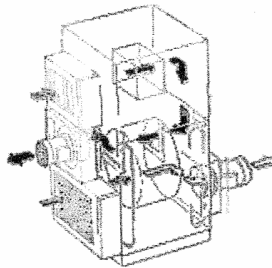
Date: 25.01.2006

## Calculation of dehumidifier performance

Program: DryCap.CAP 2005

**Customer:**  
**Project:** AHU-02 REVIZE 11  
**Proj No:**  
**Sign:**

<b>Data:</b>	<u>Property</u>	<u>Value</u>
	Unit size	MX 3700
	D/H capacity kg/h	20,44
	Process air in Tdb °C	14,0
	Process air in X g/kg	4,9
	Process air in RH %	49,7
	Dry air out Tdb °C	34,9
	Dry air out X g/kg	<0,5 *
	Dry air out RH %	0,8
	Dry air out Tdp °C	<-22
	Process air flow m3/h	3700
	Available stat pressure Pa	300
	Reactivation heater kW	37,80
	Total installed power kW	41,50
	Reactivation air flow m3/h	1230
	Available stat pressure Pa	300
	* Contact Munters	



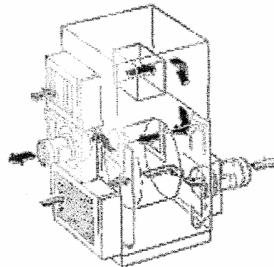


## Calculation of dehumidifier performance

Program DryCap.CAP 2005

**Customer:**  
**Project:** AHU-03 REVIZE 11  
**Proj No:**  
**Sign:**

<u>Data:</u>	<u>Property</u>	<u>Value</u>
	Unit size	MX 3700
	D/H capacity kg/h	20,44
	Process air in Tdb °C	14,0
	Process air in X g/kg	4,9
	Process air in RH %	49,7
	Dry air out Tdb °C	34,9
	Dry air out X g/kg	<0,5 *
	Dry air out RH %	0,8
	Dry air out Tdp °C	<-22
	Process air flow m3/h	3700
	Available stat pressure Pa	300
	Reactivation heater kW	37,80
	Total installed power kW	41,50
	Reactivation air flow m3/h	1230
	Available stat pressure Pa	300
	* Contact Munters	





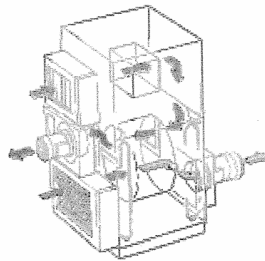
Date: 07.08.2006

## Calculation of dehumidifier performance

Program: DryCap.CAP 2006.11

Customer:  
 Project: AHU-4  
 Proj No:  
 Sign:

Data:	Property	Value
	Unit size	MX 5000
	D/H capacity kg/h	38,89
	Process air in Tdb °C	12,0
	Process air in X g/kg	8,7
	Process air in RH %	100,0
	Dry air out Tdb °C	35,6
	Dry air out X g/kg	2,2
	Dry air out RH %	6,2
	Dry air out Tdp °C	-6,3
	Process air flow m3/h	5000
	Available stat pressure Pa	300
	Reactivation heater kW	53,10
	Total installed power kW	59,30
	Reactivation air flow m3/h	1670
	Available stat pressure Pa	300





Date: 11.10.2006

## Calculation of dehumidifier performance

Program: DryCap.CAP 2006.1

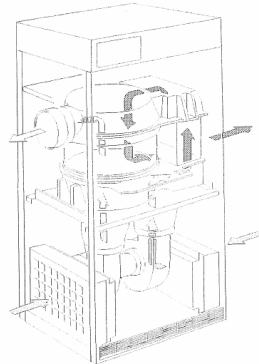
**Customer:** AHU-5

**Project:**

**Proj No:**

**Sign:**

<u>Data:</u>	<u>Property</u>	<u>Value</u>
	Unit size	MX 6200
	D/H capacity kg/h	42,70
	Process air in Tdb °C	14,0
	Process air in X g/kg	6,4
	Process air in RH %	65,0
	Dry air out Tdb °C	37,5
	Dry air out X g/kg	0,7
	Dry air out RH %	1,7
	Dry air out Tdp °C	-19,3
	Process air flow m3/h	6200
	Available stat pressure Pa	300
	Reactivation heater kW	67,50
	Total installed power kW	73,70
	Reactivation air flow m3/h	2070
	Available stat pressure Pa	300





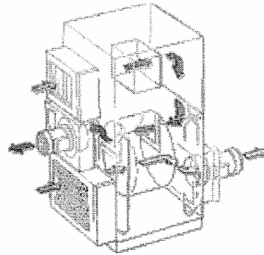
Date: 31.08.2006

## Calculation of dehumidifier performance

Program: DryCap.CAP 2006.1

Customer: AHU-6  
 Project:  
 Proj No:  
 Sign:

Data:	Property	Value
	Unit size	MX 5000
	D/H capacity kg/h	37,16
	Process air in Tdb °C	12,0
	Process air in X g/kg	7,8
	Process air in RH %	89,8
	Dry air out Tdb °C	35,2
	Dry air out X g/kg	1,6
	Dry air out RH %	4,6
	Dry air out Tdp °C	-9,9
	Process air flow m3/h	5000
	Available stat pressure Pa	300
	Reactivation heater kW	53,10
	Total installed power kW	59,30
	Reactivation air flow m3/h	1670
	Available stat pressure Pa	300





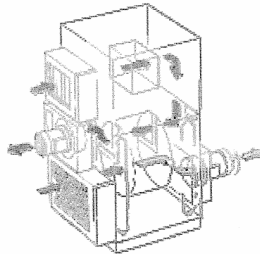
Date: 07.08.2006

## Calculation of dehumidifier performance

Program: DryCap.CAP 2006.1

Customer:  
 Project: AHU-7  
 Proj No:  
 Sign:

Data:	Property	Value
	Unit size	MX 6200
	D/H capacity kg/h	42,62
	Process air in Tdb °C	14,0
	Process air in X g/kg	6,4
	Process air in RH %	64,8
	Dry air out Tdb °C	37,5
	Dry air out X g/kg	0,7
	Dry air out RH %	1,7
	Dry air out Tdp °C	-19,4
	Process air flow m <sup>3</sup> /h	6200
	Available stat pressure Pa	300
	Reactivation heater kW	67,50
	Total installed power kW	73,70
	Reactivation air flow m <sup>3</sup> /h	2070
	Available stat pressure Pa	300





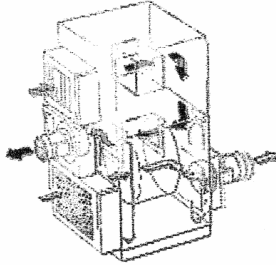
Date: 26.01.2006

## Calculation of dehumidifier performance

Program: DryCap.CAP 2005

**Customer:**  
**Project:** SOLID AHU-09 REVIZE 11  
**Proj No:**  
**Sign:**

<u>Data:</u>	<u>Property</u>	<u>Value</u>
	Unit size	MX 7600
	D/H capacity kg/h	57,82
	Process air in Tdb °C	12
	Process air in X g/kg	7,8
	Process air in RH %	90
	Dry air out Tdb °C	35,2
	Dry air out X g/kg	1,5
	Dry air out RH %	4,2
	Dry air out Tdp °C	-10,9
	Process air flow m3/h	7600
	Available stat pressure Pa	300
	Reactivation heater kW	82,90
	Total installed power kW	91,40
	Reactivation air flow m3/h	2530
	Available stat pressure Pa	300





Date: 07.08.2006

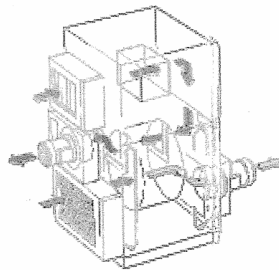
## Calculation of dehumidifier performance

Program: DryCap.CAP 2006.1

Customer:  
 Project: AHU-16  
 Proj No:  
 Sign:

Data:	Property	Value
	Unit size	MX 7600
	D/H capacity kg/h	37,02
	Process air in Tdb °C	14,0
	Process air in X g/kg	4,3
	Process air in RH %	44,1
	Dry air out Tdb °C	32,1
	Dry air out X g/kg	<0,5 *
	Dry air out RH %	1,0
	Dry air out Tdp °C	<-22
	Process air flow m <sup>3</sup> /h	7600
	Available stat pressure Pa	300
	Reactivation heater kW	82,90
	Total installed power kW	91,40
	Reactivation air flow m <sup>3</sup> /h	2530
	Available stat pressure Pa	300

\* Contact Munters



Viking 5 - MX7600  
File Calculation Constants View Window Help

Model: MX7600  
Desiccant: SIGel  
Rotor velocity: 7.60 rpm  
Depth: 400 mm

Process

Size	273.0 Deg
Temp	14.0 °C
Moist	4.3 g/kg
RH	44.0 %
V flow	7600 m <sup>3</sup> /h
M flow	4.04 kg/m <sup>3</sup> s

Reactivation

Size	87.0 Deg
Temp	127.2 °C
Moist	150 g/kg
RH	1.0 %
V flow	2531 m <sup>3</sup> /h
M flow	4.22 kg/m <sup>3</sup> s

Power

Power	82.80 kw
-------	----------

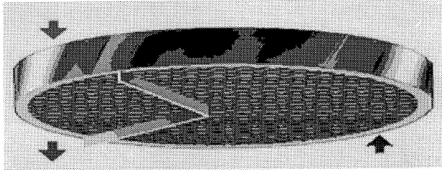
Reactivation

Temp	30.0 °C
Moist	15.0 g/kg
RH	56.2 %
V flow	2531 m <sup>3</sup> /h

Efficiency: 2.276 kWh/kgH2O

Air pressure: 1.013 bar  
Density of air: 1.20 kg/m<sup>3</sup>

Temp: 328 °C  
Moist: 0.309 g/kg  
RH: 1.0 %  
dP: 516 Pa



Compute

For Help, press F1

start  
New Menu...  
Viking 5 - MX7600  
Microsoft PowerPoint  
Export Distribu...  
glassgundirelt...  
NUM  
09:14



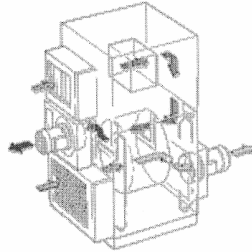
Date: 31.10.2006

## Calculation of dehumidifier performance

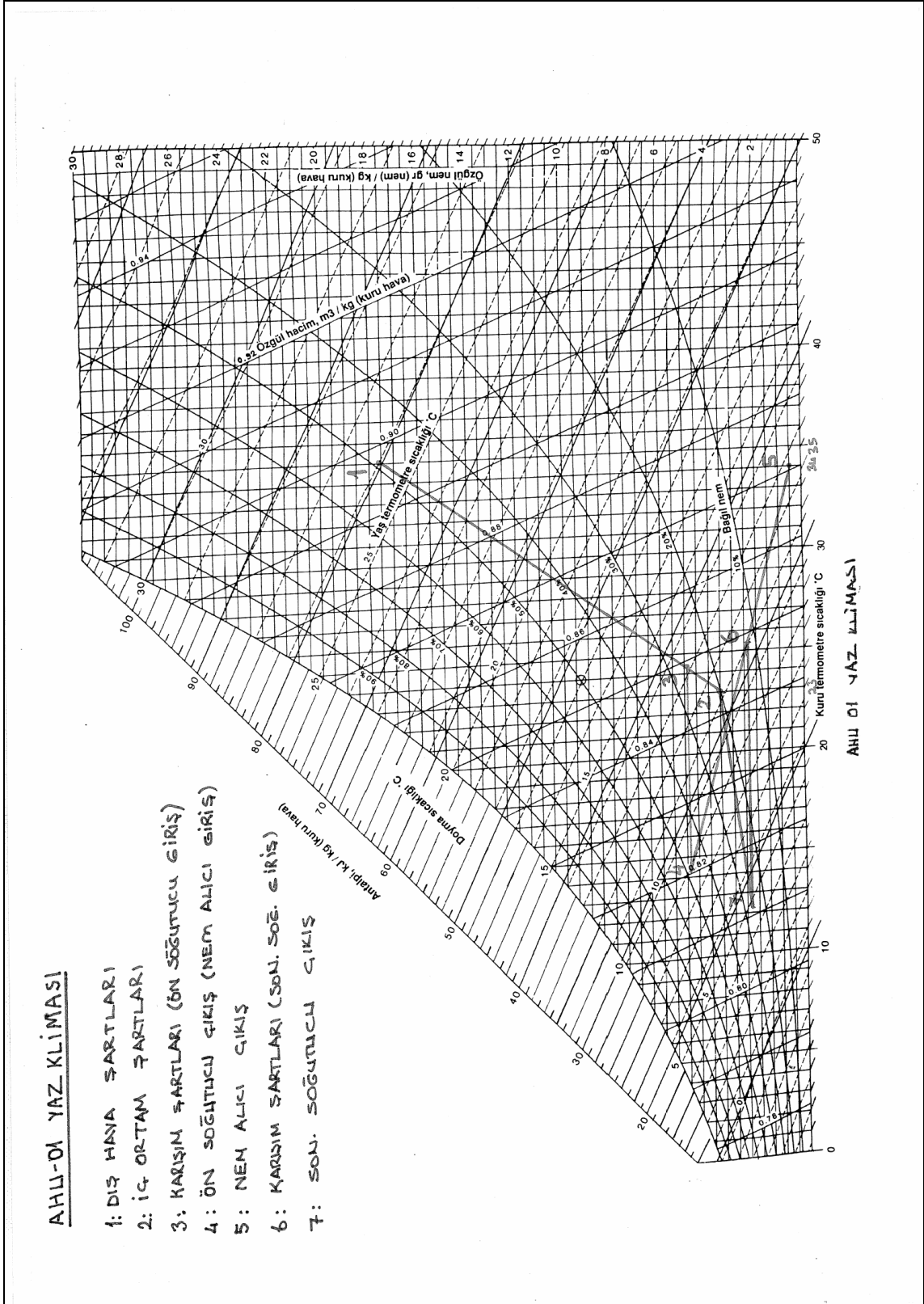
Program: DryCap.CAP 2006.1

**Customer:**  
**Project:** AHU 21 / R2  
**Proj No:**  
**Sign:**

<b>Data:</b>	<u>Property</u>	<u>Value</u>
	Unit size	MX 7600
	D/H capacity kg/h	41,06
	Process air in Tdb °C	14,0
	Process air in X g/kg	4,9
	Process air in RH %	49,4
	Dry air out Tdb °C	33,4
	Dry air out X g/kg	<0,5 *
	Dry air out RH %	1,1
	Dry air out Tdp °C	<-22
	Process air flow m3/h	7600
	Available stat pressure Pa	300
	Reactivation heater kW	82,90
	Total installed power kW	91,40
	Reactivation air flow m3/h	2530
	Available stat pressure Pa	300
	* Contact Munters	

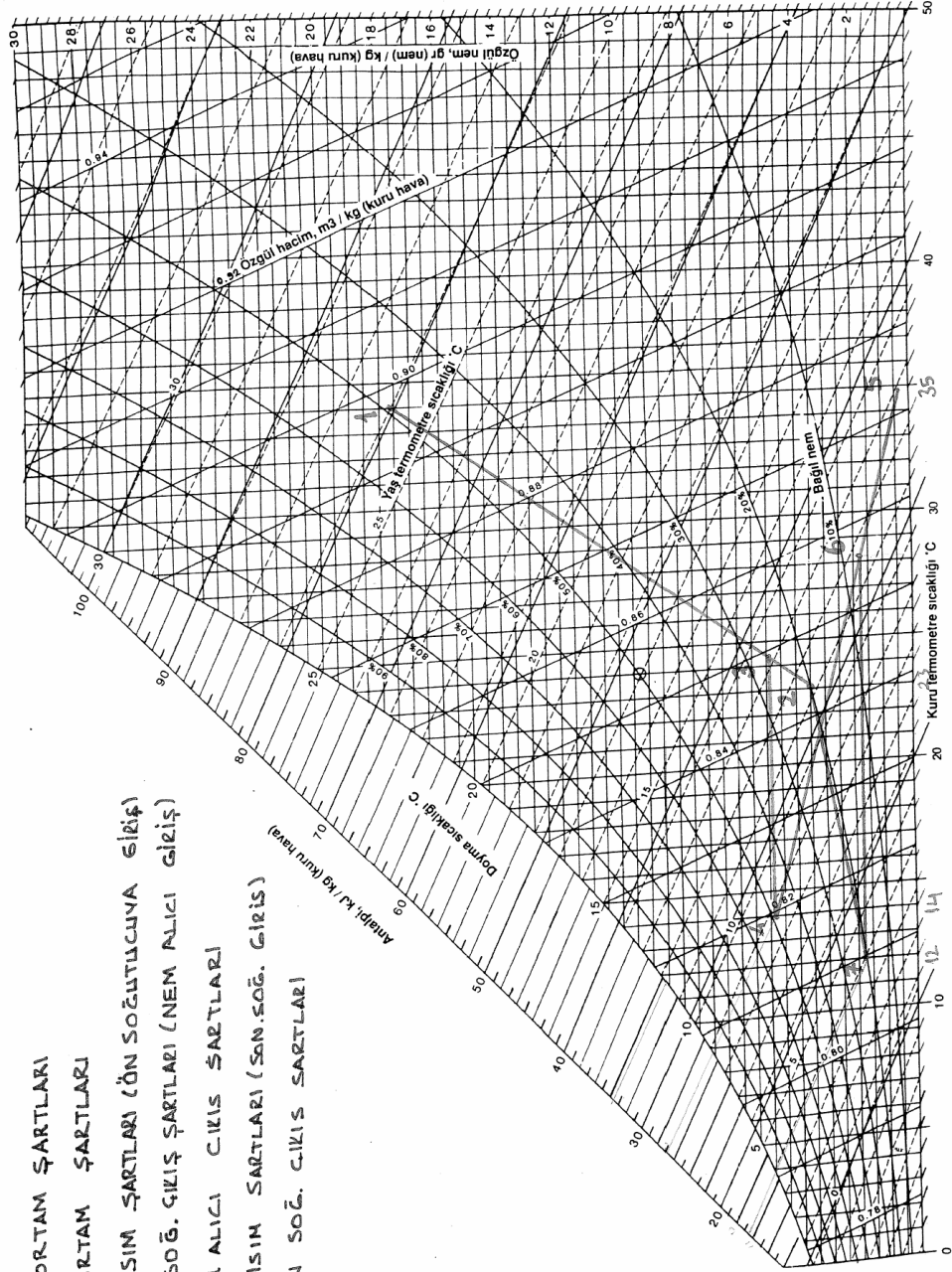


## Ek 7 Psikrometrik Diyagramlar



### AHU-02 YAZ KLİMASI

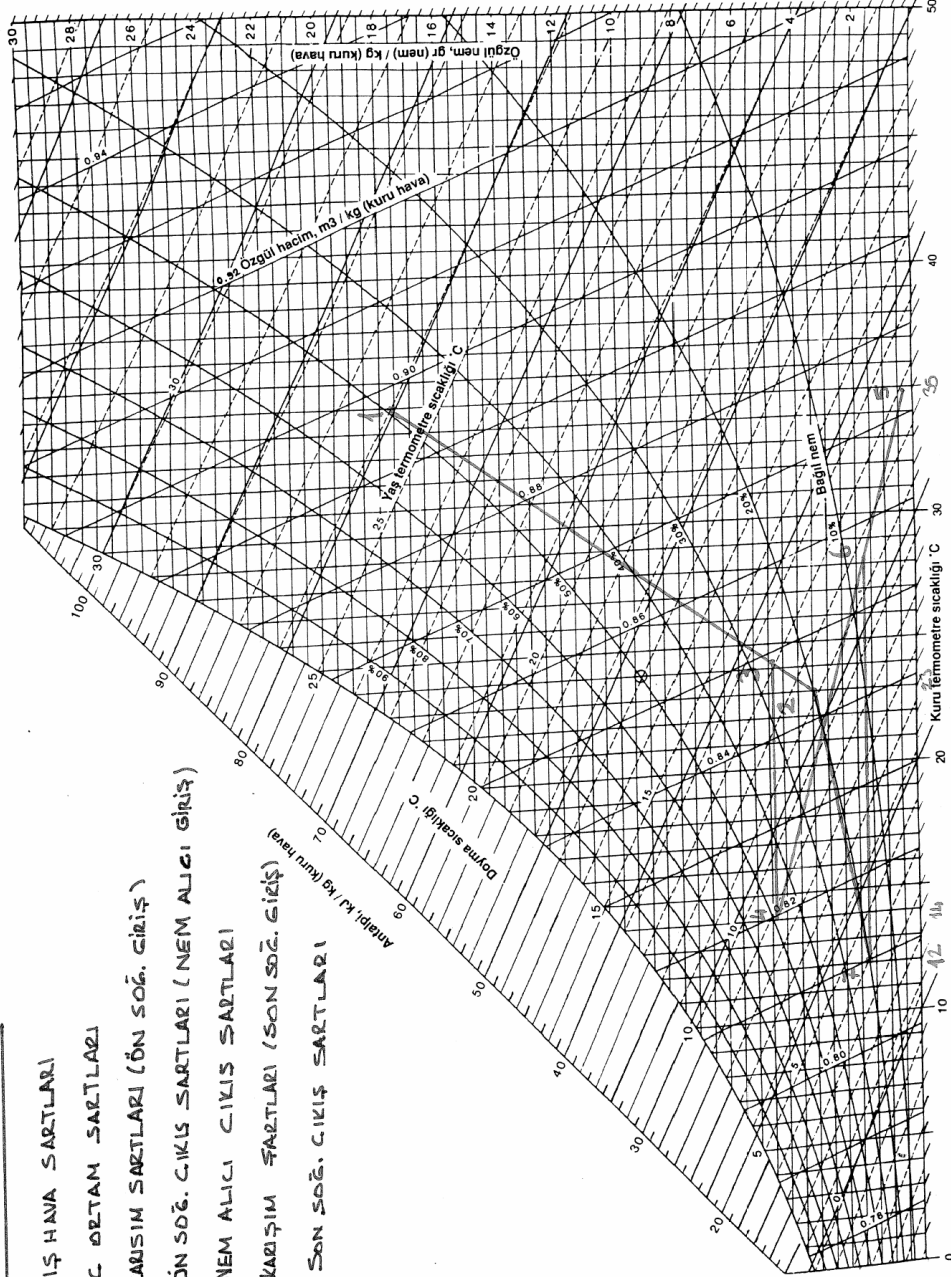
- 1) DIŞ ORTAM ŞARTLARI
- 2) İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3) KARIŞIM ŞARTLARI (ÖN SOĞUTULUCUNA GİRİŞ)
- 4) ÖN SOĞ. ÇIKIŞ ŞARTLARI (NEM ALICI GİRİŞ)
- 5) NEM ALICI ÇIKIŞ ŞARTLARI
- 6) KARIŞIM ŞARTLARI (SON SOĞ. GİRİŞ)
- 7) SON SOĞ. ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHU 02 YAZ KLİMASI

