

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

139684

ISIL TEST SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ ve  
UYGULANMASI

139684

Mak.Müh. Deniz YILMAZ

FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında  
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof.Dr. İsmail TEKE (YTÜ)

Prof. Dr. Olcay Kıncaç

Doç. Dr. Şeyhan Orlasıoğlu

İSTANBUL, 2003

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
BİBLİYOTEKLERİ MERKEZİ

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	v
KISALTMA LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 GİRİŞ.....	1
1.1 Türkiye'de Ticari Soğutucu Üretimi.....	2
1.2 Buhar Sıkıştırımlı Soğutucuların Test Edilmesi.....	2
2 TEST ORTAMI HAZIRLAMA ODALARI.....	4
2.1 Test Odası Nedir?.....	4
2.2 Test Odası Soğutma Sistemleri.....	4
2.3 Test Odası Isıtma Sistemleri.....	6
2.4 Test Odalarında Hava Taşınımı.....	7
3 TARİFLER.....	8
3.1 Soğutma Sistemi ile İlgili Tarifler.....	8
3.1.1 Soğutucu Akışkan.....	8
3.1.2 Soğutma Tertibatı.....	8
3.2 Basıncılı Soğutucu-Dondurucularla İlgili Tarifler.....	8
3.2.1 Soğutucu Akışkan Kompresörü.....	8
3.2.2 Genleşme Tertibatı.....	8
3.2.3 Kondenser.....	8
3.2.4 Evaporatör.....	8
3.2.5 Termostat.....	8
4 TEST ODASININ ÖZELLİKLERİ.....	9
4.1 Test Odasının Yapısı.....	9
4.2 Test Odası Sistemini Oluşturan Genel Elemanlar.....	9
4.3 Test Odası Uygulama Alanları.....	10
4.4 Test Odası İklim Sınıfları.....	10
5 TEST ODASININ TASARIMI VE İMALİ.....	12
5.1 Paneller.....	12
5.2 Sürgülü Oda Kapısı.....	14
5.3 Oda İçi Hava Plenyumu.....	14
5.4 Yükseltilmiş Döşeme.....	15
5.5 Test Odası Isı Kazancı Hesabı.....	16

5.6	Test Odası Isı Kaybı Hesabı.....	17
5.7	Cihazların Seçimi.....	18
5.7.1	Evaporatör Seçimi.....	18
5.7.2	Kompresör Seçimi .....	18
5.7.3	Kondenser Seçimi.....	18
5.7.4	Sistemde Dolaşan Soğutucu Akışkan Miktarının Hesabı .....	19
5.7.5	Vantilatör Hava Debisi Hesabı .....	20
5.7.6	Isıtıcı Batarya Seçimi .....	21
5.7.7	Nemlendirme Cihazı Seçimi .....	21
5.8	Hava Şartlandırma Cihazı .....	22
5.9	Hava Soğutmalı Soğutma Grubu .....	24
5.10	Boru Çapı Hesabı.....	24
5.11	Soğutma Sisteminin İncelenmesi.....	27
5.12	Otomatik Kontrol Paneli .....	27
5.12.1	Otomatik Kontrol Sistemi Elemanları .....	28
5.13	Test Odası Çalışma Prensibi.....	32
5.14	Otomatik Kontrol Sistemi Algoritmik Yapısı .....	34
5.15	Elektrik Kumanda Panosu.....	39
6	<b>DENEYLER.....</b>	<b>40</b>
6.1	<b>Buzdolabı Performans Tayini İçin Yapılması Gereken Deneyler .....</b>	<b>40</b>
6.1.1	Enerji Tüketim Deneyi.....	40
6.1.2	Sıcaklık Artış Deneyi .....	40
6.1.3	Donma Deneyi .....	40
6.1.4	Su Buharı Yoğuşma Deneyi .....	40
6.1.5	Depolama Sıcaklıklarının Deneyi.....	40
6.1.6	Rafların ve Benzeri Bileşenlerin Mekanik Dayanıklılığının Denenmesi .....	41
6.1.7	Kapıların,kapakların,tutamakların,mentşelerin,contaların Dayanıklılık Deneyi ..	41
6.1.8	Kapı veya Kapak Contalarının Hava Sızdırmazlık Deneyi.....	41
6.1.9	Kapıların,Kapakların Açılma Kuvveti Deneyi .....	41
6.1.10	Kokunun ve Tadın Olmadığının Doğrulanması Deneyi .....	41
6.1.11	Buz Yapma Deneyi .....	41
6.1.12	Defrostlu Soğutucularda İki Defrost Periyodunu İçeren Deneyler .....	42
6.1.13	Soğutucunun Sürekli Çalışma Şartlarına Gelme Deneyi .....	42
6.1.14	Rejime Gelmiş Bir Soğutucunun İklim Şartlarında Rejimde Kalabilme Deneyi..	42
6.1.15	Rejime Gelmiş Bir Soğutucuya Sıcak Ürün Doldurularak Yapılan Deneyler .....	42
6.1.16	Ürünle Birlikte Soğutucunun Rejime Gelme Deneyi .....	42
6.1.17	Kapaklı Soğutucularda Kapak Açma/Kapama Etkisinin İzlendiği Deneyler .....	42
6.1.18	Ürün Doldurma Kapasitelerinin Test Edildiği Deneyler .....	42
6.2	Deney Paketleri.....	42
6.3	Cihazların Yerleştirilmesi .....	44
6.4	Test Cihazları .....	45
7	<b>ODA İÇERİSİNDEKİ HAVA HAREKETLERİNİN İNCELENMESİ.....</b>	<b>48</b>
7.1	Oda İçerisindeki Sıcaklık Dağılımının Simülasyonu.....	48
7.2	Oda İçerisindeki Hız Dağılımının Simülasyonu.....	49
7.3	Oda İçerisindeki Akım Fonksiyonunun Dağılımının Simülasyonu .....	50