### AHU-03 YAZ KLİMASI

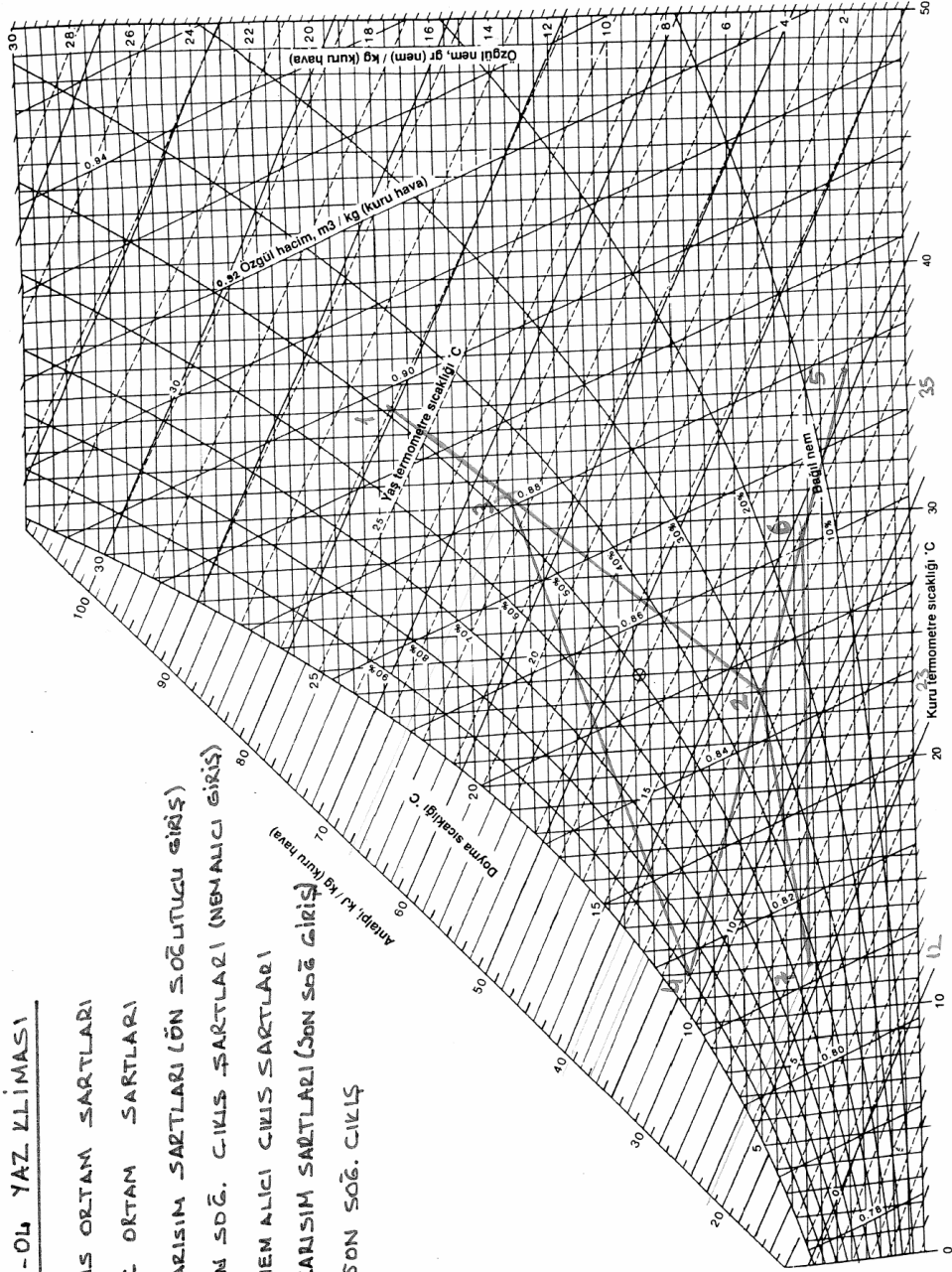
- 1: DIŞ HAVA SARTLARI
- 2: İC DÖRTAN SARTLARI
- 3: KARISIM SARTLARI (ÖN SOĞ. GİRİŞ)
- 4: ÖN SOĞ. ÇIKIŞ SARTLARI (NEM ALICI GİRİŞ)
- 5: NEM ALICI ÇIKIŞ SARTLARI
- 6: KARIŞIM SARTLARI (SON SOĞ. GİRİŞ)
- 7: SON SOĞ. ÇIKIŞ SARTLARI



AHU-03 YAZ KLİMASI

### AHU-04 YAZ KLİMASI

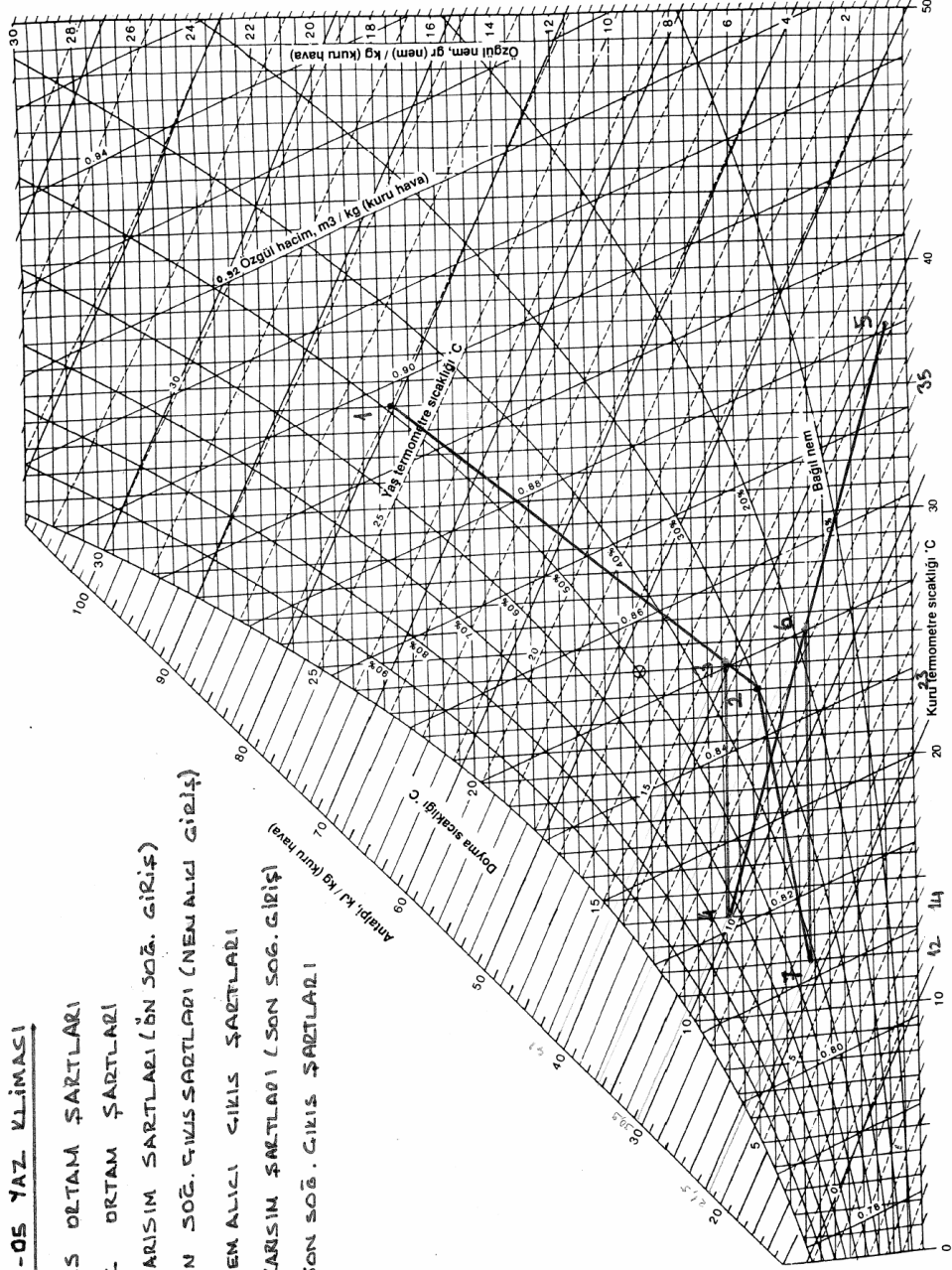
- 1) DİS ORTAM SARTLARI
- 2) İC ORTAM SARTLARI
- 3) KARISIM SARTLARI (ÖN SOĞUTULU GİRİŞ)
- 4) ÖN SOĞ. ÇIKIŞ SARTLARI (NEMALICI GİRİŞ)
- 5) NEM ALICI ÇIKIŞ SARTLARI
- 6) KARISIM SARTLARI (SON SOĞ GİRİŞ)
- 7) SON SOĞ. ÇIKIŞ



AHU 04 YAZ KLİMASI

### AHU-05 YAZ KLİMASI

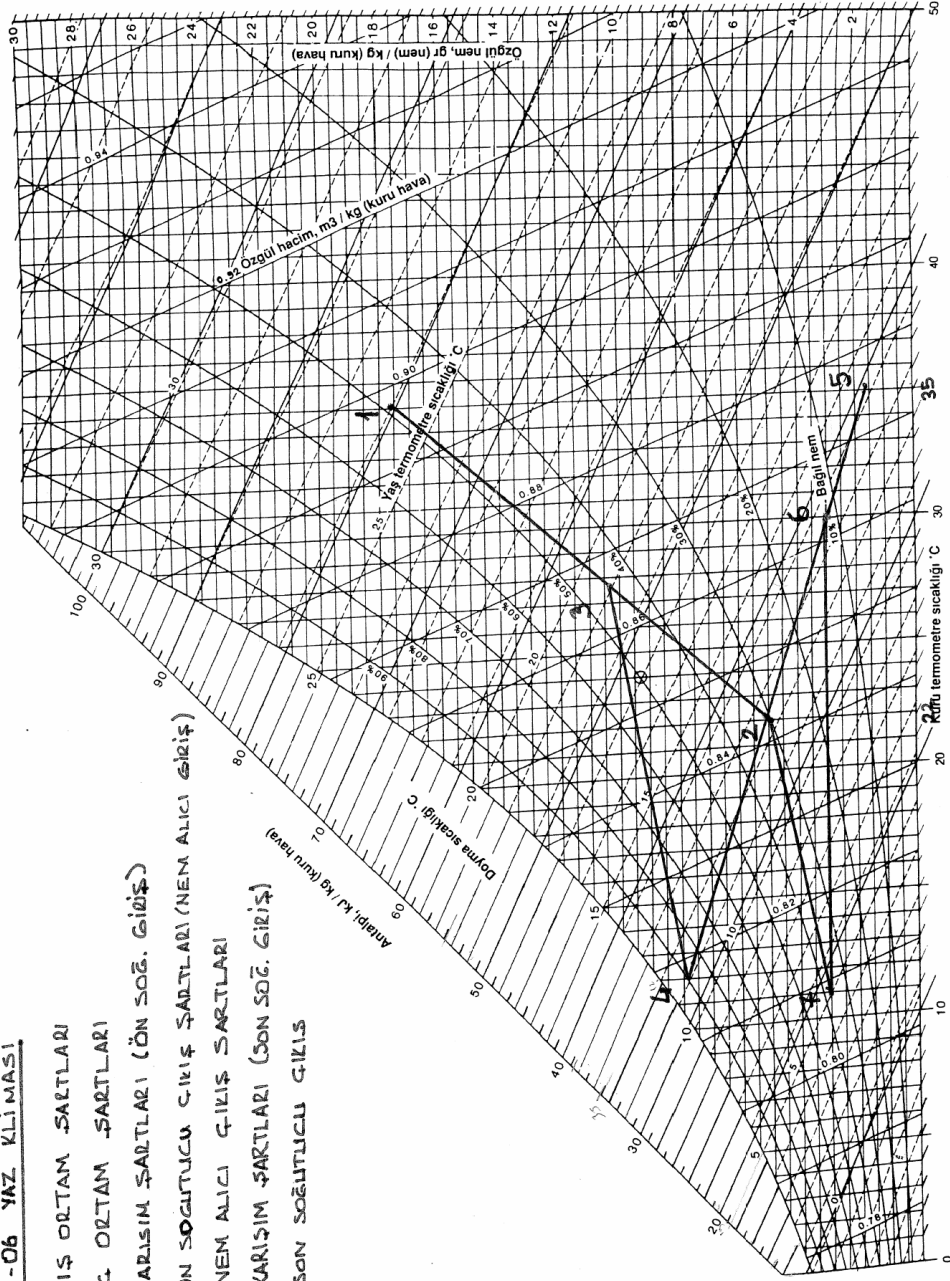
- 1: DİS ORTAM ŞARTLARI
- 2: İC ORTAM ŞARTLARI
- 3: KARISIM ŞARTLARI (ÖN SOĞ. GİRİŞ)
- 4: ÖN SOĞ. ÇIKIŞ ŞARTLARI (NEM ALICI GİRİŞ)
- 5: NEM ALICI ÇIKIŞ ŞARTLARI
- 6: KARISIM ŞARTLARI (SON SOĞ. GİRİŞ)
- 7: SON SOĞ. ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHU 05 YAZ KLİMASI

### AHU-06 YAZ KLİMASI

- 1: DIŞ ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KARIŞIM ŞARTLARI (ÖN SOĞ. GİRİŞ)
- 4: ÖN SOĞUTUCU ÇIKIŞ ŞARTLARI (NEM ALICI GİRİŞ)
- 5: NEM ALICI ÇIKIŞ ŞARTLARI
- 6: KARIŞIM ŞARTLARI (SON SOĞ. GİRİŞ)
- 7: SON SOĞUTUCU ÇIKIŞ



AHU 06 YAZ KLİMASI

### AHLU-D7 YAZ KLİMASI

1: DİS ORTAM ŞARTLARI

2: İÇ ORTAM ŞARTLARI

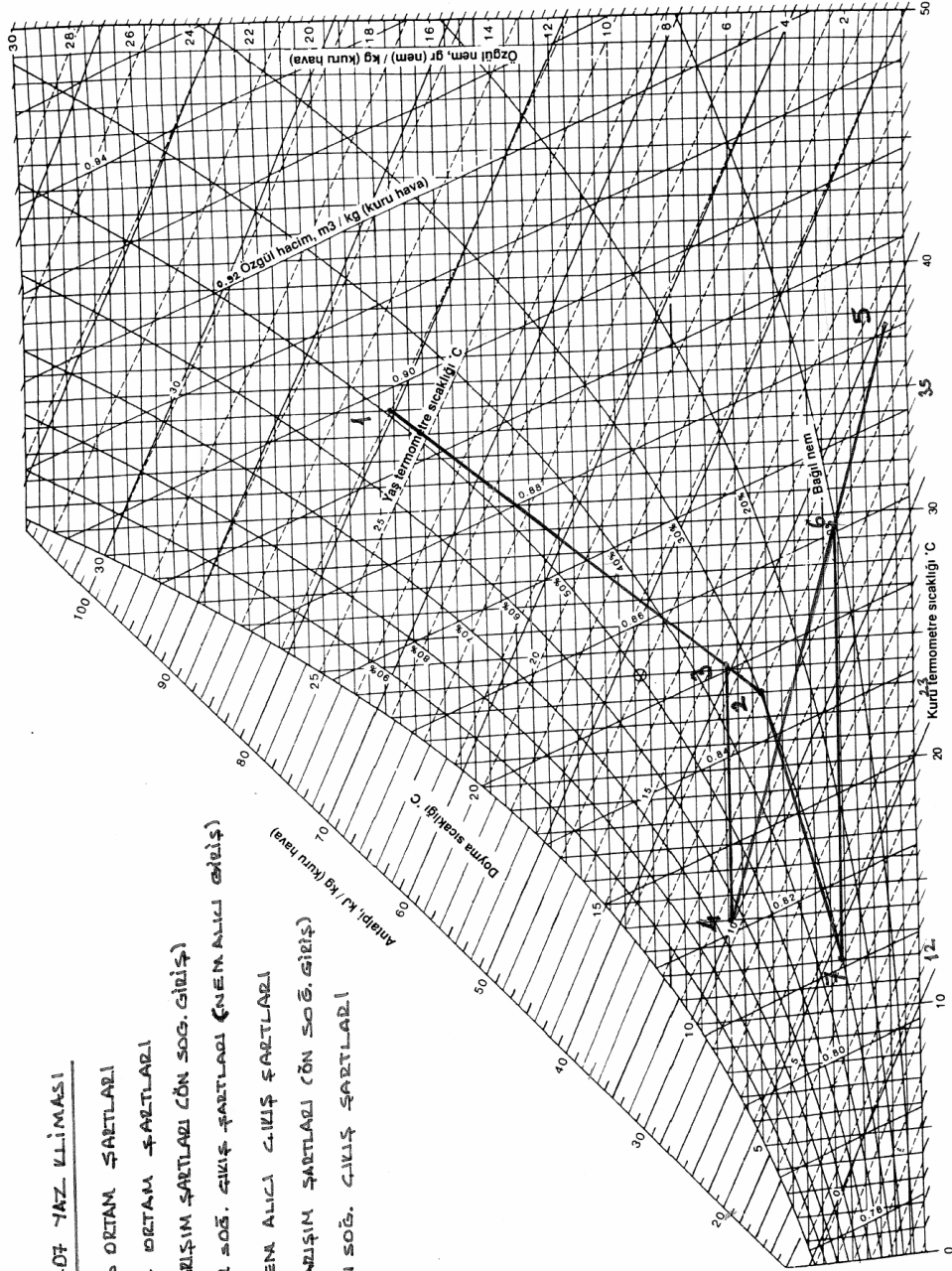
3: KARLIŞIM ŞARTLARI ÖN SOĞ. GİREŞ

4: ÖN SOĞ. ÇIKIŞ ŞARTLARI (NEM ALICI GİREŞ)

5: NEM ALICI ÇIKIŞ ŞARTLARI

6: KARLIŞIM ŞARTLARI ÖN SOĞ. GİREŞ

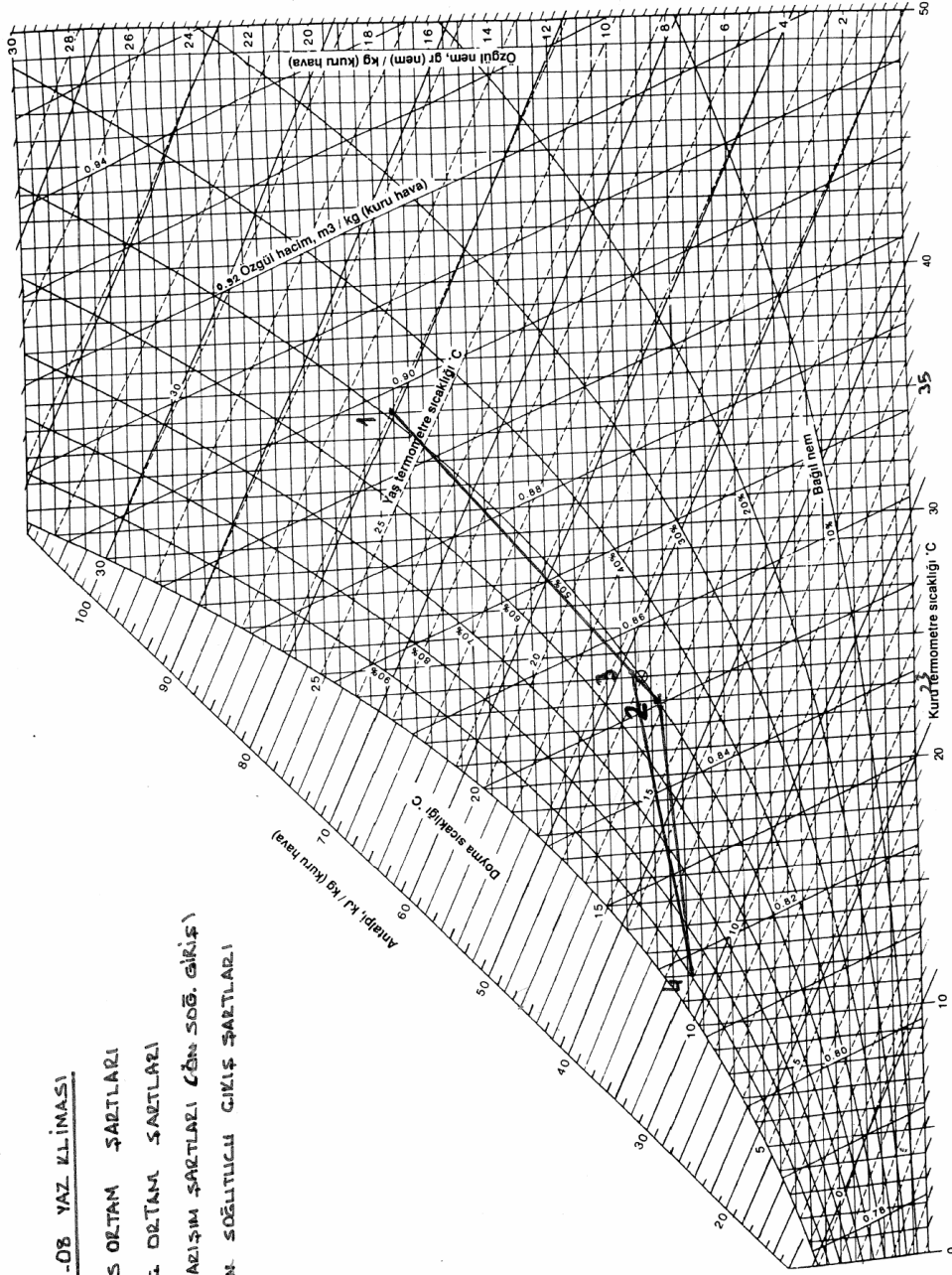
7: ÖN SOĞ. ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHLU D7 YAZ KLİMASI

**AHİL-OB YAZ KLİMASI**

- 1: DİS ORTAM ŞARTLARI  
 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI  
 3: KAZIŞIM ŞARTLARI (ÇİN SOĞ. GİRİŞ)  
 4: ÇİN SOĞUTUCU ÇIKIŞ ŞARTLARI



**AHİL-OB YAZ KLİMASI**



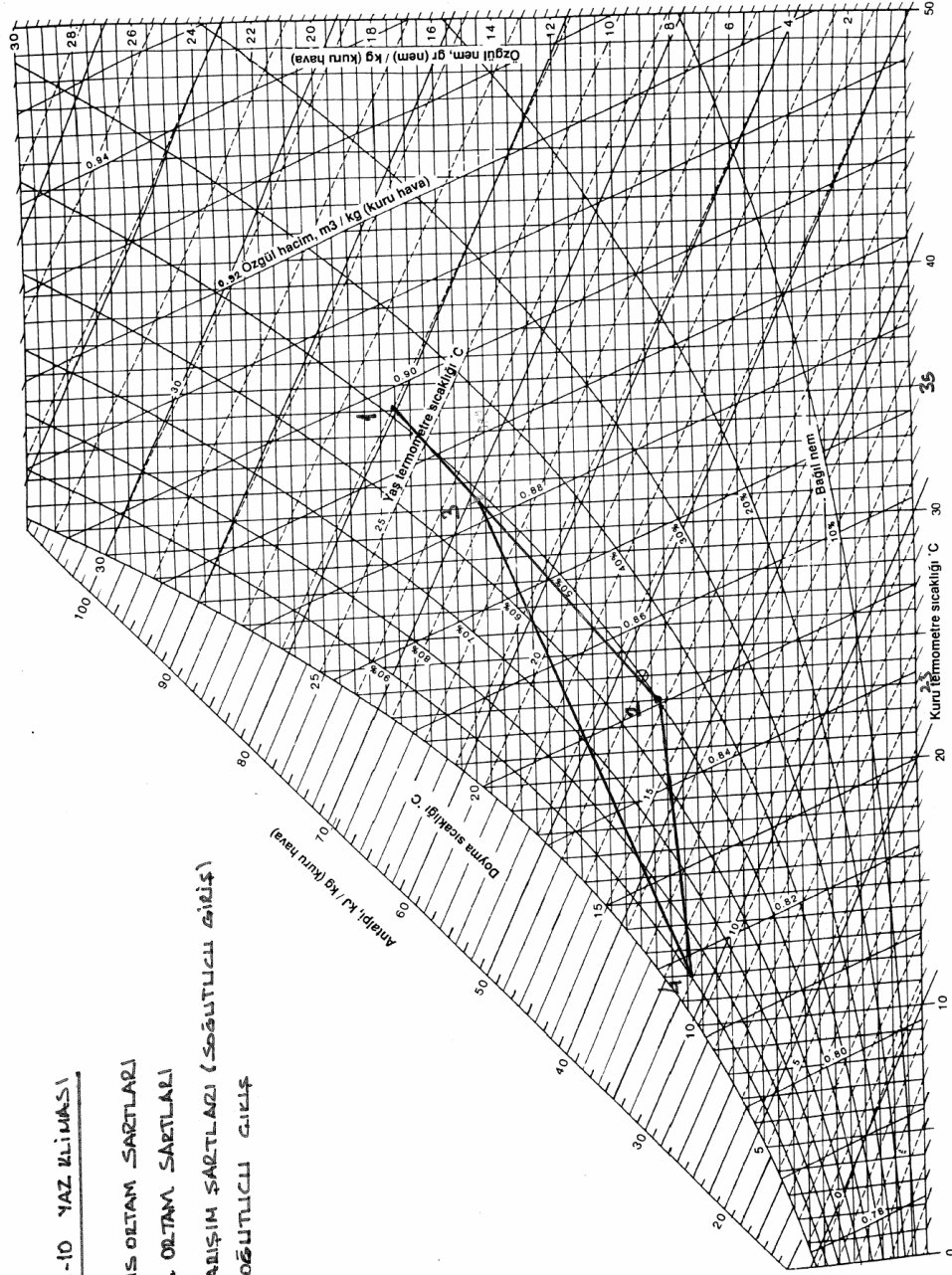
### AHLI-10 YAZ KLİMASI

1: DİŞ ORTAM ŞARTLARI

2: İÇ ORTAM ŞARTLARI

3: KARIŞIM ŞARTLARI (SOĞUTULU ÇIKIŞ)

4: SOĞUTULU ÇIKIŞ



AHLI 10 YAZ KLİMASI

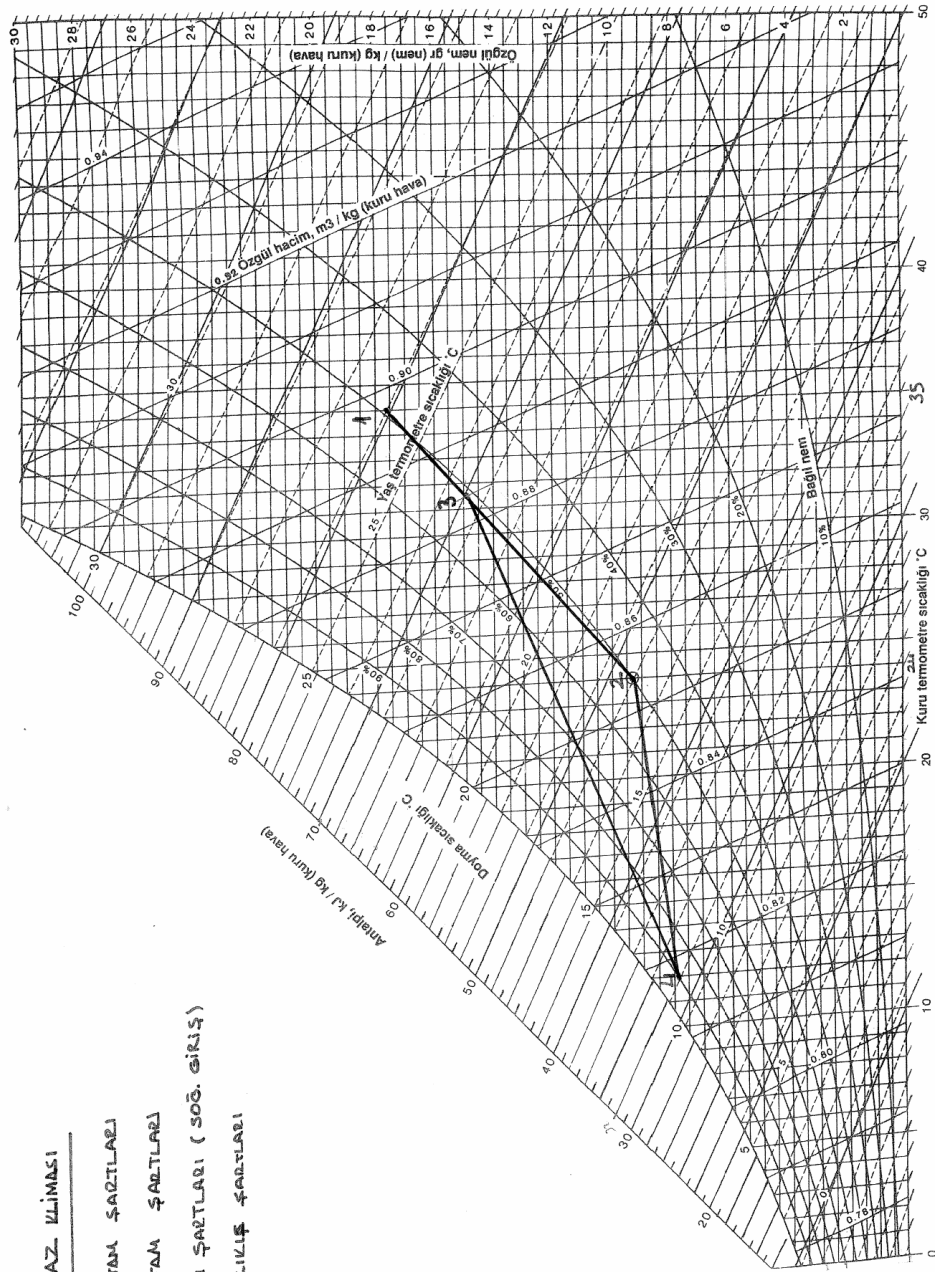
### AHU- II YAZ KLİMASI

1: DİŞ ORTAM ŞARTLARI

2: İÇ ORTAM ŞARTLARI

3: KARIŞIM ŞARTLARI ( SOĞ. GİRİŞ )

4: SOĞ. ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHU II YAZ KLİMASI

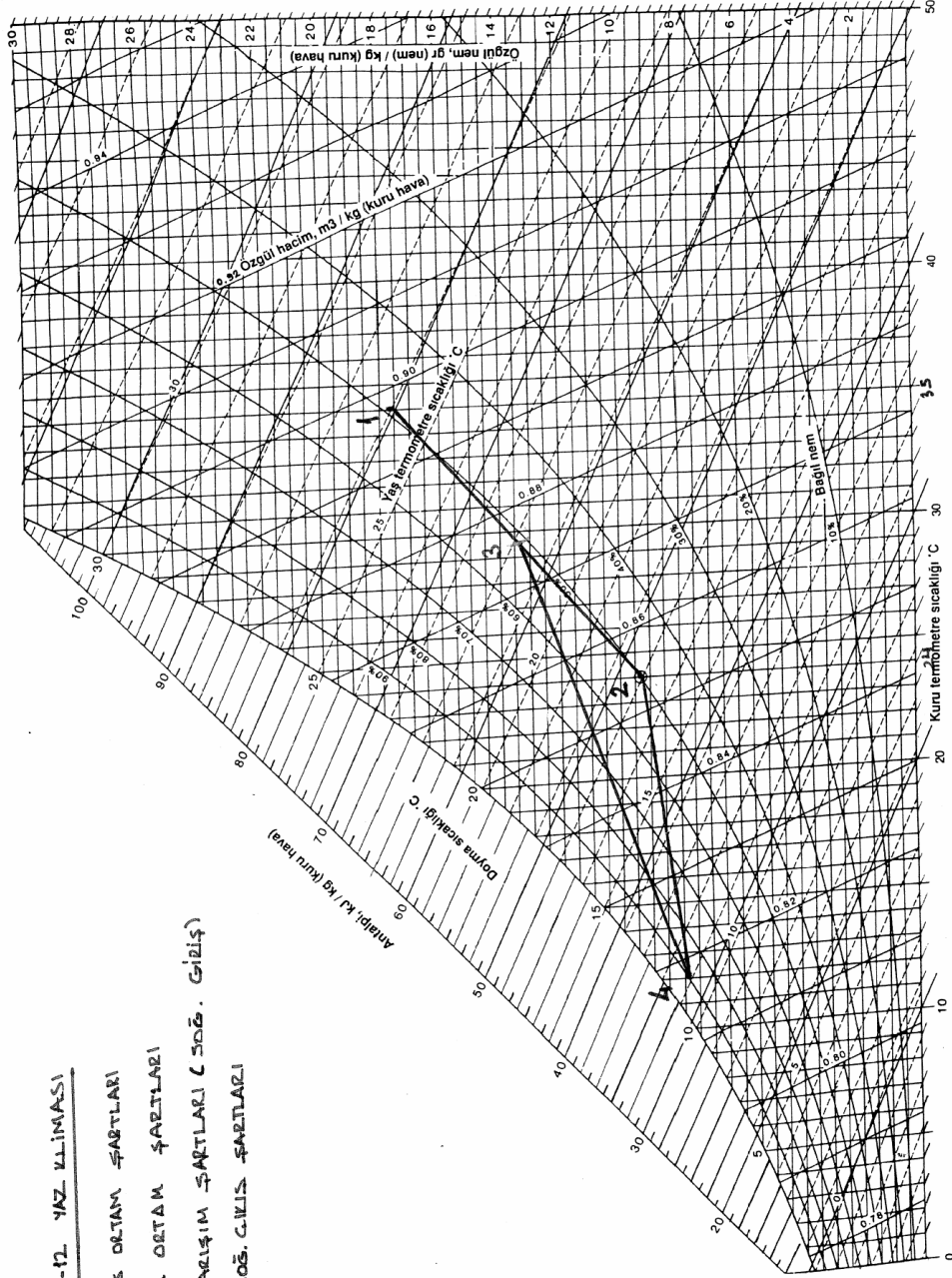
**AHU-12 YAZ KLİMASI**

1: DİS ORTAM ŞARTLARI

2: İÇ ORTAM ŞARTLARI

3: KARMIŞIM ŞARTLARI (SOĞ. GİRİŞ)

4: SOĞ. ÇIKIŞ ŞARTLARI

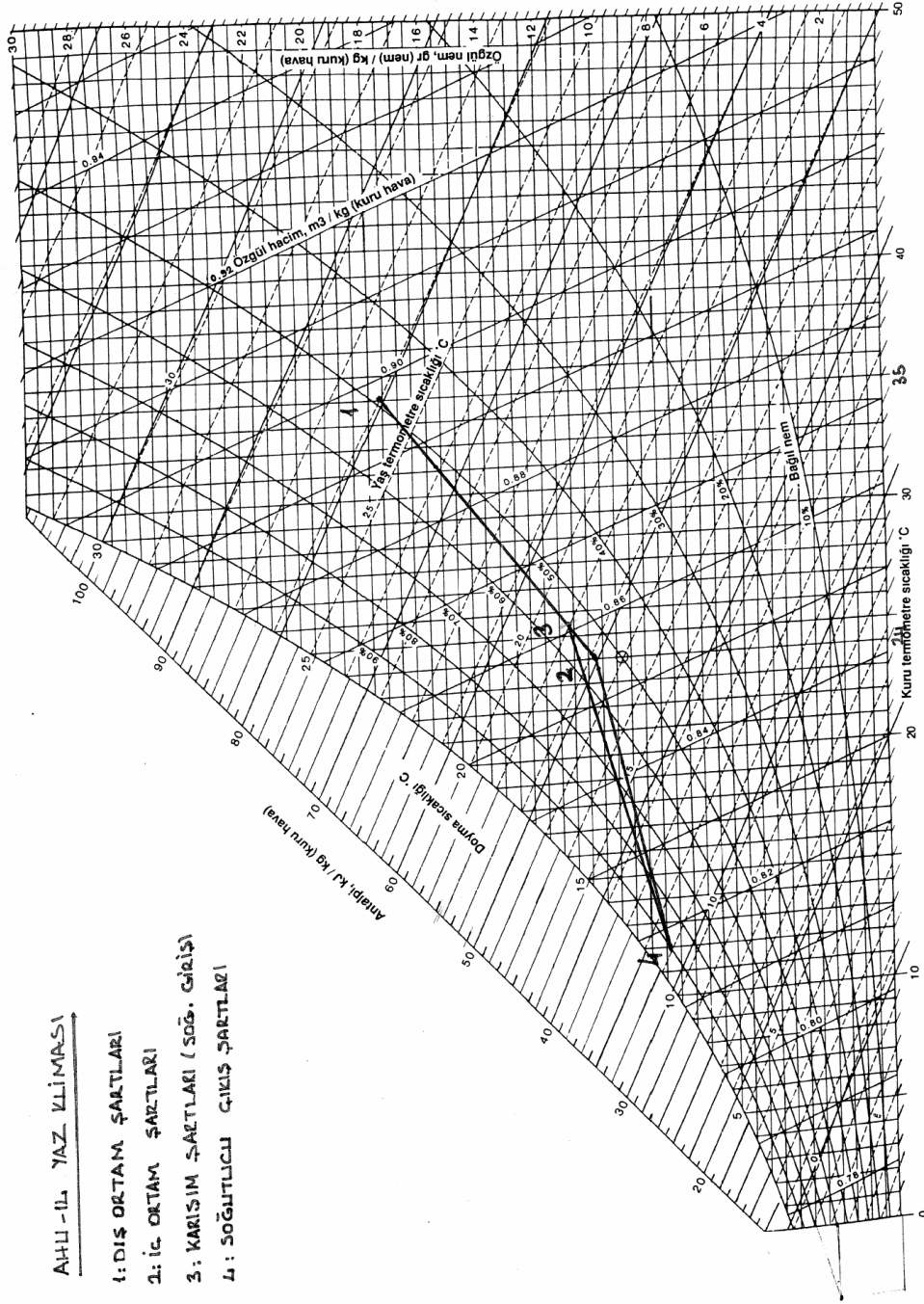


**AHU-12 YAZ KLİMASI**



### AHLI - ILA YAZ KLİMASI

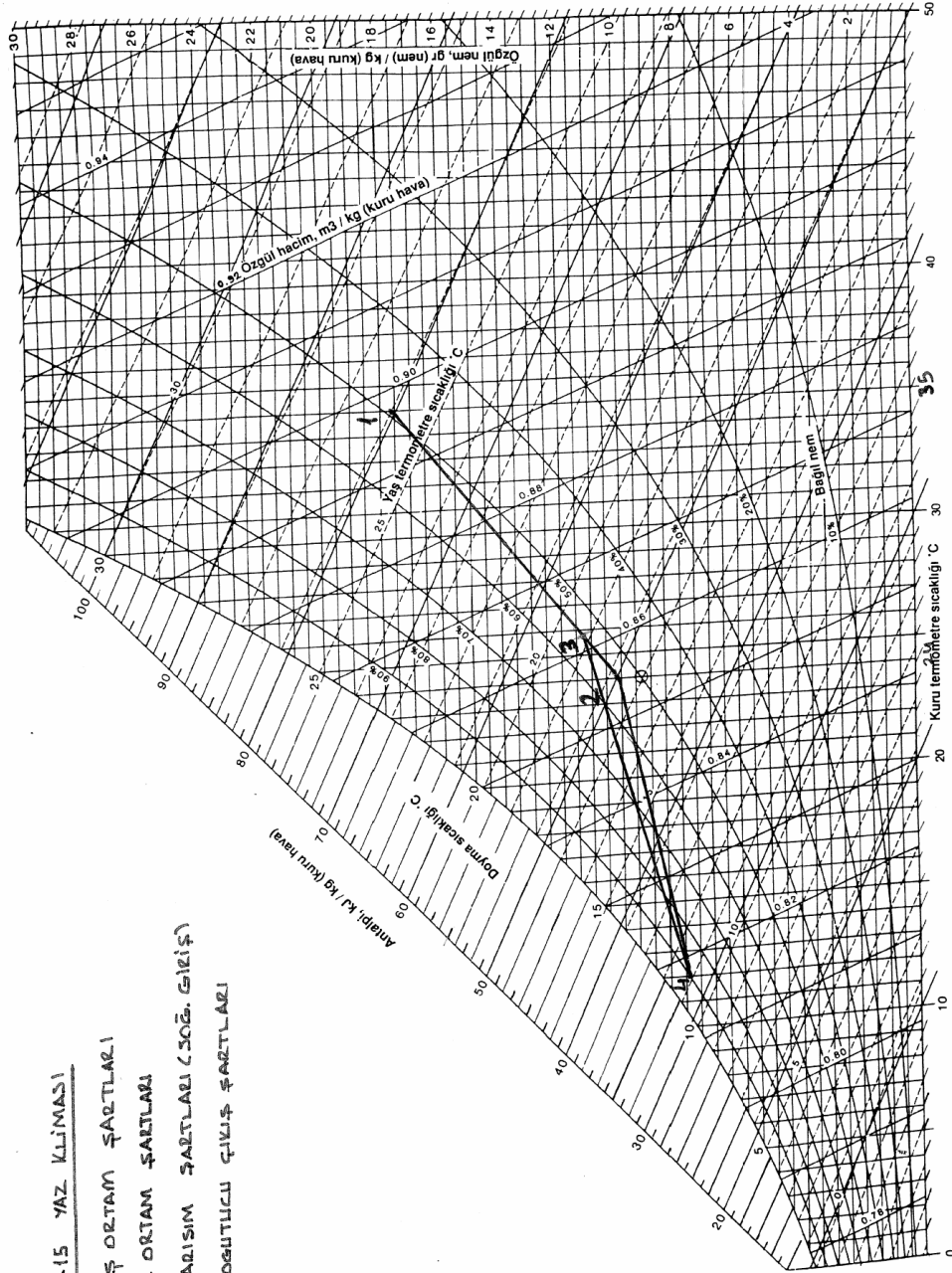
- 1: DIŞ ORTAM ŞARTLARI  
 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI  
 3: KARIŞIM ŞARTLARI (SOĞ. GİRİŞİ)  
 4: SOĞUTULUCU ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHLI İL YAZ KLİMASI