8	PERFORMANS DENEYLERİ.....	51
8.1	Deney 1 .....	51
8.2	Deney 2 .....	52
8.3	Deney 3 .....	53
8.4	Deney 4 .....	54
8.5	Deney 5 .....	55
8.6	Deney 6 .....	56
8.7	Deney 7 .....	57
9	SONUÇLAR.....	58
	KAYNAKLAR .....	59
	ÖZGEÇMİŞ .....	60



## SİMGE LİSTESİ

$c_p$	Havanın özgül ısısı, (J/kg <sup>°</sup> K)
$C$	Özgül ısı kazancı, (kcal/kg °C)
$H$	Entalpi, (Kj/kg)
$h_i$	İç havanın entalpisi (kcal/kg)
$h_d$	Dış havanın entalpisi (kcal/kg)
$I$	Akım (A)
$K$	Toplam ısı transfer katsayısı (W/m <sup>2</sup> °K)
$m$	Soğutucu akışkanın debisi, (kg/s)
$Q$	Isı, (W)
$R$	Direnç(Ω)
$T_b$	Buharlaşma sıcaklığı, (°C)
$T_y$	Yoğuşma sıcaklığı, (°C)
$t_i$	İç sıcaklık, (°C)
$t_e$	Mahale beslenen havanın sıcaklığı, (°C)
$U$	Voltaj, (V)
$V$	Oda hacmi, (m <sup>3</sup> )
$v$	Özgül hacim (kg/m <sup>3</sup> )
$W$	Özgül nem (g/kg)
$\gamma$	Havanın özgül ağırlığı (kg/m <sup>3</sup> )



## **KISALTMA LİSTESİ**

<b>ASHRAE</b>	<b>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</b>
<b>DD</b>	<b>Dış Duvar</b>
<b>DP</b>	<b>Diferential Pressure (Fark Basıncı)</b>
<b>E</b>	<b>Elektrikli rezistans</b>
<b>H</b>	<b>Nem sensörü</b>
<b>I</b>	<b>Isıtma</b>
<b>M</b>	<b>Fan motoru</b>
<b>N</b>	<b>Nemlendirici</b>
<b>S</b>	<b>Soğutma</b>
<b>T</b>	<b>Sıcaklık sensörü</b>
<b>TA</b>	<b>Tavan</b>
<b>TS</b>	<b>Türk Standartları</b>
<b>Z</b>	<b>Zemin</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 5.1 Test odası yerleşim planı .....	12
Şekil 5.2 Oda panelleri montaj şekli .....	13
Şekil 5.3 Panel kesit görünüşü.....	14
Şekil 5.4 Test odasının sürgülü kapısı .....	14
Şekil 5.5 Yükseltilmiş döşeme yapısı .....	15
Şekil 5.6 LnP-h diyagramı.....	20
Şekil 5.7 Test odası kesit görünüşü.....	23
Şekil 5.8 Test odası P&I diyagramı .....	26
Şekil 5.9 Test odası kontrol diyagramı .....	30
Şekil 5.10 Otomatik kontrol sistem şeması .....	31
Şekil 5.11 Test odası kesit görünüşü.....	32
Şekil 5.12 Test odası kontrol sistemi algoritmik yapısı .....	34
Şekil 5.13 Test odası ısıtma işlemi algoritmik yapısı .....	35
Şekil 5.14 Test odası soğutma işlemi algoritmik yapısı.....	36
Şekil 5.15 Test odası nem alma işlemi algoritmik yapısı.....	37
Şekil 5.16 Test odası nemlendirme işlemi algoritmik yapısı .....	38
Şekil 6.1 Hava dolaşımı sınırlama bölmesi (üstten görünüş).....	45
Şekil 7.1 Oda içerisindeki sıcaklık dağılımının konturu.....	48
Şekil 7.2 Oda içerisindeki hava hızı dağılımının konturu.....	49
Şekil 7.3 Oda içerisindeki havanın akım fonksiyonunun konturu.....	50
Şekil 8.1 Oda içerisindeki sıcaklığın zamanla değişimi.....	52
Şekil 8.2 Oda içerisindeki sıcaklığın zamanla değişimi.....	53
Şekil 8.3 Oda içerisindeki sıcaklığın zamanla değişimi.....	54
Şekil 8.4 Oda içerisindeki sıcaklığın zamanla değişimi.....	55
Şekil 8.5 Oda içerisindeki nemin zamanla değişimi .....	56
Şekil 8.6 Oda içerisindeki nemin zamanla değişimi .....	57
Şekil 8.7 Oda içerisindeki sıcaklığın zamanla değişimi.....	58