**AHU -15 YAZ KLİMASI**

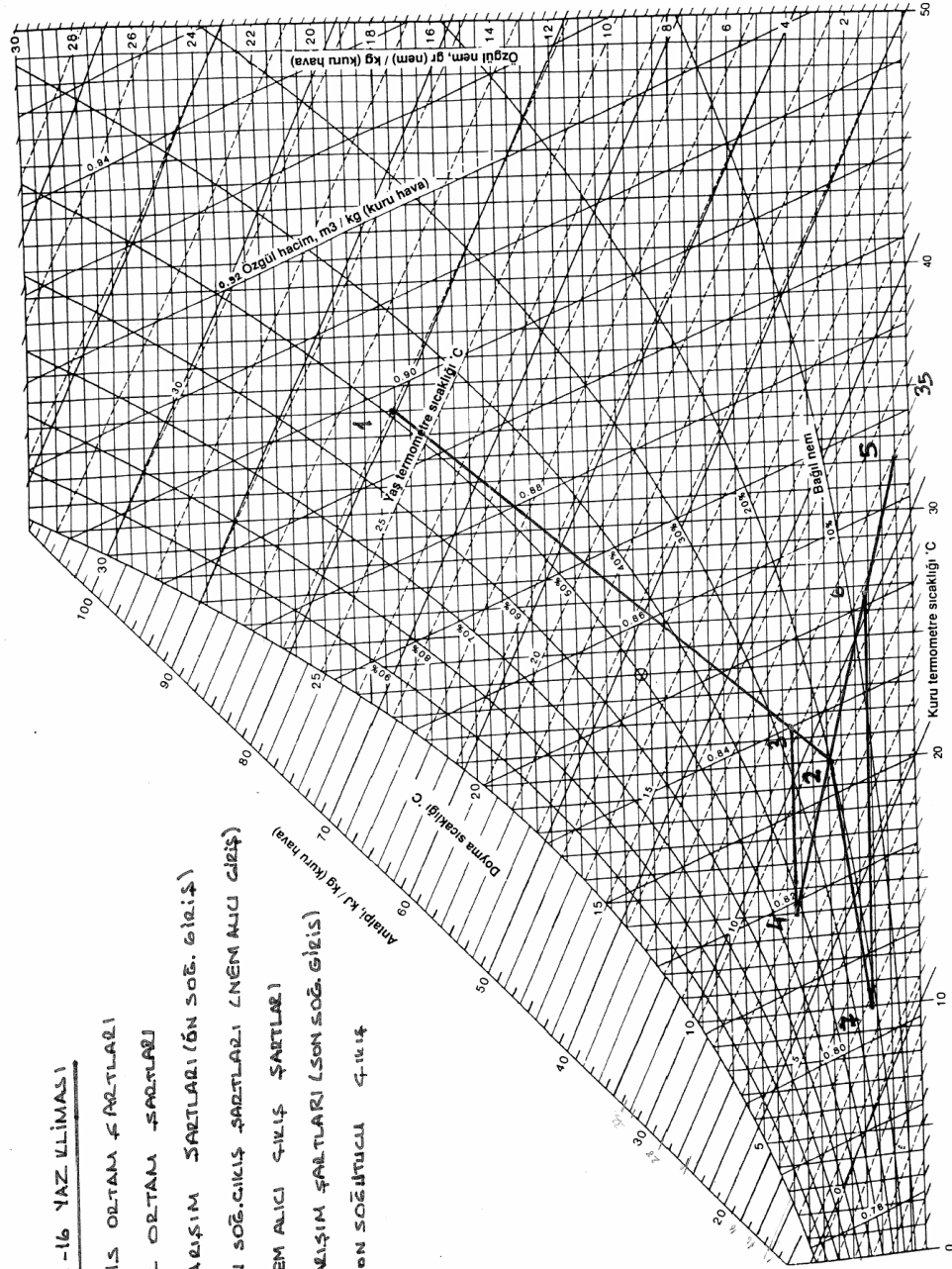
- 1: DIŞ ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KLİMASIM ŞARTLARI (SOĞ. GİLEŞ)
- 4: SOĞUTULUCU ÇIKIŞ ŞARTLARI



**AHU 15 YAZ KLİMASI**

**AHLI-16 YAZ KLİMASI**

- 1: DİS ORTAM ŞARTLARI
- 2: İC ORTAM ŞARTLARI
- 3: KAĞIŞIM ŞARTLARI (ÖN SÖ. GİZİŞ)
- 4: ÖN SÖ. ÇIKIŞ ŞARTLARI (NEM ALICI ÇIKIŞ)
- 5: NEM ALICI ÇIKIŞ ŞARTLARI
- 6: KAĞIŞIM ŞARTLARI (SON SÖ. GİZİŞ)
- 7: SON SÖ. ÇIKIŞ ŞARTLARI

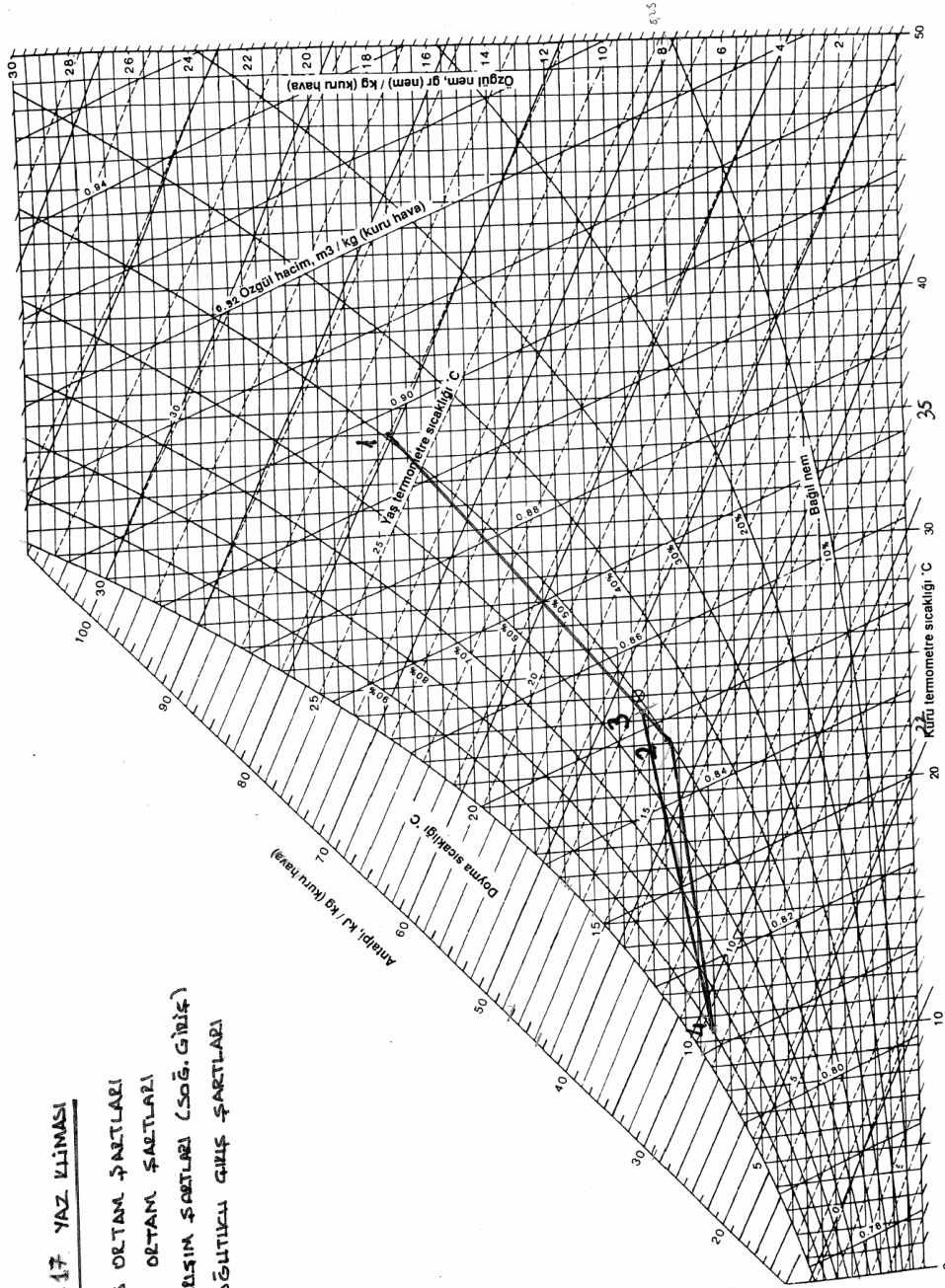


**AHLI 16 YAZ KLİMASI**

22

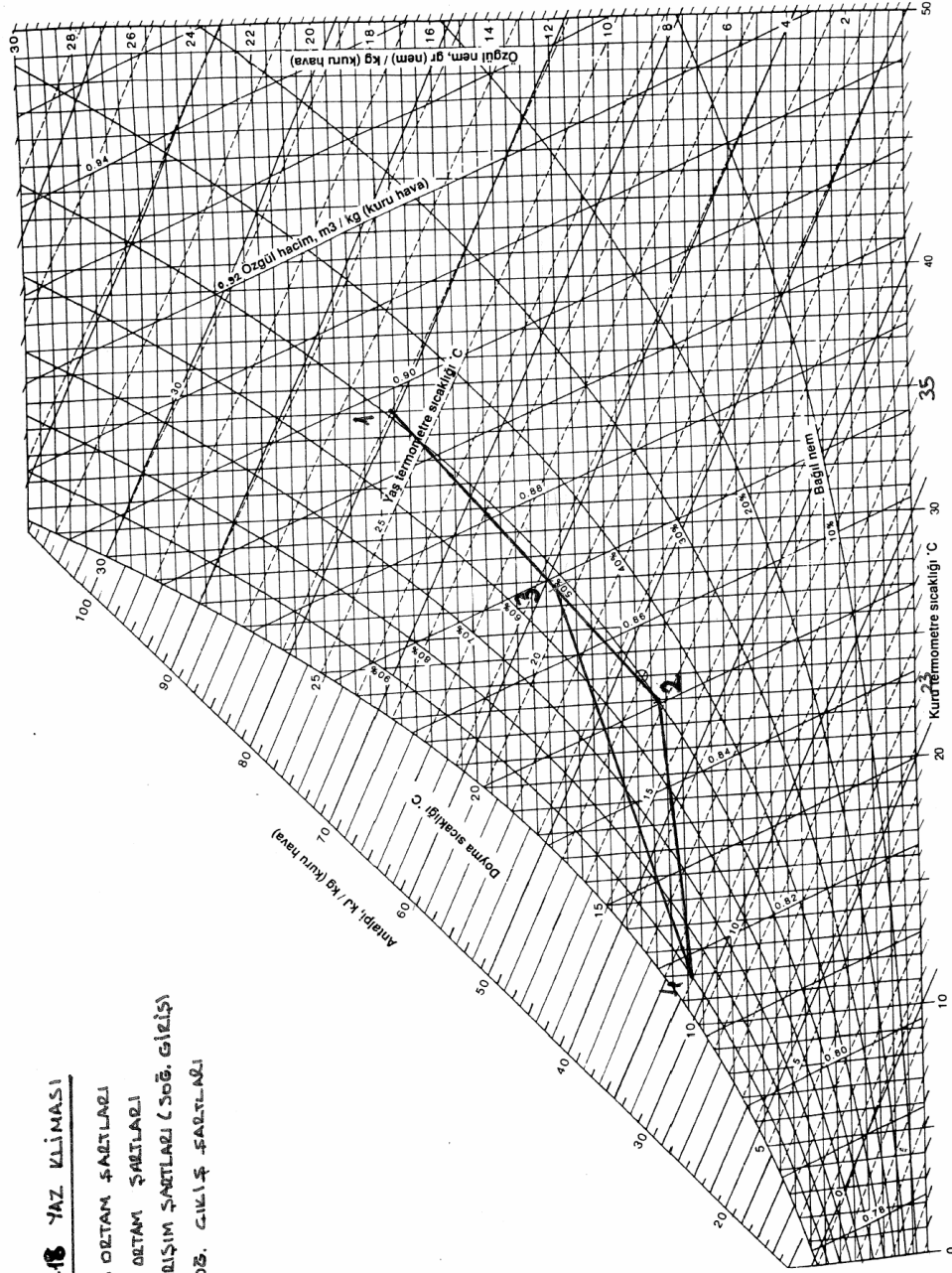
**AHLI-17 YAZ KLİMASI**

- 1: DIŞ ORTAM ŞARTLARI  
 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI  
 3: KALDIRIM ŞARTLARI (SÖĞ. GİRİŞ)  
 4: SOĞUTULMUŞ HAVA ŞARTLARI

**AHLI 17 YAZ KLİMASI**

### AHİL-18 YAZ KLİMASI

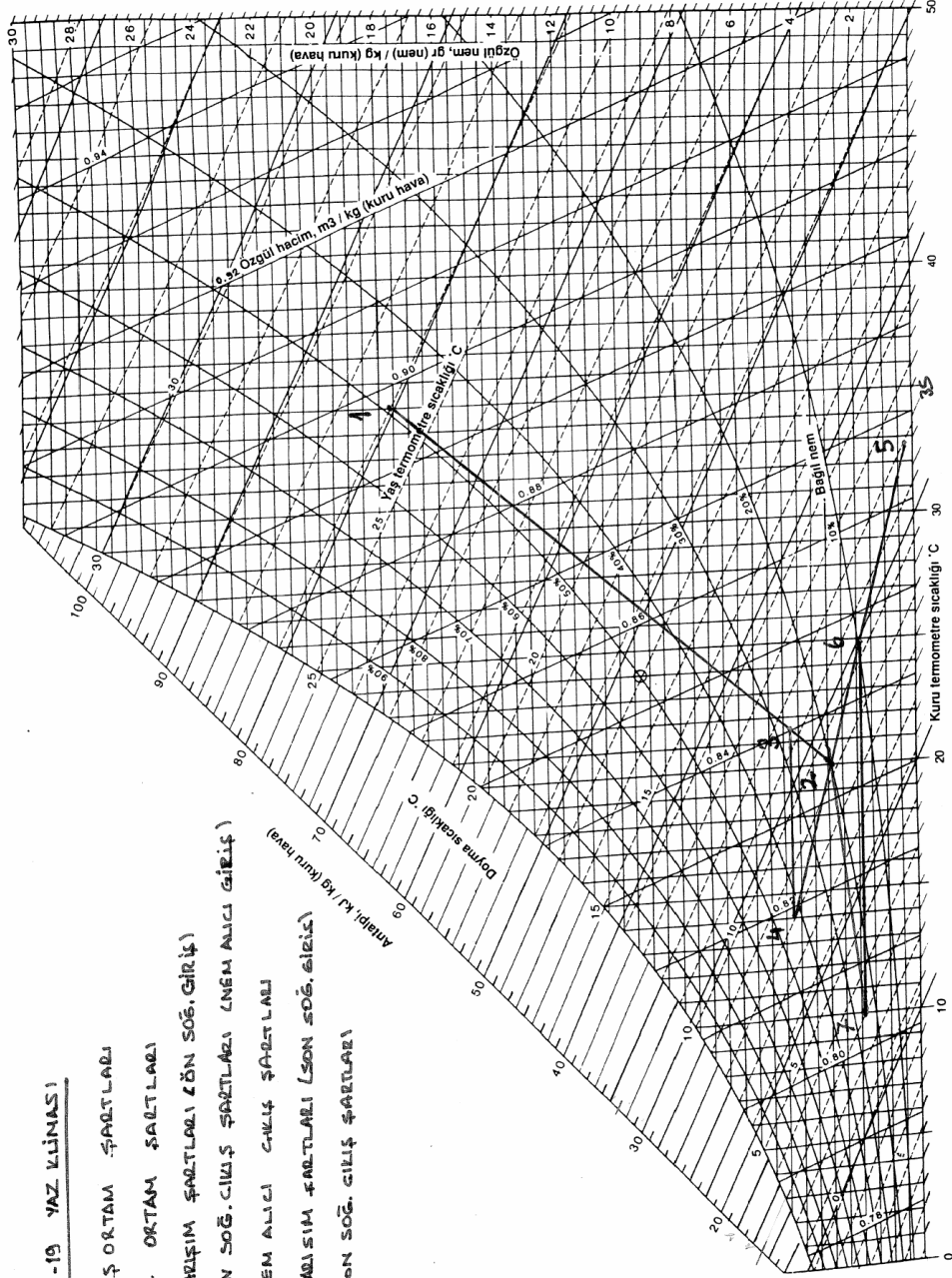
- 1: DİS ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KARIŞIM ŞARTLARI (SOB, GİLEŞ)
- 4: SOB, GİLEŞ ŞARTLARI



AHİL 18 YAZ KLİMASI

### AHU-19 YAZ KLİMASI

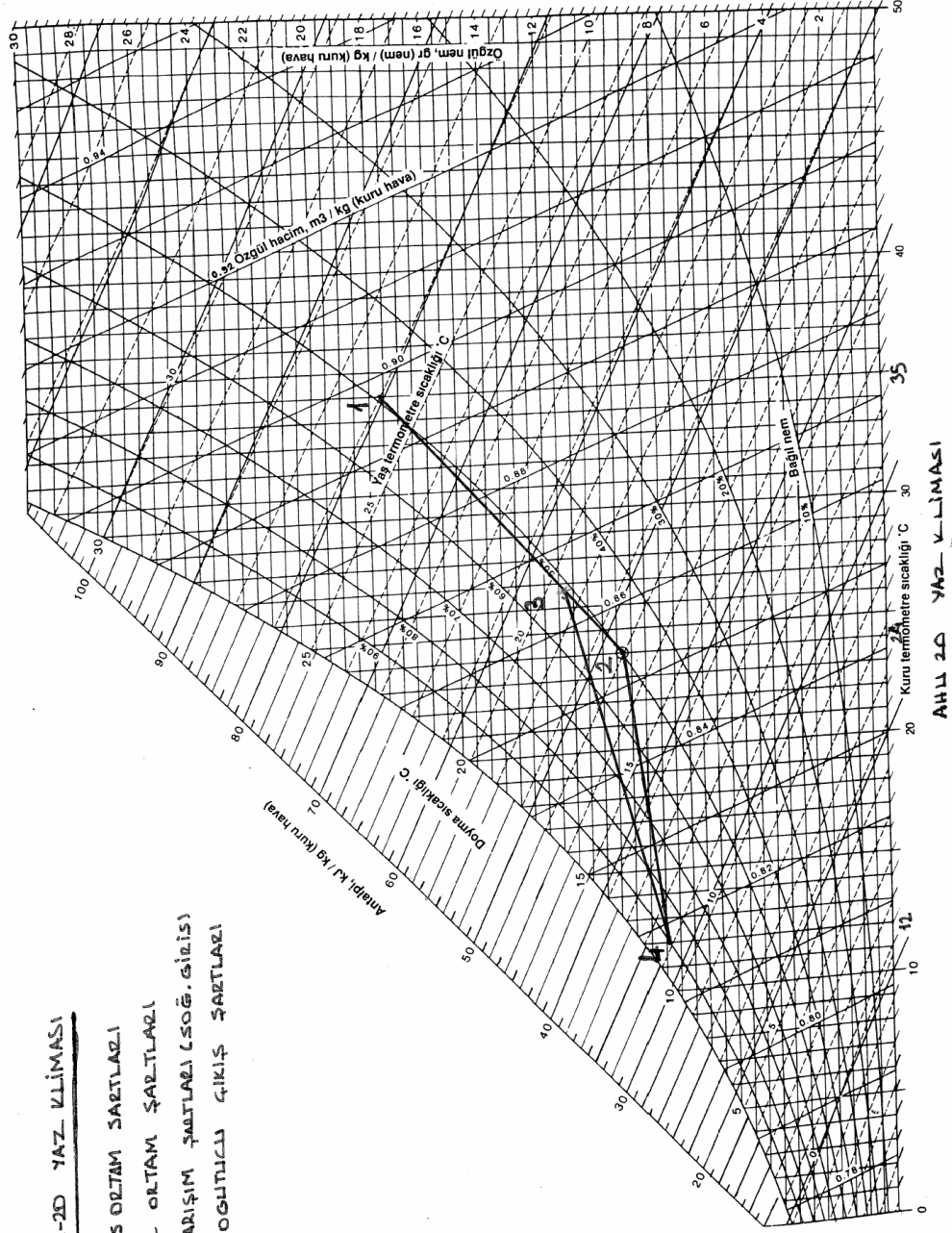
- 1: DIŞ ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KARŞIM ŞARTLARI (ÖN SOĞ. ÇIRIŞ)
- 4: ÖN SOĞ. ÇIRIŞ ŞARTLARI (NEM ALICI GİRİŞ)
- 5) NEM ALICI ÇIKIŞ ŞARTLARI
- 6) KARIŞIM ŞARTLARI (SON SOĞ. GİRİŞ)
- 7) SON SOĞ. ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHU 19 YAZ KLİMASI