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 4.1 Deney odası iklim sınıfları, kuru termometre sıcaklığı ve nisbi nem .....	10
Çizelge 4.2 İklim sınıfları .....	11
Çizelge 5.1 LnP-h diyagramındaki noktalara göre basınç, sıcaklık ve entalpi değerleri .....	19
Çizelge 5.2 Hava şartlandırma cihazı özellikleri .....	22
Çizelge 5.3 Hava soğutmalı soğutma grubu özellikleri .....	24
Çizelge 6.1 Deney paketlerinin boyutları ve kütlesi .....	43



## **ÖNSÖZ**

Bu çalışmada, ticari veya ev tipi buzdolaplarının, ilgili standartlara göre deneylerinin yapılabilmesi için bir deney odasının tasarımı ve imali gerçekleştirilmiştir.

İmal edilen deney odasında, deneme amaçlı testler yapılarak standartlara uygun olarak çalıştığı gösterilmiştir.

Bana bu konuda çalışma fırsatı veren ve bu çalışmanın gerçekleşmesinde ilgi ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof.Dr.İsmail Teke'ye gönülden teşekkür ederim.



## ÖZET

Bu çalışmada, ısıl cihazların üretimini yapan bir firmaya, performans testlerinin yapılabilmesi için bir adet test odası projelendirilmiş ve imal edilmiştir. Ayrıca hazırlanan bu test odasının çeşitli yerlerine sıcaklık ve nem sensörleri yerleştirilerek deneme testleri yapılmıştır. Bu testlerin sonucunda oda içerisindeki sıcaklık ve nem dağılımının homojen olduğu ve oda içerisindeki sıcaklık ve nem farklarının standartlarda belirtilen sınırlar içerisinde kaldığı deney sonuçlarıyla ispatlanmıştır.

Birinci bölümde, klor ve brom içeren soğutucu akışkanların ozon tabakasına olumsuz etkilerinden söz edilmiş ve test odalarının kullanım amaçlarından bahsedilmiştir.

İkinci bölümde, test odasının ne olduğu ve kullanım alanlarıyla ilgili bilgi verilerek test odalarının genel olarak ısıtma ve soğutma sistemi anlatıldı.

Üçüncü bölümde, soğutma sistemi ekipmanlarının kısaca tarifleri yapıldı.

Dördüncü bölümde, test odasının özellikleri, ana elemanları ve uygulama alanları hakkında bilgi verildi.

Beşinci bölümde, test odasının tasarımı ve imali yapıldı. Test odası panel, zemin ve asma tavan özelliklerinin yanında ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanıp buna göre de soğutma sistemi ekipmanlarının seçimi yapıldı. Daha sonra otomatik kontrol sistemi ve elektrik tesisatı üzerine kısa bilgiler verildi.

Altıncı bölümde, tasarlanan bu test odasında yapılabilecek deneyler ve bu deneylerin amaçları anlatıldı.

Yedinci bölümde, oda içerisindeki hava hareketlerinin simülasyonu yapıldı.

Sekizinci bölümde, test odasının çeşitli yerlerine sensörler yerleştirilerek, odanın çeşitli yerlerindeki sıcaklık ve nem değerleri ölçülüp sonuçlar grafik olarak gösterildi.

**Anahtar kelimeler:** İklimsel test odası, deney, buzdolabı

## **ABSTRACT**

In this thesis, one test chamber is designed and fabricated for the performance tests to the company, which is producing heating devices. In addition the tests are done by using the heat and humidity sensors which are located at the different sections of the test chamber. As a result of these tests, the temperature and humidity differences occurred in the chamber are checked according to the related standards and proved that the results of the tests are in the range of these standards.

In the first chapter, the long-term effects of the refrigerants to ozone layer, which are including chlorine and bromine are taken under consideration and the applications of the test chamber are presented.

In the second chapter, the information about the test chamber and the cooling system is presented.

In the third chapter, the definitions of cooling system equipment are described.

In the fourth chapter, general information about the properties, main equipments and the application areas of the test chamber are presented.

In the fifth chapter, the design and construction of the test chamber is taken under consideration. Initially, the specifications of ceiling, floor and panel of the test chamber are described and then cooling and heating loads are calculated. Based on these calculations the equipments of cooling system are selected. At the end of this chapter, short information about the automatic control system and electricity circuit is presented.