### AHLI-2D YAZ KLİMASI

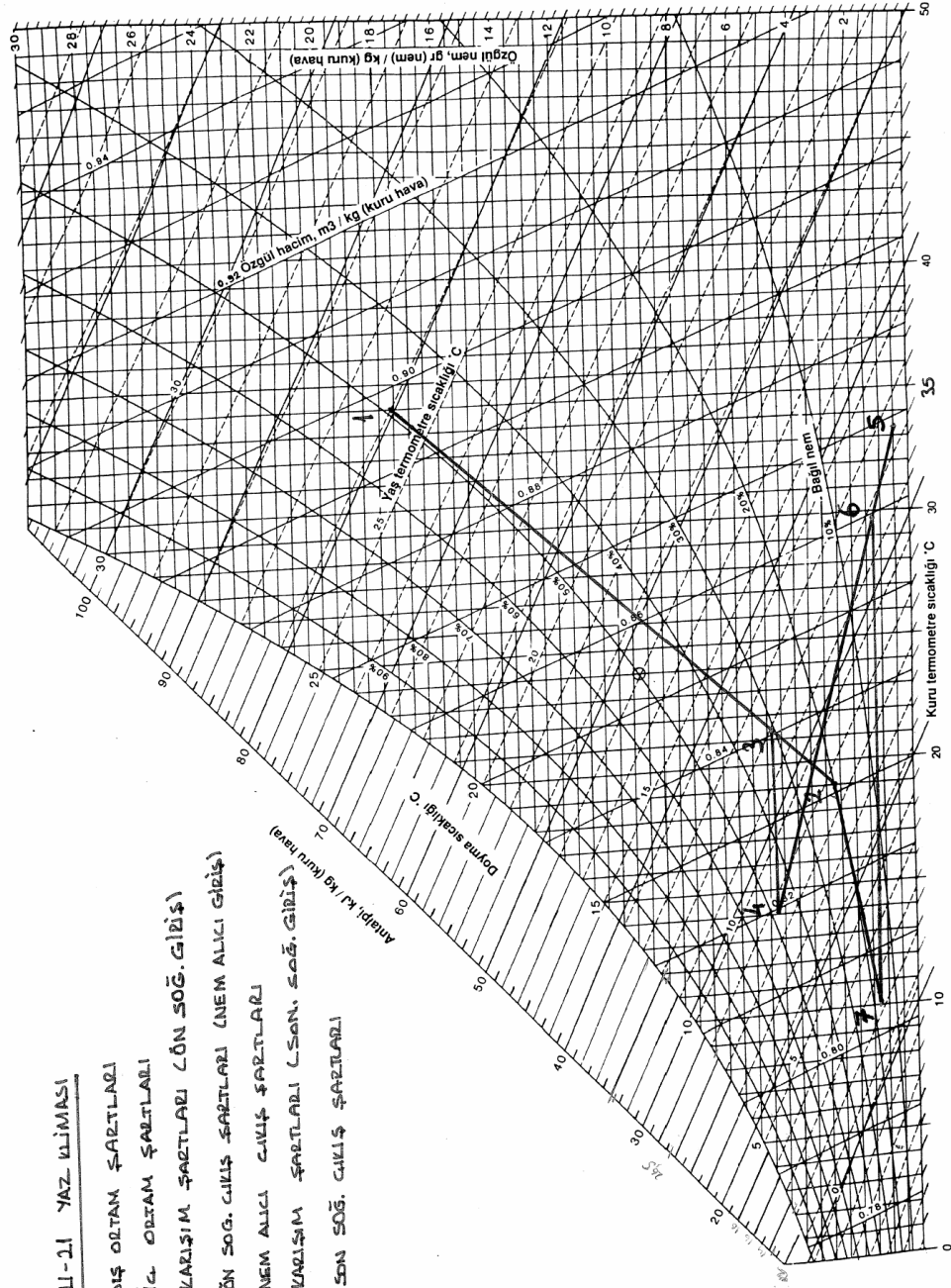
- 1: DİS ORTAM ŞAŞTLAZI
- 2: İC ORTAM ŞAŞTLAZI
- 3: KARİŞİM ŞAŞTLAZI (SOĞ. GİZİS)
- 4: SOĞUTUCU ÇIKIŞ ŞAŞTLAZI



AHLI 2D YAZ KLİMASI

### AHII-21 YAZ KLİMASI

- 1: DIŞ ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KARIŞIM ŞARTLARI (ÖN SOĞ. GİRİŞ)
- 4: ÖN SOĞ. ÇIKIŞ ŞARTLARI (NEM ALICI GİRİŞ)
- 5: NEM ALICI ÇIKIŞ ŞARTLARI
- 6: KARIŞIM ŞARTLARI (SON. SOĞ. GİRİŞ)
- 7: SON SOĞ. ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHII-21 YAZ KLİMASI

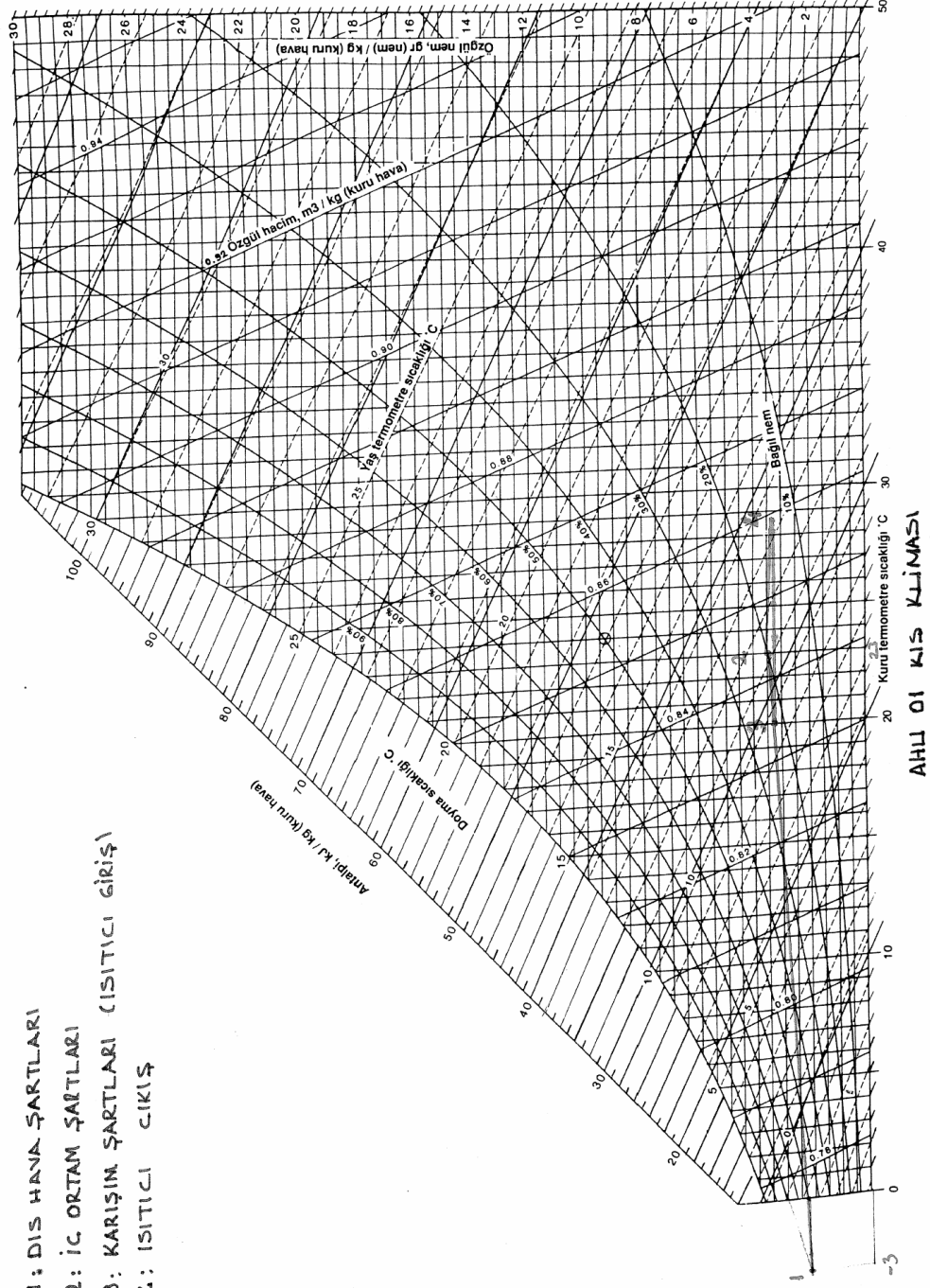
### AHLI-01 KIŞ KLİMASI

1: DİS HAVA ŞARTLARI

2: İC ORTAM ŞARTLARI

3: KARIŞIM ŞARTLARI (ISITICI GİRİŞİ)

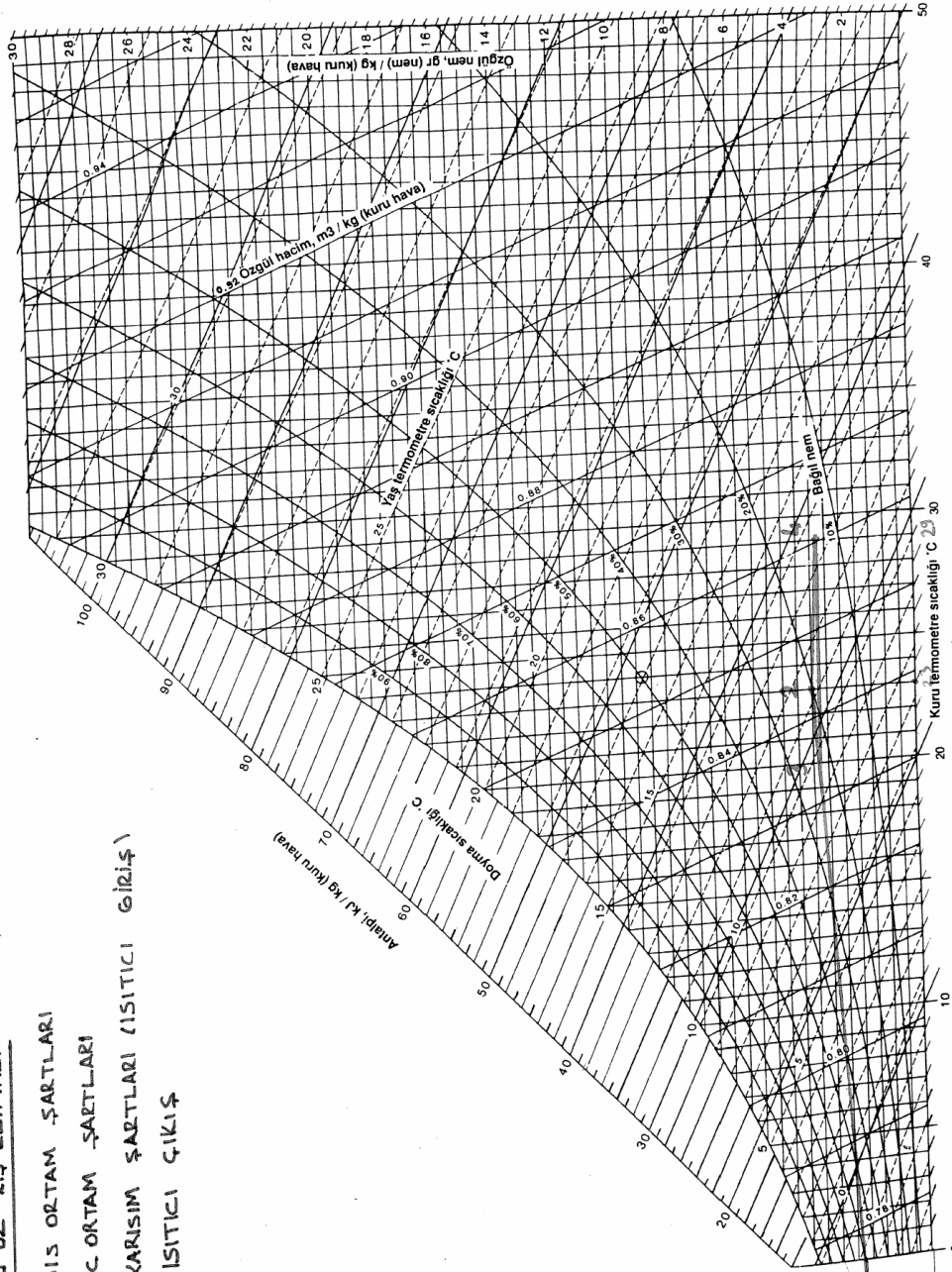
4: ISITICI ÇIKIŞ



AHLI 01 KIŞ KLİMASI

### AHİLİ 02 KİS KLİMASI

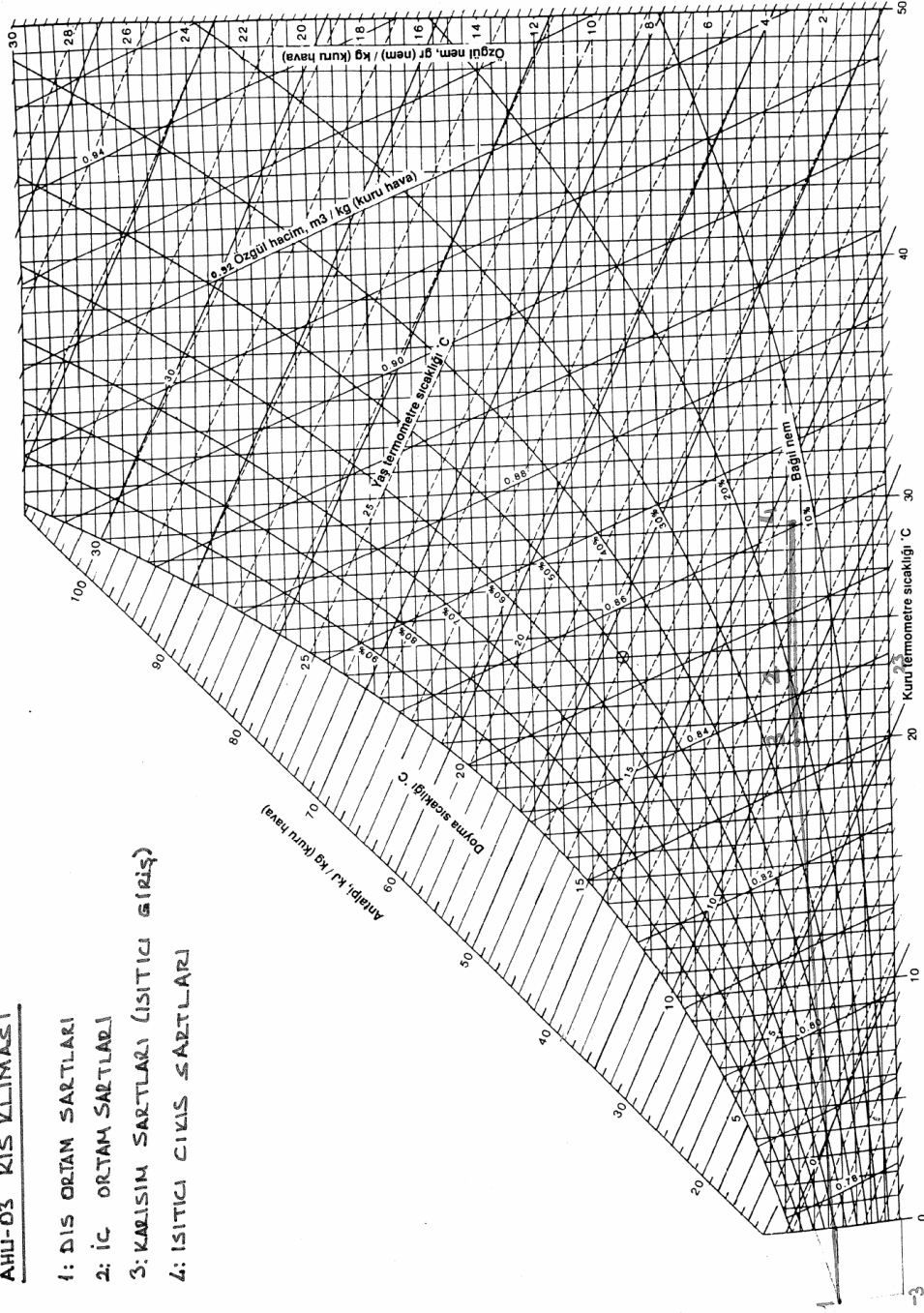
- 1: DİS ÖRTAM ŞAİTLARI
- 2: İC ÖRTAM ŞAİTLARI
- 3: KARİSİM ŞAİTLARI (İSİTİCİ GİRİŞ)
- 4: İSİTİCİ ÇIKIŞ



AHİLİ 02 KİS KLİMASI

### AHU-03 KIS KLIMASI

- 1: DİS ORTAM SAĞTLARI
- 2: İC ORTAM SAĞTLARI
- 3: KABİSİM SAĞTLARI (ISITICI GİRİŞ)
- 4: ISITICI ÇIKIŞ SAĞTLARI



AHU 03 KIS KLIMASI

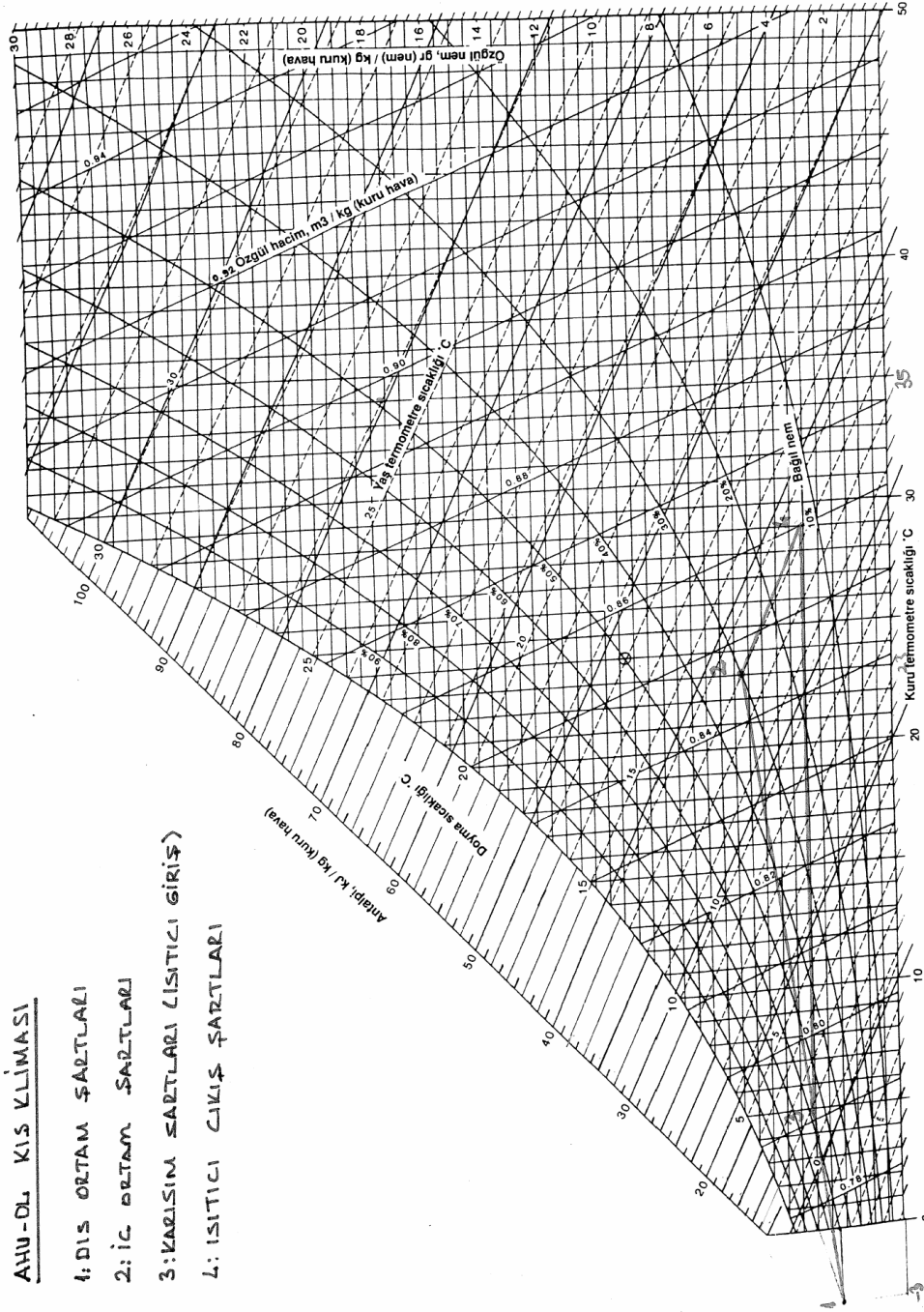
### AHU-DL KIS KLİMASI

1: DİS ORTAM ŞARTLARI

2: İC BETA M ŞARTLARI

3: KABİLİSİM ŞARTLARI (İSİTİCİ GİRİŞ)