In the sixth chapter, the experiments related to the design test chamber and the objectives of these experiments are presented.

In the seventh chapter, the simulation for the air movements in the test chamber is done.

In the eighth chapter, the sensors are located at the appropriate sections of the test chamber in order to measure the temperature and humidity values and the results are illustrated by charts.

**Keywords:** Climatic test chamber, test, refrigerator

## 1.GİRİŞ

Güneş enerjisi yeryüzüne farklı dalga boylarında düşer ve yüksek enerjili ultraviyole ışınları canlı organizmalar için zararlıdır. Bu ışınlar stratosfer içerisinde bir seri ozon kombinasyonları ile filtre edilir.

Araştırmalar, ozon tabakasının incelmesini ve bunun sebebinin, atmosferdeki klor ve brom miktarının artması ve atmosferin üst tabakasına yükselen klor ve brom moleküllerinin ozon molekülleri ile reaksiyona girmesinden kaynaklandığını göstermektedir. Yine araştırmalar göstermektedir ki, ozon tabakasının incelmeye neden olan klor ve brom elementleri soğutucularda kullanılan R 11, R 12, R 502 ve R 22 gibi soğutucu akışkanlardan çevreye yayılmaktadır.

Klor ve brom içeren soğutucu akışkanların ozon tabakasına olumsuz etkilerinden dolayı yeni arayışlara gidilmiş ve Montreal Protokolü ile bu arayışların esasları belirlenmiştir. Bu protokol, Eylül 1987 tarihinde Birleşmiş Milletler Çevre Programının öncülüğünde, ozon tabakasına zarar veren maddelerin yaklaşık %80 ini üreten 24 ülke tarafından imzalanmıştır. Bu protokole göre tüm ülkeler ozon tahribatı yaptığı belirlenen soğutucu maddelerin ve farklı sanayi kollarında kullanılan benzer etkileri olan diğer maddelerin üretim ve tüketimini azaltacak ve belirli bir takvim içinde tamamen kullanımdan kaldıracaktır. Türkiye'nin de dahil olduğu gelişmekte olan ülkeler için bu takvim daha uzun tutulmuştur.

Montreal protokolünü imzalayan bir ülke olan Türkiye CFC'lerin tüketimi açısından gelişmekte olan bir ülkedir. Üretilen her bir buzdolabında, soğutucu akışkan olarak 0,25-0,30 kg CFC-12 kullanılmaktadır.

19. yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan soğutma sanayinde ilk zamanlar karbonmonoksit, hava, su ve amonyak gibi doğal maddeler kullanılmıştır. Zamanla yapay olarak elde edilen kloroflorokarbon ve hidroflorokarbonlar bu maddelerin yerini almış ve yoğun şekilde kullanılmıştır.

Bu maddelerin zaman içinde çevreye atılması ve atmosfere karışması, çevre kirlenmesine, atmosferde sera etkisinin artmasına ve ozon tabakasının tahribatına sebep olmaktadır. Ozon tabakası, yeryüzünden 15-20 km yükseklikte başlayan ve 25-30 km'de maksimum yoğunluğa ulaşan, canlıları güneşin zararlı UV ışınlarından koruyan bir tabakadır. Ozon tabakasının en önemli fonksiyonu stratosfere ulaşan zararlı güneş ışınlarını tutarak yeryüzüne ulaşmasını engellemesidir. Bu tabakanın incelmeye ve bölgesel olarak tahrip olması nedeniyle yeryüzüne ulaşan UV ışınları tüm canlıları olumsuz yönde etkilemekte ve ekolojik dengeyi bozmaktadır.

Soğutucu akışkanların yapısında bulunan klor ve brom atmosfere yayıldığında güneş ışınlarının etkisi ile oldukça zayıf bağlara sahip olan ozon molekülleri ile reaksiyona girerek brommonoksite (BrO) ve klormonoksite (ClO) dönüşmektedir. Bu reaksiyon sonucu O<sub>2</sub> açığa çıkmakta ve reaksiyon zincirleme devam etmektedir. Bundan dolayı, imal edilecek ticari soğutucuların alternatif soğutucu akışkanlar kullanılarak imal edilmesi gerekmektedir (Ataer vd., 1999).

### 1.1 Türkiye’de Ticari Soğutucu Üretimi

Türkiye’de yüksek üretim kapasitesine sahip ticari soğutucu üreten firmaların çoğu soğutucu akışkan değişimlerini tamamlamışlardır. Bu firmalar, soğutucu akışkan olarak ozona zararsız soğutucu akışkan R 134a’yı kullanmaya başlamışlardır.

Küçük kapasiteli firmaların yıllık üretimleri 50 ile 5000 arasındadır. Bu firmalar, kullandıkları soğutucu akışkanları kendi imkanlarıyla değiştirecek maddi ve teknik imkan veya birikimine sahip değildirlir (Ataer vd., 1999).