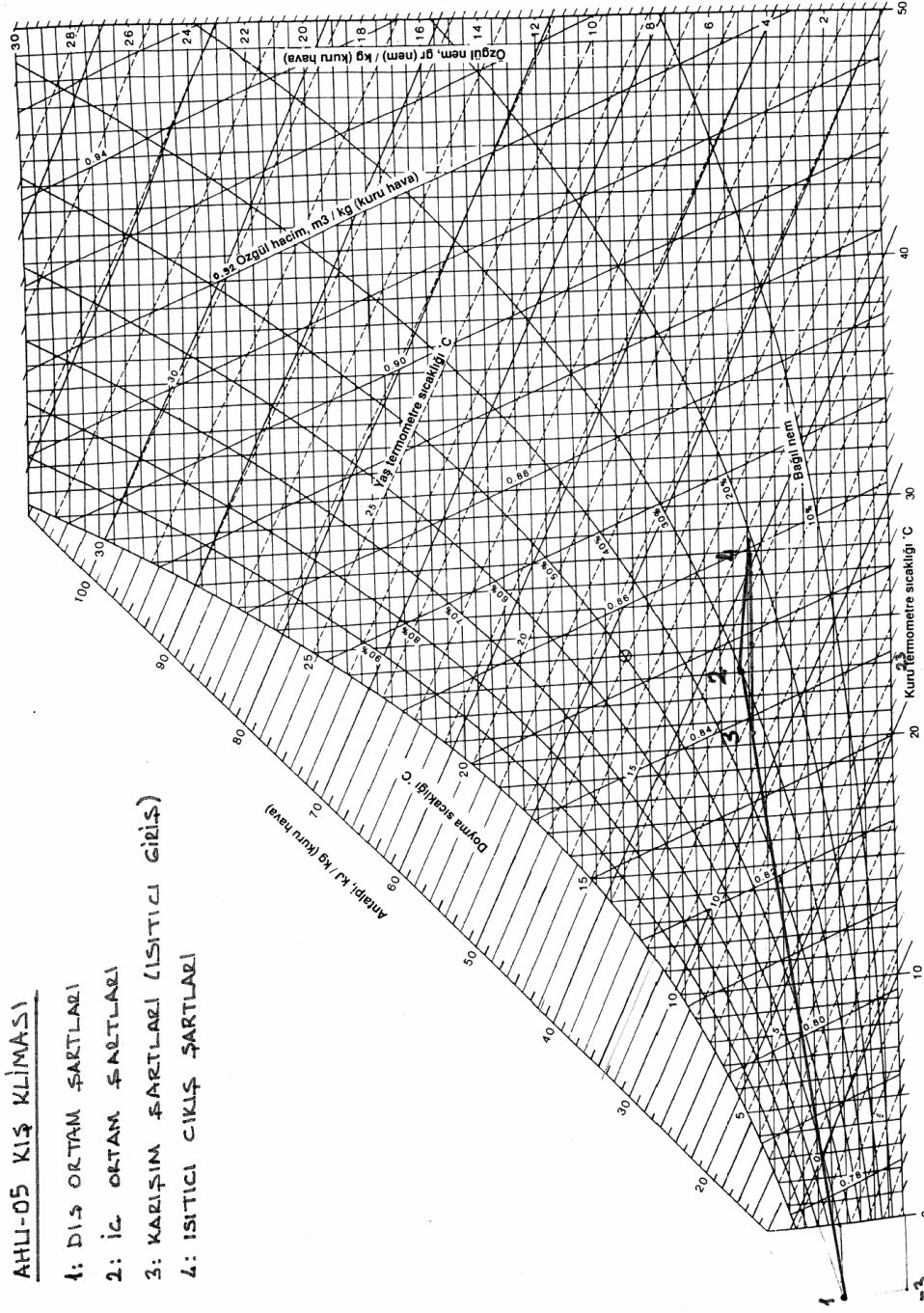
4: İSİTİCİ ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHU-DL KIS KLİMASI

### AHLI-05 KIŞ KLİMASI

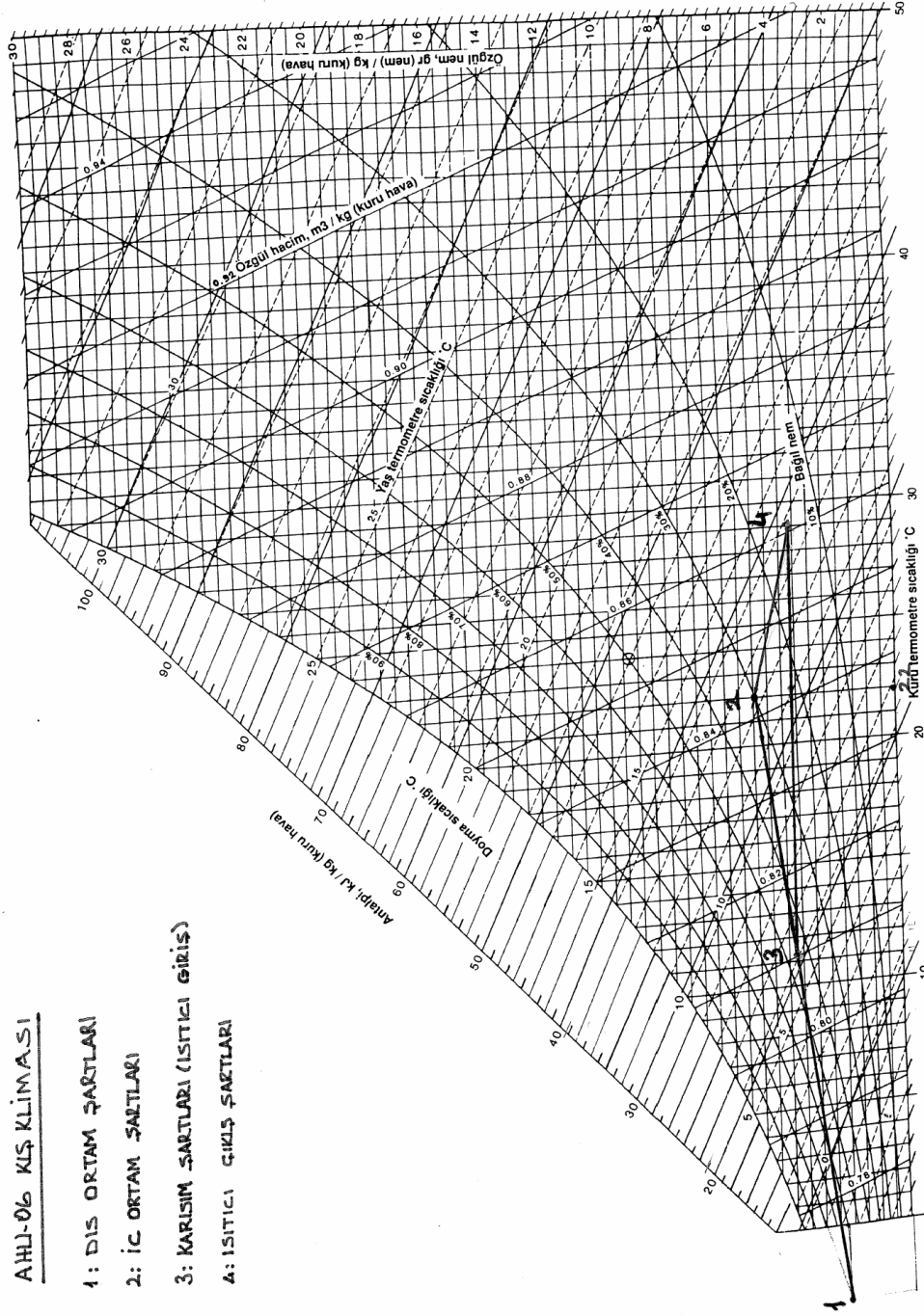
- 1: DİŞ ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KAZIŞIM ŞARTLARI (ISITICI GİRİŞ)
- 4: ISITICI ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHLI 05 KIŞ KLİMASI

### AHLI-06 KIŞ KLİMASI

- 1: DİŞ ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KARŞIM ŞARTLARI (ISITICI GİRİŞ)
- 4: ISITICI ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHLI 06 KIŞ KLİMASI

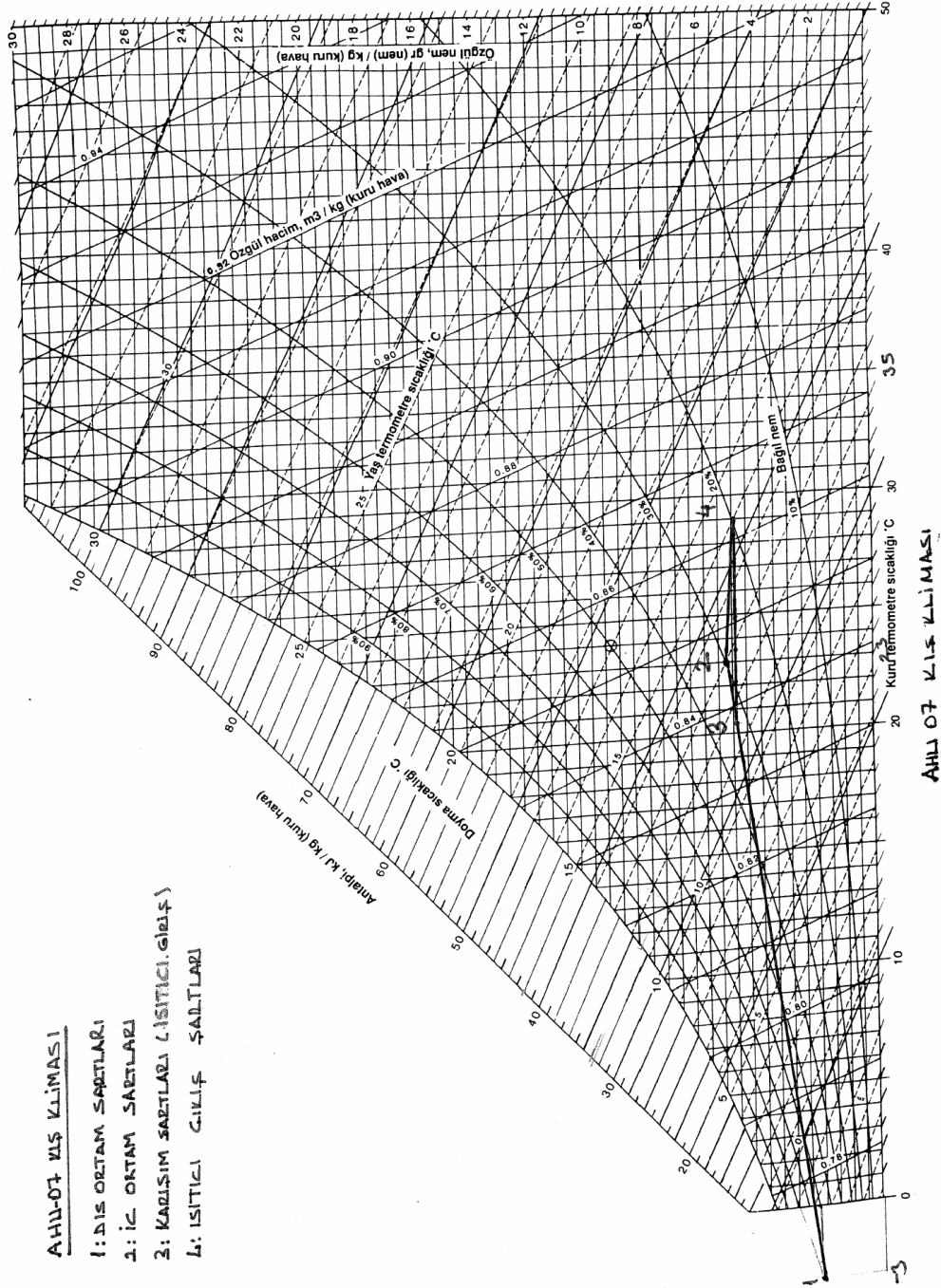
### AHU-07 VİŞ KLİMASI

1: DİŞ ORTAM ŞARTLARI

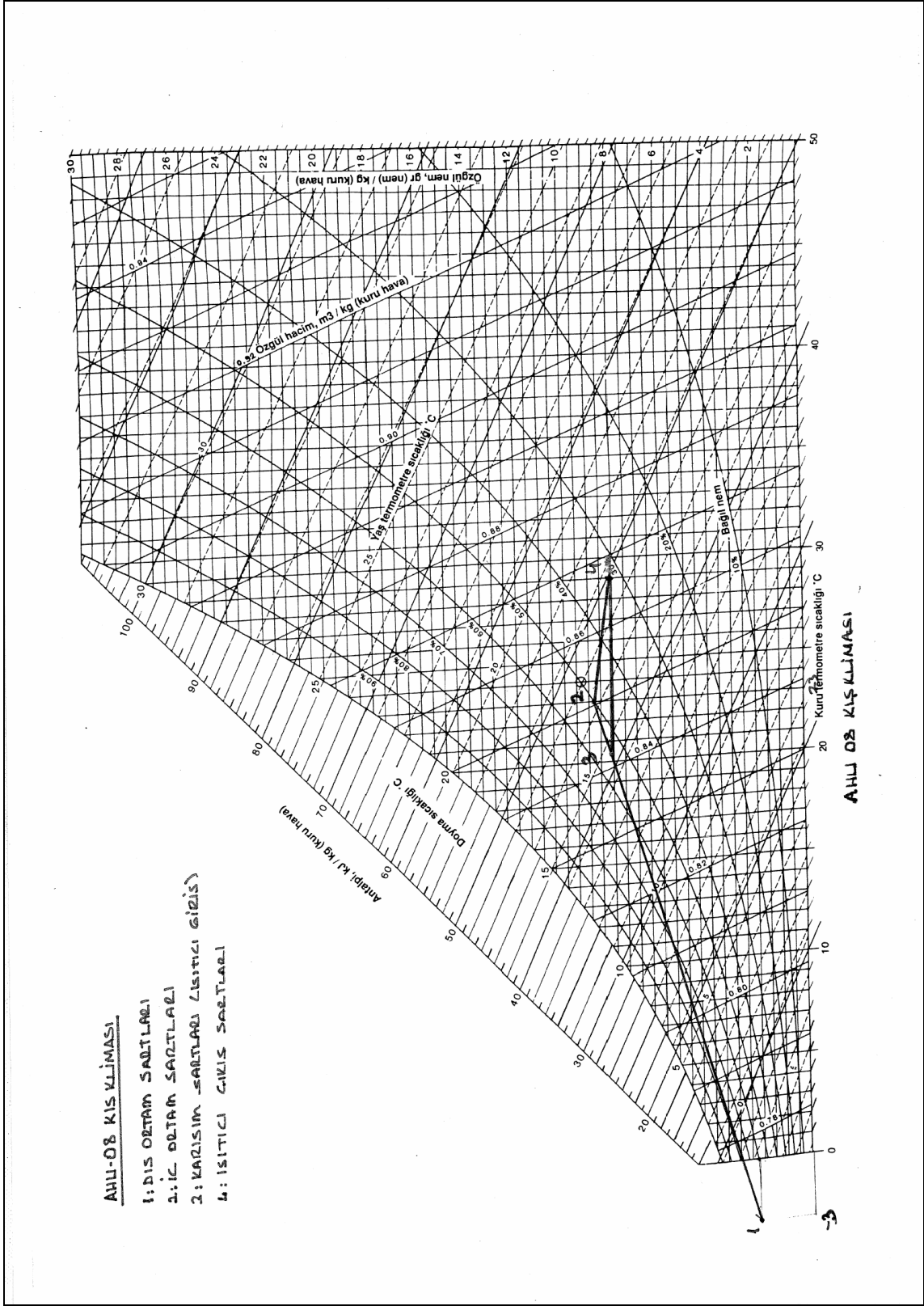
2: İÇ ORTAM ŞARTLARI

3: KABULSİM ŞARTLARI (ISITICI GİBİŞ)

4: ISITICI GİBİŞ ŞARTLARI

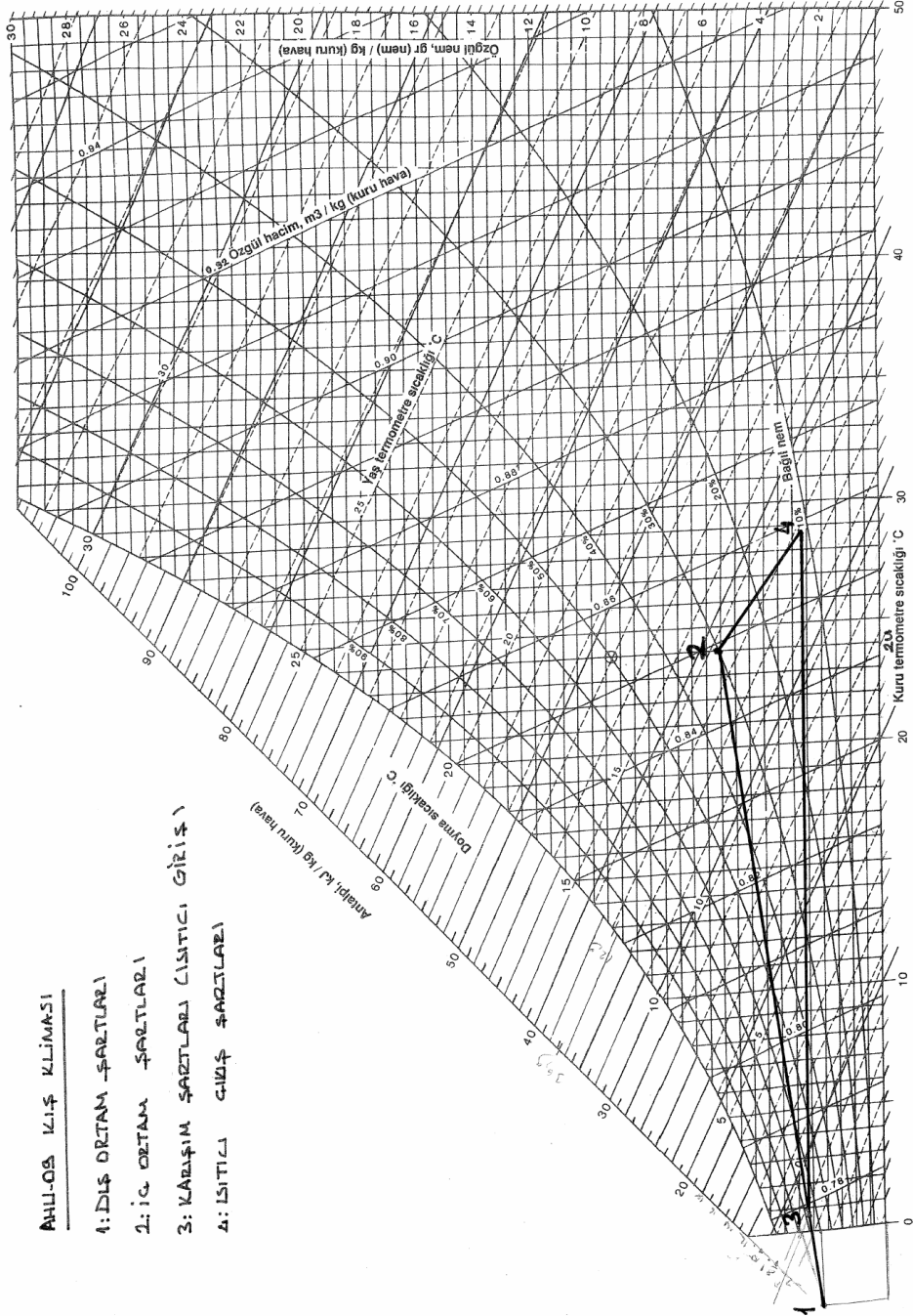


AHU 07 VİŞ KLİMASI



### AHU-03 KİŞ KLİMASI

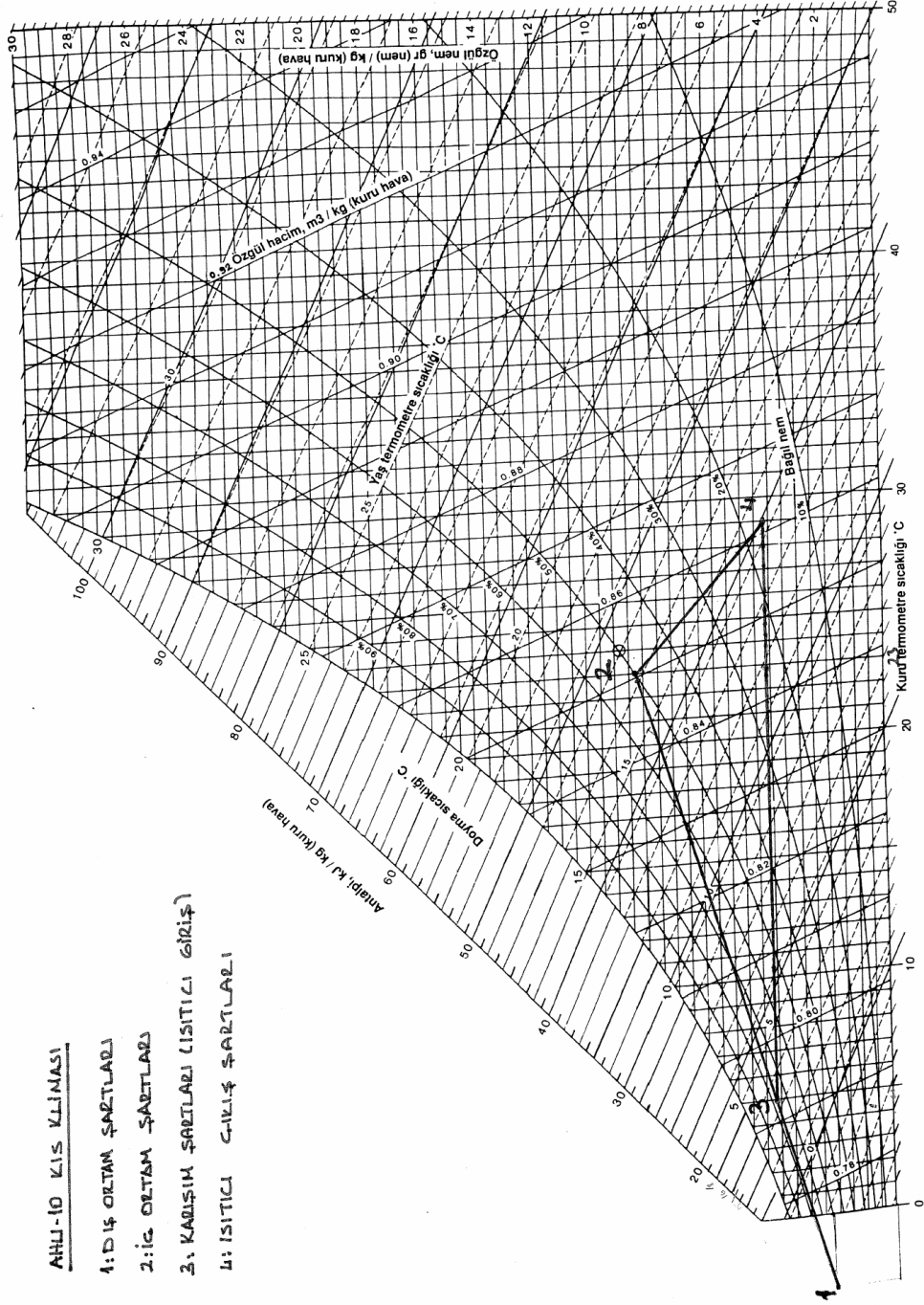
- 1: DİŞ ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KARŞIM ŞARTLARI (ISITICI GİRİŞ)
- 4: ISITICI ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHU-03 KİŞ KLİMASI