### 1.2 Buhar Sıkıştırılmalı Soğutucuların Test Edilmesi

Yukarıda açıklandığı gibi, ozon tabakasına zarar veren soğutucu akışkan kullanan üreticiler, soğutucu akışkanlarını değiştirerek, R134a, R 404A, R 507 veya R 290 (propan) gibi ozon tabakasını etkilemeyen soğutucu akışkanları kullanmaları gerekmektedir. Soğutucu akışkanı değiştirilen ticari soğutucuların TS, ISO veya ilgili diğer standartlara göre test edilmesi ve performanslarının belirlenmesi gerekir. (Ataer vd., 1999).

Bu çalışmada, ev tipi veya ticari tip soğutma sistemlerinin (buzdolapları) performans deneylerinin yapılabilmesi için gerekli olan test odasının tasarımı ve imali yapılmıştır. Ev tipi ve ticari soğutucuların performans deneyleri için gerekli iklim şartları standartlarla sabit olup, test odasının tasarımı aşamasında bu standartlar göz önüne alınmıştır. Kullanılan standartlar sırasıyla şunlardır:

TS 87, “Soğutucu Cihazlar (Buzdolapları) – Ev Tipi- Düşük Sıcaklık Bölmesi Bulunan Veya Bulunmayan Soğutucuların Performansı”,

TS 7495, “Tercih Edilen Test Sıcaklıkları”,

TS 7596, “Soğutucular(Buzdolapları) Ev Tipi-Donmuş gıda depolama dolapları ve Gıda Dondurucuları-Karakteristikler ve Deney Metotları”,

TS 7853, “Soğutucu Dolaplar, Ticari – Deney Metotları – Genel Deney Şartları”,

TS11301,“Soğutucular(Buzdolapları) Ev ve benzeri yerlerde kullanılan Soğutucu-Dondurucular-Özellikler ve Deney Metotları”,

Standartlardaki test şartlarına göre tasarlanan test odasının başlıca özellikleri şöyledir:

Sıcaklık çalışma aralığı: 0 °C / 50 °C

Sıcaklık kontrol adımları: 1 °C,

Sıcaklık dalgalanması:  $\pm 0,5$  °C,

Oda içinde dikey sıcaklık dağılımı: 0,5 °C/m,

Nem çalışma aralığı: %40 / %95 Rh,

Hava hızı: 0,2 m/sn.



## 2.TEST ORTAMI HAZIRLAMA ODALARI (TEST ODALARI)

### 2.1 Test Odası Nedir?

Gerçekteki çevre şartlarını, aynen veya yoğunlaştırarak meydana getirmek üzere hazırlayan hacimlerdir. Bu testler: (1) Mekanik ve elektrik aksamının performansını tayin etmek, (2) İnsan ve diğer canlılar üzerinde koruyucu ekipman ve giysileri denemek, (3) Rakım seviyelerinin ve uzay araçlarındaki şartların etkilerini belirlemek, (4) İnsan beyni ve vücudu üzerinde fizyolojik ve psikolojik etkileri saptamak, üzere yapılmakta olup bunları;

(a)İklimsel,

(b) Dinamiksel olarak iki grupta toplamak mümkündür.

a)İklimsel Test Hacimleri:

Sıcaklık Testi: Alt ve üst limit tayini, ani-şok sıcaklıklar ile sıcaklık değişimlerinin etkilerinin saptanması.

Nem Testi: Cihazlar üzerinde, sabit nemin veya nem değişimlerinin etkilerinin saptanması.

Tuz Püskürtme Testi: Korozyona dayanımın saptanması içindir. (testler genellikle, yüksek nem seviyelerinde yapılır.)

Mantar/Fungus Testi: Ekipman (özellikle elektrik) üzerinde mantar-küf üremesinin tayini.

Muhtelif İklimsel Şartların Uygulanması: Aşırı sıcak-soğuk, kar-buz, fırtına, v.s.

Rakımsal Ve Uzay Şartları Uygulama Hacimleri: Havacılıkla ilgili (füze, roket, uzay aracı) deneylerin yapılması.

Kombine Çevre Şartlarını Deneme Hacimleri: Yukarıda belirtilen şartlardan iki veya daha fazlasını birlikte uygulamak için.

b)Dinamiksel Test Hacimleri: Titreşim, fiziki darbe, ivmelendirme, mekanik gerilim, nükleer radyasyon, kozmik radyasyon, mikro meteor bombardımanı gibi testleri içermektedir (Özkol, 1999).