### AHU-10 KİS KLİMASI

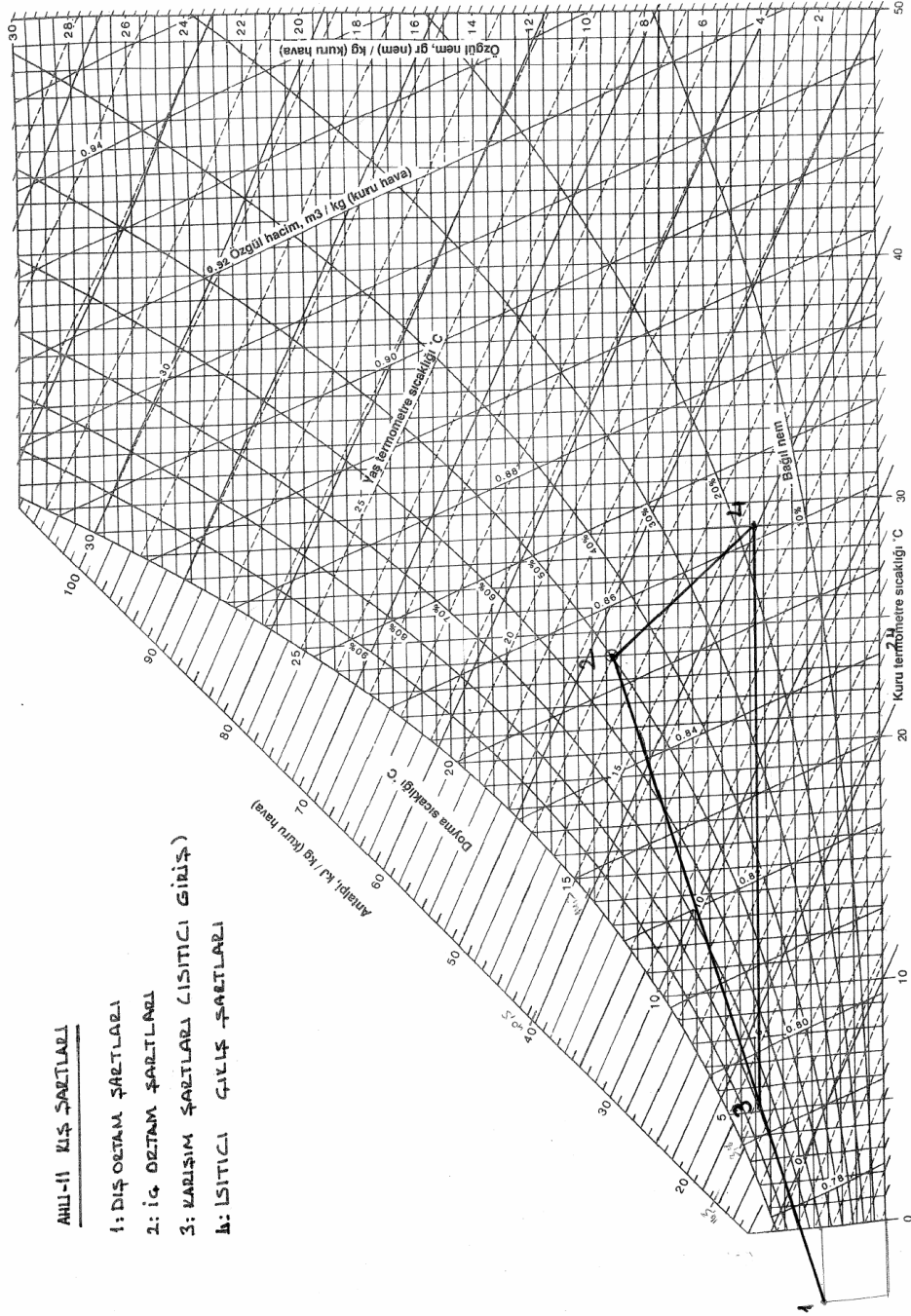
- 1: DİĞ ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KARIŞIM ŞARTLARI (ISITICI GİRİŞ)
- 4: ISITICI ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHU 10 KİS KLİMASI

### AHLI-11 KIŞ ŞARTLARI

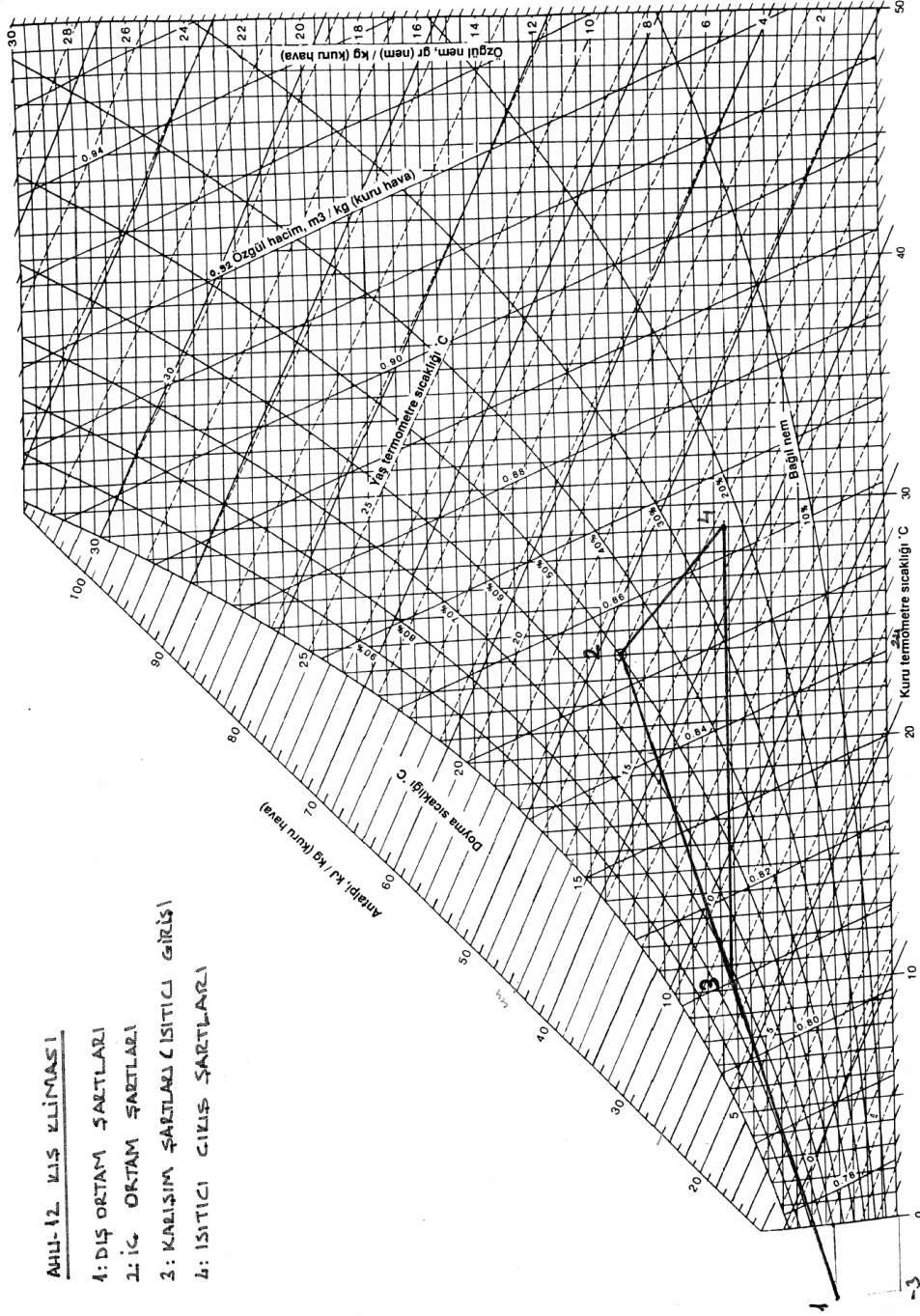
- 1: DIŞ ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KARLIŞIM ŞARTLARI (ISITICI GİRİŞ)
- B: ISITICI ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHU 11 KIŞ KLİMASI

### AHII-12 VİS KLİMASI

- 1: DIŞ ORTAM ŞARTLARI  
 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI  
 3: KALİŞİM ŞARTLARI (İSİTİCİ GİRİŞİ)  
 4: İSİTİCİ ÇIKIŞ ŞARTLARI



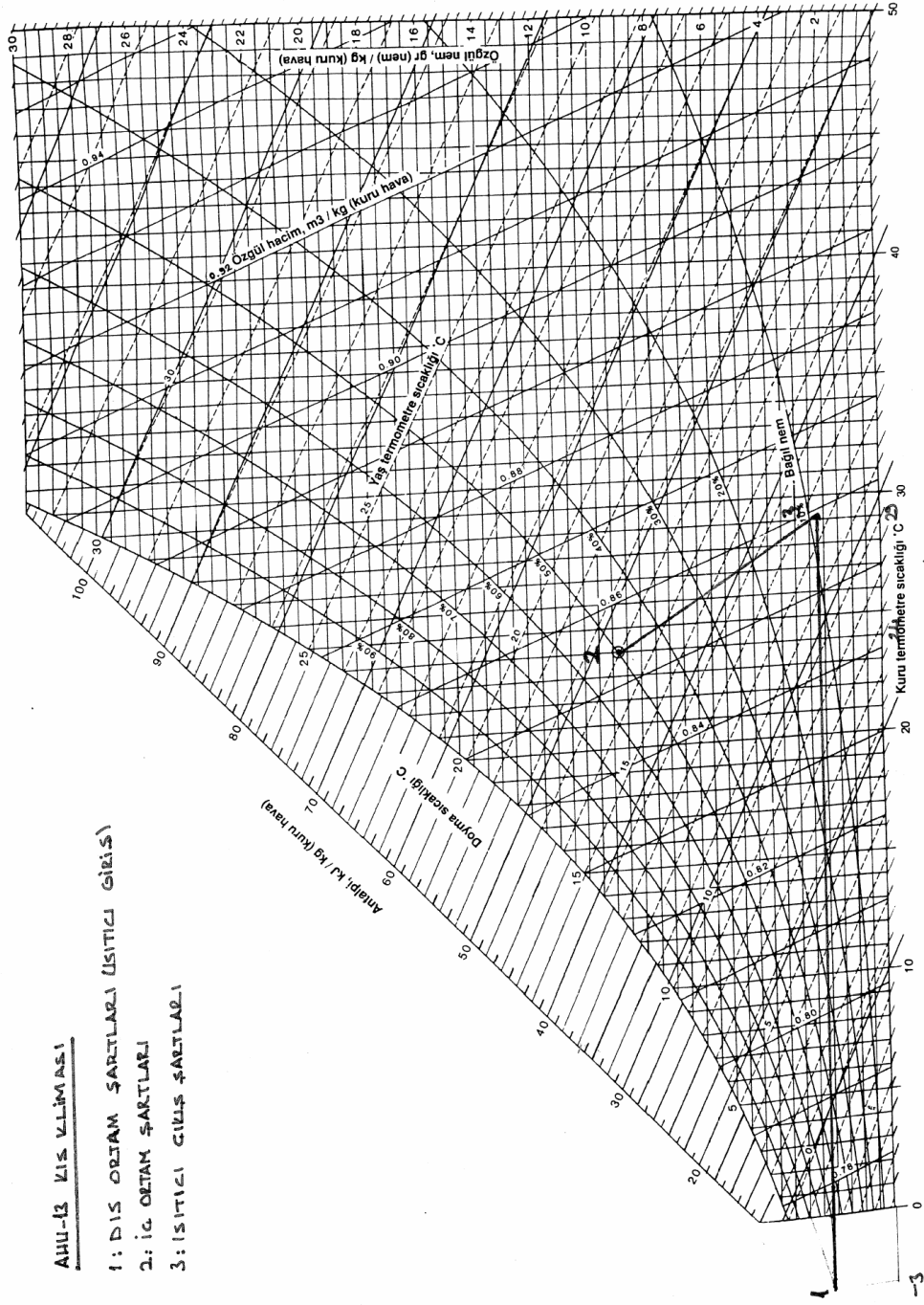
AHII 12 VİS KLİMASI

**AHU-13 KİŞİ KLİMASI**

1: DİŞ ÖRTAM ŞARTLARI (ISITICI GİRİŞ)

2: İÇ ÖRTAM ŞARTLARI

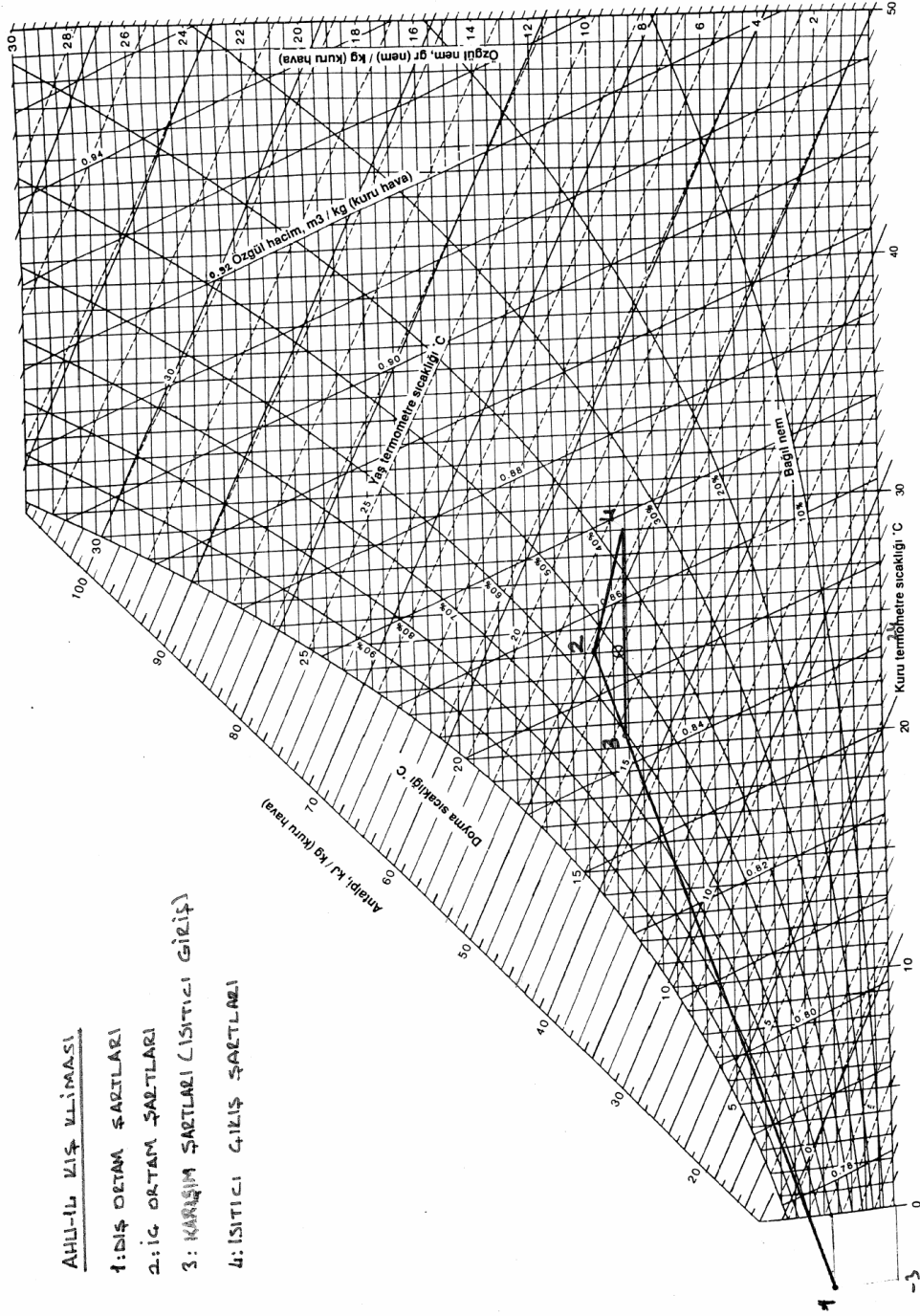
3: ISITICI GÜÇ ŞARTLARI



**AHU-12 KİŞİ KLİMASI**

### AHLU-IL KIS KLİMASI

- 1: DIŞ ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KARIŞIM ŞARTLARI (ISITICI GİRİŞ)
- 4: ISITICI ÇIKIŞ ŞARTLARI



### AHLU IL KIS KLİMASI

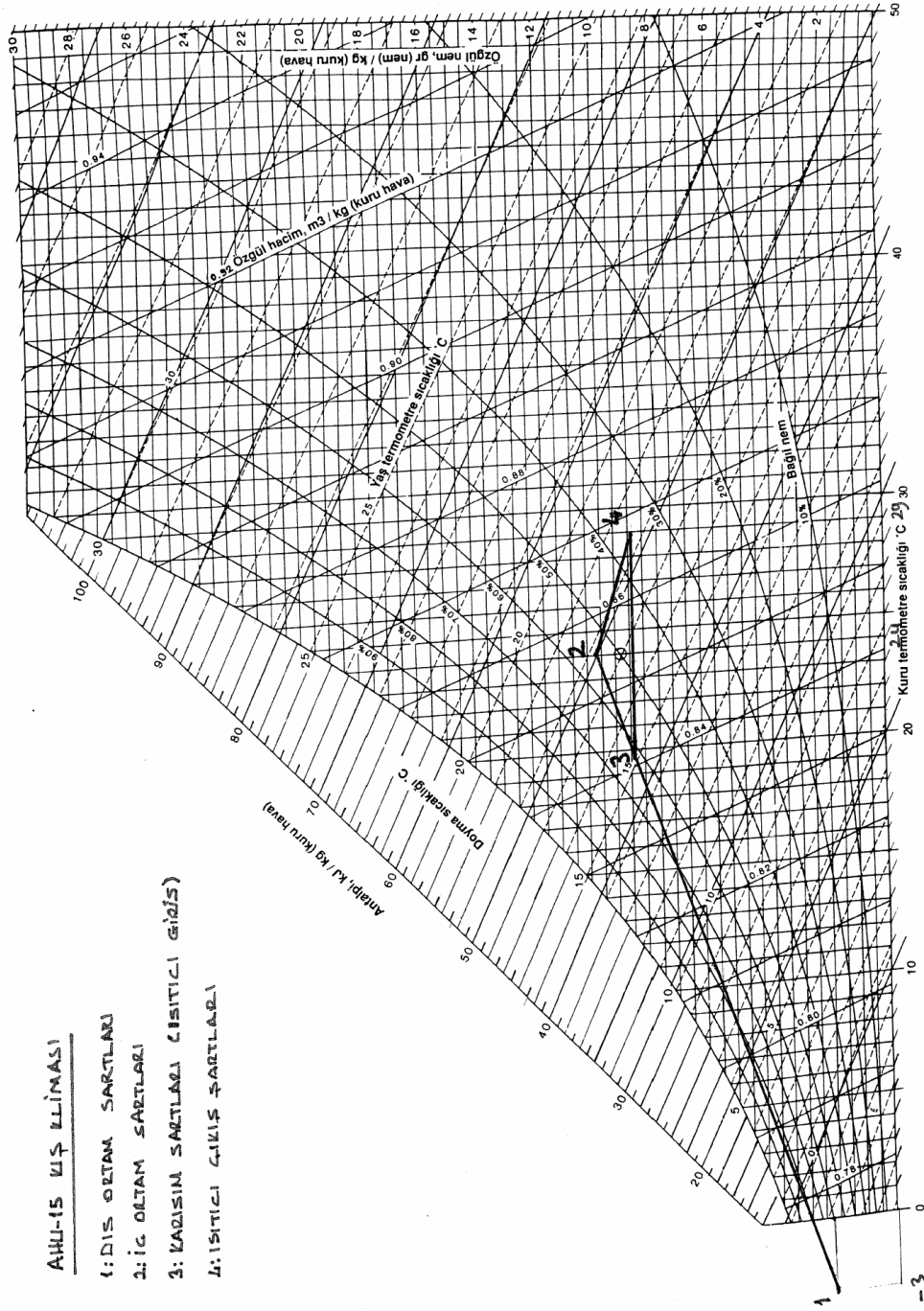
### AHU-15 KIŞ KLİMASI

1: DİS ÖRTAM ŞARTLARI

2: İÇ ÖRTAM ŞARTLARI

3: KAZISIM ŞARTLARI (SİTİCİ GİZİS)