### 2.2 Test Odası Soğutma Sistemleri

Test hacimlerinde kullanılan soğutma sistemleri, normal olarak mekanik soğutma türü olup basınçlı sıvıları veya kuru buz (donmuş CO<sub>2</sub>) buharlaştırmak suretiyle de soğutma sağlandığı görülmektedir. Mekanik soğutma şeklinde, halokarbon soğutkanlar, zehirleyici ve yanıcı

olmadıklarından ve ayrıca daha yüksek sıcaklıklarda dahi stabil olduklarından dolayı tercih edilmektedir. Birçok kere test hacminin hem derin soğutma hem de +150°C' ye kadar varan sıcaklıklara cevap verebilmesi beklenmektedir. Bu durumda, evaporatördeki soğutucu akışkan ile yağlama yağının ve bazı soğutma aksamının yüksek sıcaklıktan korunması gerekmekte olup bu maksatla evaporatörün soğutulması söz konusu olmaktadır. Bir başka koruma yöntemi de evaporatördeki soğutucu akışkanın geçici olarak düşük sıcaklık seviyesindeki emniyetli bir depoya alınması şeklindedir.

Bir başka uygulama şekli; düşük sıcaklıklarda yüksek işletme maliyetlerine rağmen, harcanabilir akışkanların kullanımınıdır.

Harcanabilir akışkanlar: sıvı CO<sub>2</sub>, sıvı Azot, sıvı Helyum, sıvı Hidrojen veya benzerleri olup, bunlar veya kuru buz (donmuş CO<sub>2</sub>) direkt olarak test hacmine verilerek veya bir ısı değiştiricide ikincil soğutkanı soğutarak görev yaptırılmaktadır. Özellikle 2 veya 3 kademeli kaskat soğutmayı gerektiren düşük sıcaklıklar için; ilk kuruluş masraflarının az oluşu, basit, hafif ve az yer kaplayan kompakt ekipmana sahip olması ve ayrıca istenen düşük sıcaklıklara çok daha hızlı bir şekilde inebilme özelliğine sahip olması bakımından sıvı soğutkanlar veya kuru buz buharlaştırılarak soğutma sağlanması daha uygun olmaktadır. Ancak, işletme masraflarının daha yüksek olacağı, test edilen malzemenin ani sıcaklık düşmesinden zarar görebileceği ve ayrıca çevredeki çalışanların da oksijen yetersizliğine maruz kalabileceği unutulmamalıdır (Özkoç, 1999).

Sıvı Azot, direkt veya dolaylı olarak 101,3 kPa basınçtaki kaynama sıcaklığı olan -196 °C' ye kadar olan bütün sıcaklıklar için kolay ve ucuz bir şekilde uygulanabildiğinden dolayı kullanılabilir. Sıvı CO<sub>2</sub> de -70 °C' ye kadar kullanılmakta, fakat ısı kapasite bakımından Azot, -70°C civarı sıcaklıkları için daha ekonomik olabilmektedir (buharlaşma ısısı ve gaz haldeyken ısınma ısısı ile aldığı ısı toplamı CO<sub>2</sub> 'ye göre daha fazladır). Sıvı Helyum ve sıvı Hidrojen ise mutlak sıfır °K' e yaklaşan sıcaklık seviyeleri için uygun olmaktadır. Sıvı CO<sub>2</sub> iki ayrı basınçta kullanılabilir: Birincisi; düşük basınçlı sıvılar, soğutulmuş resiverde yaklaşık 2MPa basınç ve -20°C sıcaklıkta depolanır. Bu basınç ve sıcaklıkta CO<sub>2</sub>' nin özgül ısısı 280 kJ/kg dır. İkincisi; yüksek basınçlı sıvı oda sıcaklığındadır ve hava sıcaklığına bağlı olarak 5MPa ile 7 MPa arasında değişen basınçlarda depolanır. İlk sıcaklığa bağlı olarak akışkanın özgül ısısı yaklaşık olarak 115-175 kJ/kg aralığında değişmektedir. Yüksek basınca sahip sıvı, sadece çok küçük soğutma yükleri için kullanılabilir, çünkü; sıvının özgül ısısı düşük ve akışkan yüksek basınç silindirinin %60-70'ini doldurabilmektedir. Aynı zamanda, maliyet de düşük basınçlı akışkan kullanımına göre

dikkate değer bir miktarda fazladır. Yüksek verimlilik için yüksek basınçlı akışkan olarak CO<sub>2</sub> seçildiği zaman, sisteme giren akışkanın ön soğutmasını soğuk eksoz buharıyla ısı transferi yoluyla yapacak olan ekonomizör kullanılabilir. Böylece, CO<sub>2</sub> gereksinimini %15'den %30'a varan oranlarda azaltmak mümkündür.

Sistemdeki borular, valfler, ısı değiştirgeçleri v.b. demir olmayan malzemelerden, paslanmaz çelik veya yüksek nikel çeliğinden imal edilmelidir.

Test odalarında oksijen azalması durumunda personeli uyarmak için oksijen monitör sistemi bulunmalıdır (Ashrae, 1994).