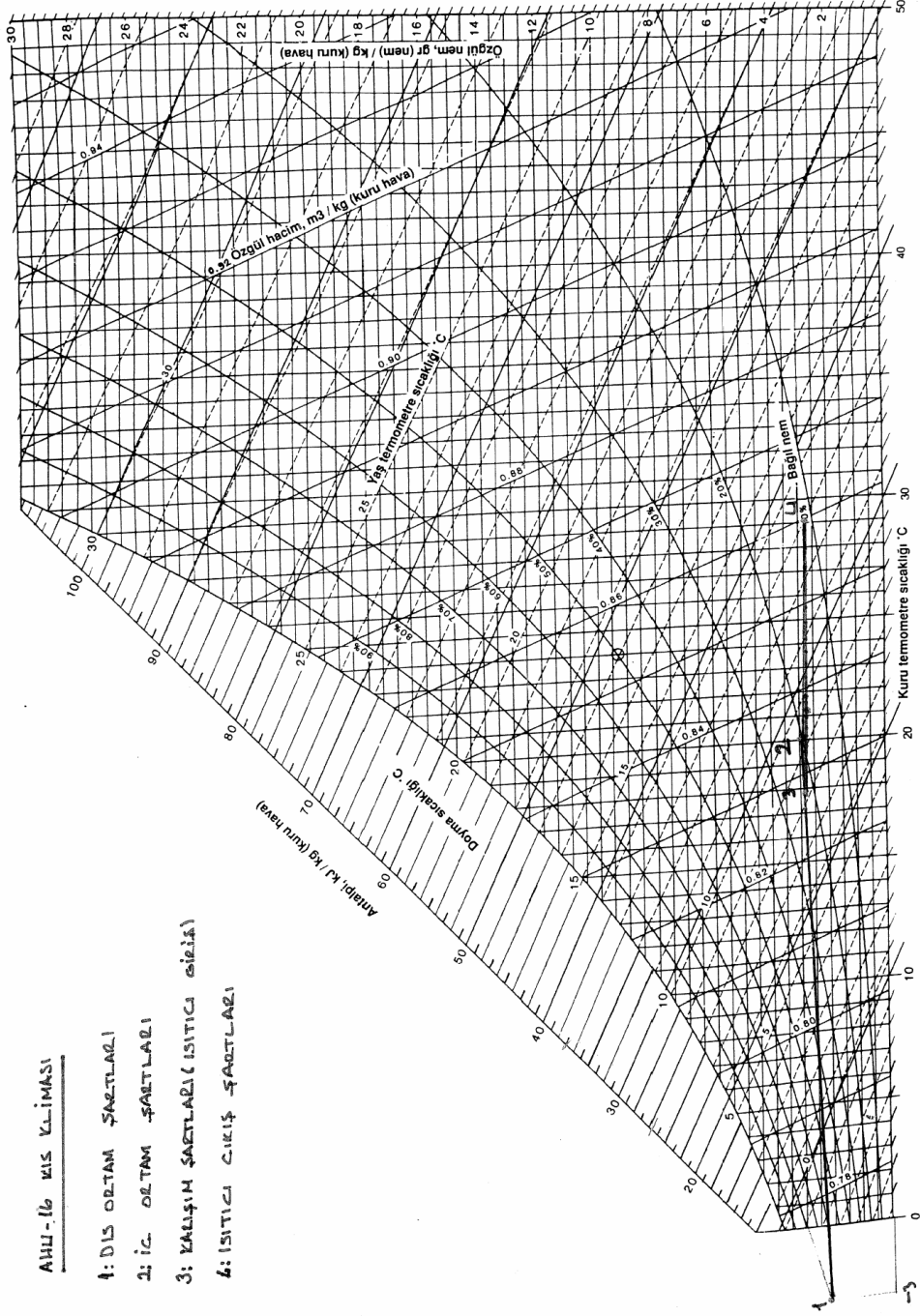
4: ISITICI ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHU 15 KIŞ KLİMASI

### AHU-16 KIS KLİMASI

- 1: DİS ORTAM ŞAİTLAİ
- 2: İÇ ORTAM ŞAİTLAİ
- 3: KALİFİM ŞAİTLAİ (İSİTİCİ İSİZİŞ)
- 4: İSİTİCİ ÇIKIŞ ŞAİTLAİ

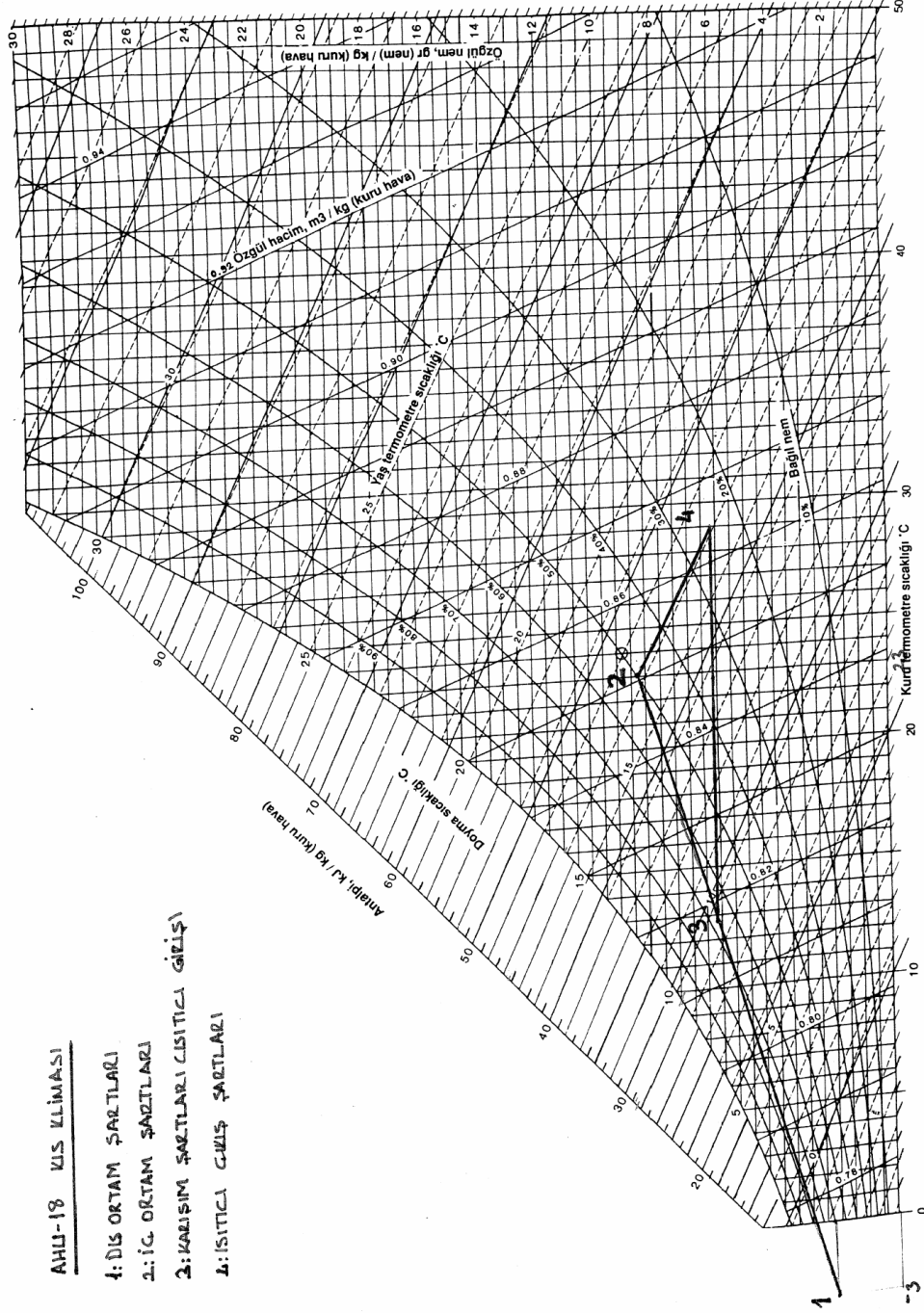


AHU 16 KIS KLİMASI

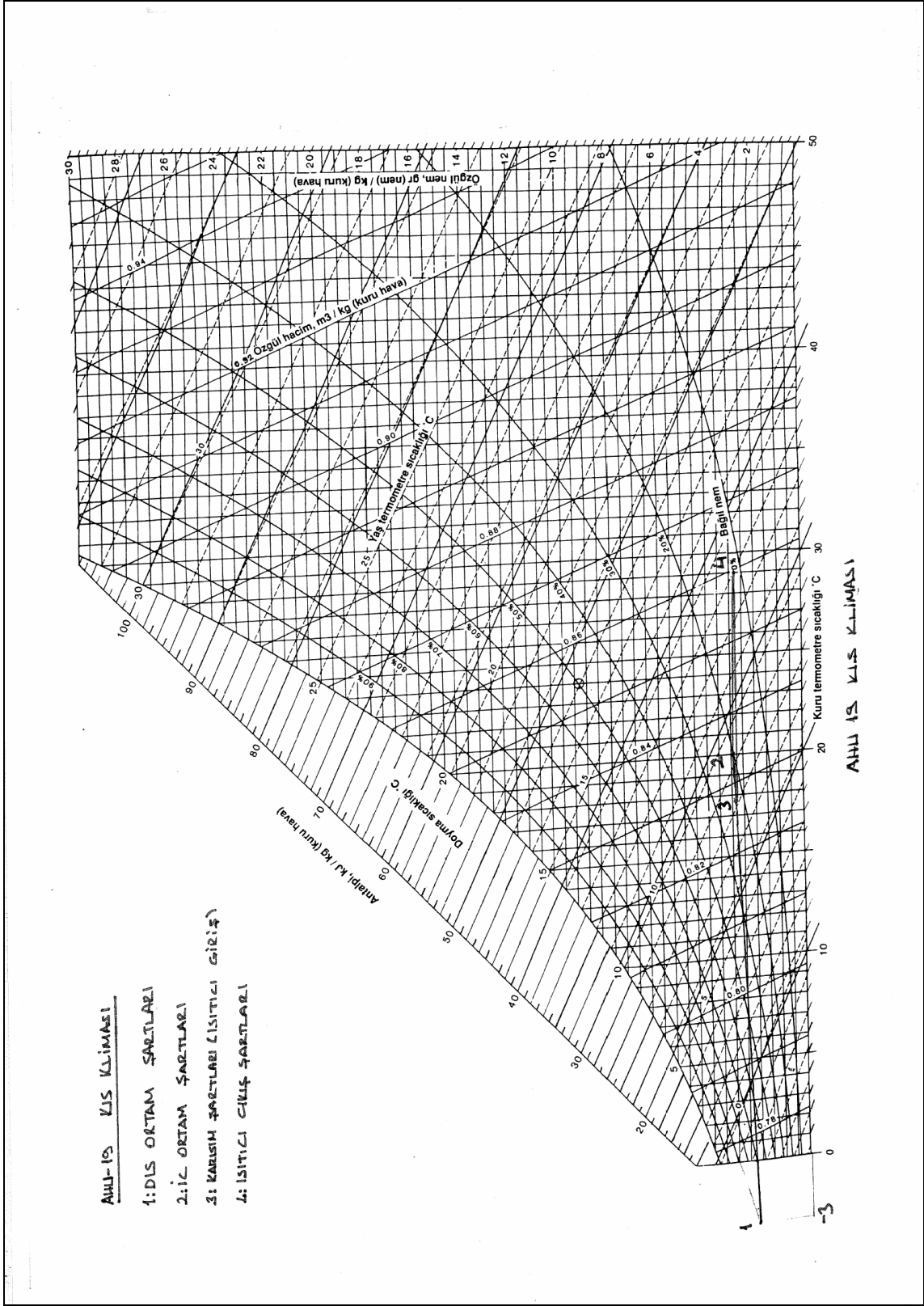


### AHU-18 KİŞİ KLİMASI

- 1: DİŞ ORTAM ŞARTLARI
- 2: İÇ ORTAM ŞARTLARI
- 3: KARIŞIM ŞARTLARI (SİTİTİCİ GİRİŞ)
- 4: İSİTİCİ ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHU 18 KİŞİ KLİMASI



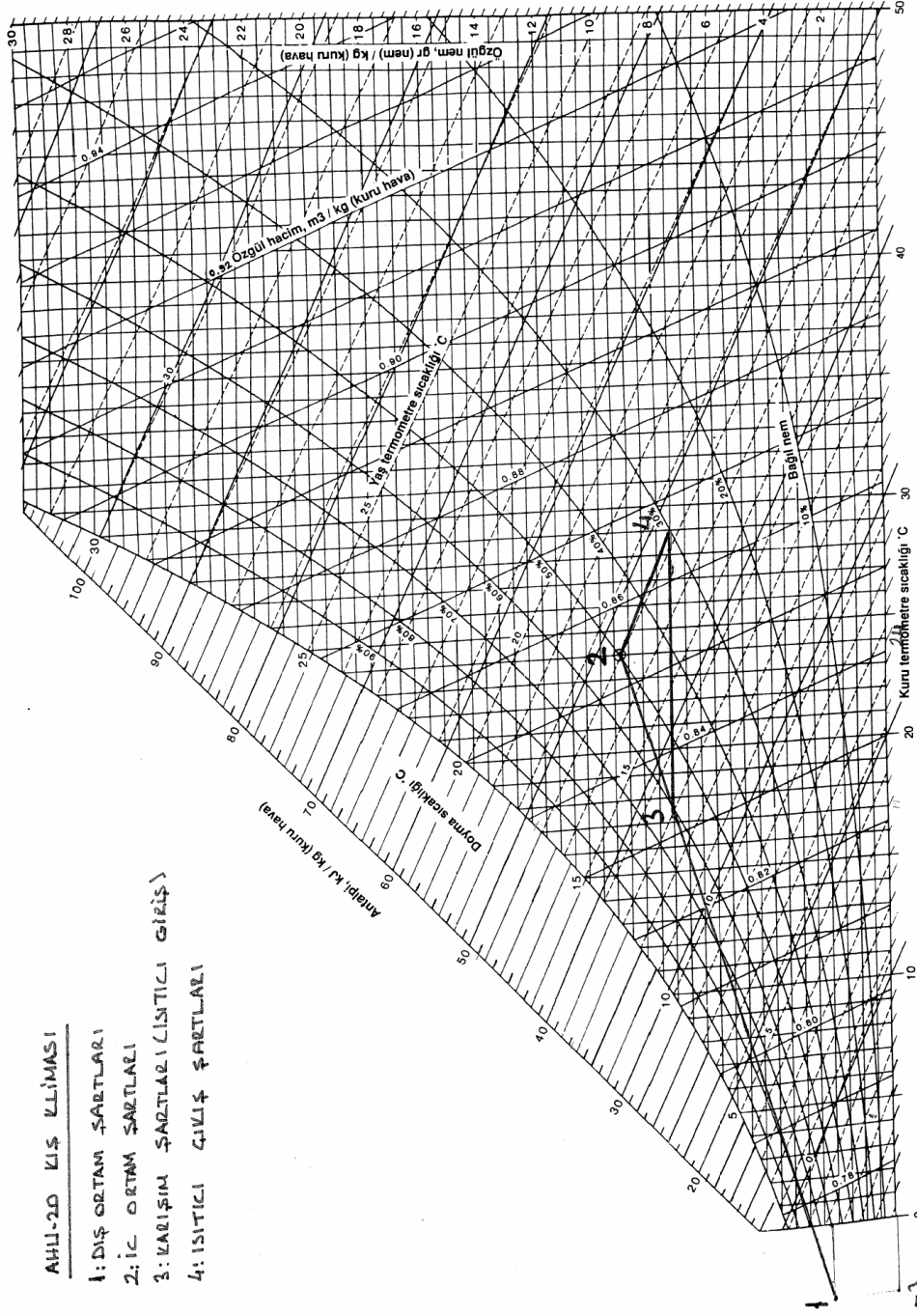
### AHU-20 KİŞİ KLİMASI

1: DIŞ ORTAM ŞARTLARI

2: İC ORTAM ŞARTLARI

3: KARIŞIM ŞARTLARI (İSİTİCİ GİRİŞ)

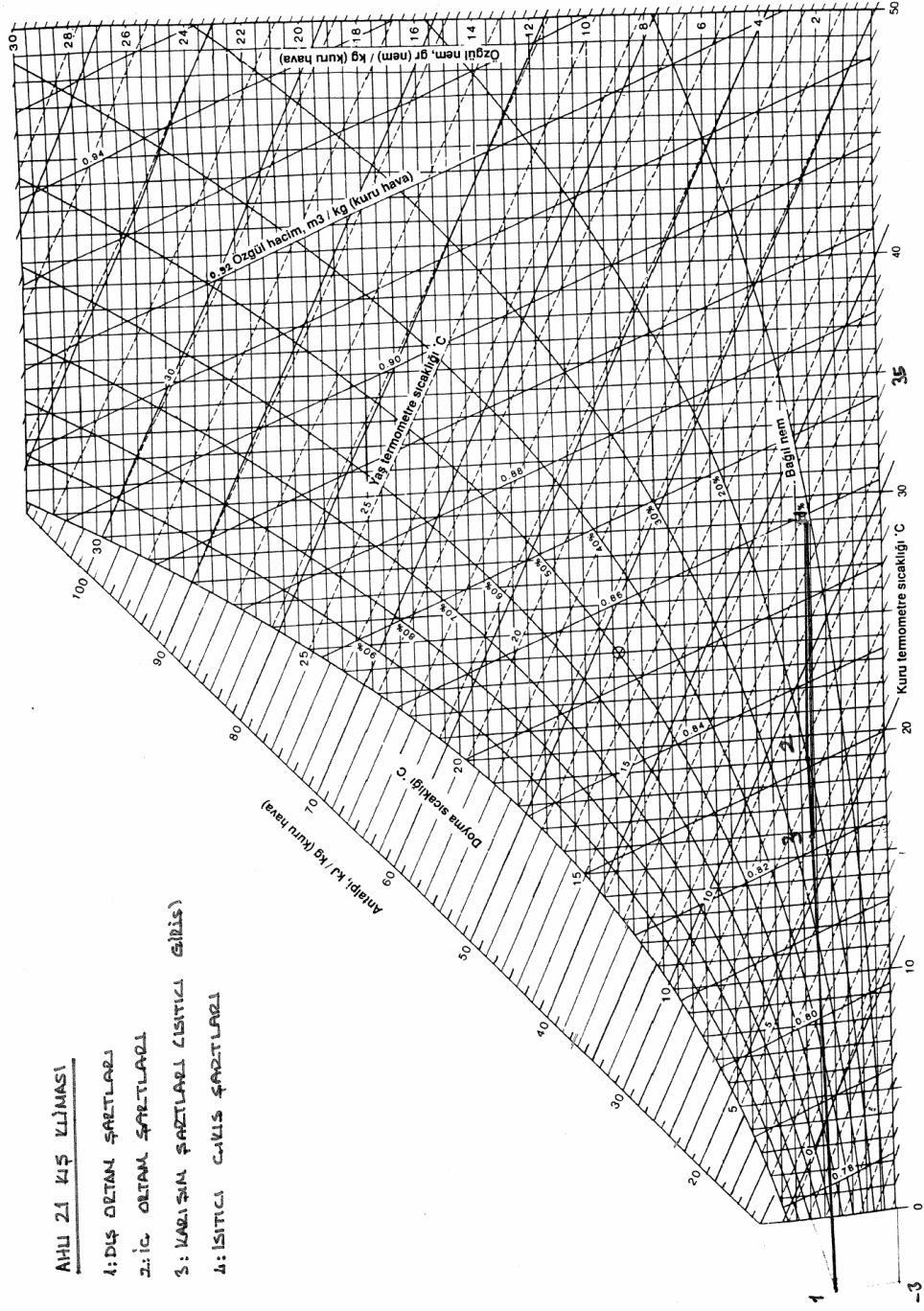
4: İSİTİCİ ÇIKIŞ ŞARTLARI



AHU-20 KİŞİ KLİMASI

### AHU 21 KİŞ KLİMASI

- 1: DİŞ ÖRTMİN ŞARTLARI
- 2: İÇ ÖRTMİN ŞARTLARI (SİTİCİ GİRİŞ)
- 3: KLİMA SİN ŞARTLARI (SİTİCİ GİRİŞ)
- 4: SİTİCİ ÇIKIŞ ŞARTLARI



### AHU 21 KİŞ KLİMASI

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi	23.05.1981	
Doğum yeri	Sivas	
Lise	1994-1998	Kabataş Erkek Lisesi
Lisans	1998-2002	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2005-	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

**Çalıştığı kurumlar**

2003-2004	Emel Kazan Ltd Şti.
2004-2005	Aks Alüminyum Kanal Sistemleri Ltd. Şti.
2005-Devam ediyor	Mecon Yapı Ltd. Şti.