Birçok kere ikincil soğutkanlar da test hacimlerinin soğutulmasında kullanılmaktadır. Bunlar özel ısı transfer sıvıları olup, kullanımları, sıcaklık kontrolü ve esneklik bakımından daha kolay ve uygun olmaktadır. Ancak bu sıvıların bir pompayla sirküle edilmeleri ve bir de ısı değiştirici ile techiz edilmeleri gerekmektedir (Özkoç, 1999).

### 2.3 Test Odası Isıtma Sistemleri

Test hacimlerinin ısıtılması genellikle elektrikli direnç ısıtıcıları ile sağlanmaktadır. Sade veya genişletilmiş yüzey (kanatlarla) borulu veya şerit tipi ısıtıcılar hava akımının sirküle edildiği sistemler için uygundur. Bu yöntemle ısıtma, kondüksiyon ve konveksiyonla ısı geçişi esasına dayanır.

Elektrikli ısıtıcıların bütün tipleri, neme karşı korunmalı ve izolasyonlu olmalıdır. Sıcaklık, kuru termometre kontrollü test odalarında, açık kablolu rezistanslı ısıtıcılar kullanılabilir?. Fakat düşük sıcaklıklardaki kondenzasyon fazla nem üretebilir ve bu da ısıtıcıların üzerinde korozyona neden olur

Test odalarında, direkt olmayan ısıtma yöntemi de kullanılabilir. Bataryalarda, rulolar halinde sıcak su, buhar, salamura ve yağ çeşitli konfigürasyonlarda kullanılabilir. Bu tip ısıtma sistemi, kesin ayar mümkün olduğu için, sistem içinde yakın toleransların sağlanması gerektiği durumlarda kullanılabilir. Güç orantılı ekipmanların kullanımı ile elektrik rezistanslı ısıtma sistemlerinde de kesin ayar kontrolü mümkündür. Sıcak su sirkülasyon ve buhar sistemleri daha çok standart dizayn yaklaşımli uygulamalarda kullanılır. Oda donma noktasının altında çalışıyor ise, oda içindeki boruların ve bataryaların drenajlarının tamamen dışarı atıldığından emin olunmalıdır. Ayrıca, düzgün bir su arıtması yapılmalıdır.

Su ve su buharının sıcaklık aralığıyla sınırlandırılmamış olan ısı transferinde kullanılan çok sayıda akışkan ve salamura mevcuttur. Toksiklik, viskozite, yanıcılık, boruyla kimyasal reaksiyona girme ve diğer bir takım sınırlamalardan dolayı -75 °C' den +150 °C' ye kadar

olan geniş bir aralıkta çalışan herhangi bir soğutucu akışkan mümkün değildir. Isı transfer akışkanları, uygun sınırlar içinde dikkatlice değerlendirilmelidir.

Diğer bir tip ısıtma sistemi de ışın yoluyla ısıtmadır. Bu durumda, ısı akış yoğunluğu ve dalga boyu büyüklüğü önemlidir. Daha çok, yüksek sıcaklık kaynaklarından radyasyonla ısı transferine maruz kalan cihazların test edilmesi içindir. Test odalarında güneş ışığını simüle etmek amacıyla kullanılan ve radyasyon yoluyla ısı yayan kaynaklar; nikel-krom telli ısıtıcılardan, ark lambası ve civa-xenon lambalarına kadar oldukça çeşitlidir.

Uygun simülasyon koşullarında, test numunesinden ısı çekiminin, konveksiyon yoluyla 1,1 kPa basınçta, 30 km' ye kadar olması mümkündür. Bunun sağlanabilmesi için hava nakleden fanın boyutları, pratikte olabilecek en büyük düzeyde olmalıdır. Böylece, test odasındaki atık hava, soğutucu üniteye büyük bir hız ile geçip test numunesinin üzerine yönlenebilir. Test odasının geri kalanında, büyük sıcaklık gradyanları oluşabilir, fakat bu test sonuçlarını etkilemez. Test numunesinin etrafında oluşan hava akışı, fan motorunun aşırı yüklenmesini önlemek ve ayrıca soğutma yüklerini minimize etmek için, düşük sıcaklıklarda azalabilir (Ashrae, 1994).

#### **2.4 Test Odalarında Hava Taşınımı**

Test odalarında, her çeşit fan ve hava taşıyıcı kullanılabilir. Genellikle, pervane, aksenal akış ve santrifüj fanlar kullanılmaktadır. Pozitif yer değiştirmeli veya çok kademeli türbin tipi vantilatörler, gerekli toplam basıncı sağlarlar. Isı iletimini minimize etmek ve korozyonu önlemek için, paslanmaz çelik miller kullanılmalıdır. Buna ek olarak, dış hava girişini önlemek veya minimize etmek için buhar contalarına ihtiyaç vardır. İç mil yatakları her türlü hava koşuluna karşı dayanıklı olmalıdır (Ashrae, 1994).

### **3.TARİFLER**

#### **3.1 Soğutma Sistemi ile İlgili Tarifler**

##### **3.1.1 Soğutucu Akışkan:**

Soğutma sisteminde genel olarak akışkanın durumundaki değişimlerine bağlı olarak düşük sıcaklıkta ve alçak basınçta iken ısı emen, yüksek sıcaklıkta ve yüksek basınçta iken de ısı veren bir akışkandır.

##### **3.1.2 Soğutma Tertibatı:**

Donmuş gıda maddelerini veya buz kalıplarını depolamak için evaporatör veya evaporatörle termik teması bulunan kanatçıklı veya uygun tarzda biçimlendirilebilen bir tertibattır.

#### **3.2 Basınçlı Tip Soğutucu-Dondurucularla İlgili Tarifler**

##### **3.2.1 Soğutucu akışkan kompresörü:**

Mekanik olarak çalışan bir bileşen olup evaporatörden soğutucu akışkan buharını emen ve kondensere daha yüksek basınçta basan bir ünedir.

##### **3.2.2 Genleşme (Ekspansiyon) tertibatı:**

İçinde soğutucu akışkan basıncının yoğunlaştırılmış sıvı seviyesinden evaporatörünkine düşürüldüğü tertibattır.

##### **3.2.3 Kondenser (Yoğunlaştırıcı)**

Buharlaşan soğutucu akışkanın genleşmesinden sonra dış soğutma ortamına ısı bırakarak içinde sıvı haline geldiği bölümdür.

##### **3.2.4 Evaporatör (Buharlaştırıcı)**

Sıvı soğutucu akışkanın genleşmesinden sonra soğutulacak ortamdan ısı alarak içinde buhar haline geldiği bölümdür.

##### **3.2.5 Termostat**

Evaporatör veya bölmenin sıcaklığına göre soğutma sisteminin çalışmasını otomatik olarak düzenleyen tertibattır (TS 87, 1996).

## 4. TEST ODASININ ÖZELLİKLERİ

### 4.1 Test Odasının Yapısı

Buzdolapları, ev ve benzeri yerlerde kullanılan soğutucu cihazların tasarlanan performanslarını yerine getirip getiremeyecekleri standartlarda belirtilen performans deneyleriyle belirlenir ve performans deneyleri deney odalarında yapılır.

Deney hacimli cihazın genel yapısı şöyledir; dolabın iç yüzeyi, tip 302 ve 304, ek yerleri gazaltı kaynağıyla kaynatılmış paslanmaz çelik saçtan, dış yüzeyleri ise alüminyum veya yumuşak çelik (DKP) saçtan kaynaklı-hava sızdırmaz şekilde imal edilip aradaki boşluk, yeterli kalınlıkta, yerinde dökülen (foamed-in-place) tarzda poliüretan ile doldurulmaktadır. Ayrıca, prefabrik olarak inşa edilen modüler tip paneller de oldukça sık kullanılmakta olup ek yerlerinin sızdırmaz şekilde işlem görmesi gerekmektedir. Test hacmi kaportasının, sıcaklık değişimlerinde, içte meydana gelecek artı veya eksi basınca karşı dayanıklı olması ve ayrıca havalık borusuyla techiz edilmesi gerekir. Büyük boyutlu dolaplarda, ısıl genleşme ve daralmaya karşı ayrıca önlem alınması düşünülmelidir.

Test hacimli dolapların yardımcı aksamları; iç aydınlatma, gözetleme pencereleri, buğulanmaya karşı silgeç, kapıyı açmadan dışarıdan ulaşım imkanları, kablo ve boru geçişlerinde sızdırmazlık ve genleşme önlemleri sayılabilir.

Deney hacimli böyle bir dolap için gerçek uygulamadan bir örnek verilmek gerekirse; otomobil ön instruman panellerinin -30 ile +180 °C arası sıcaklıklarda ve %20 ile %95 arası bağıl nem seviyelerinde, gerçektekine uygun frekans ve şiddette titreşimlerin sağlanabildiği 2,5x1,5 m ve 1,20m derinliğinde test hacmine sahip, tüm ölçüm ve ayarların bilgisayar kontrollü olarak yapılabildiği, ölçümlerin yüzlerce kilometre uzaktan izlenip gerektiğinde müdahalelerin yapılabildiği bir test hacimli dolap yapılmıştır.

Deney hacminden çıkan buhar ve gazları toplayıp soğutarak yoğunlaştırmak ve bilhassa yanıcı-patlayıcı, zehirleyici, korosif gibi menfi özelliklere sahip maddelerin çevreye yayılmasını önlemek üzere soğutmalı gaz kapalı yoğunlaştırucular geliştirilmiş olup gene bunlar da paket cihaz ünite halinde esas test cihazına entegre olacak tarzda kullanılmaktadır (Özkoç, 1999).

### 4.2 Test Odası Sistemini Oluşturan Genel Elemanlar

1. Oda Panelleri (duvar, tavan ve zemin),

2. Oda Kapısı,

3. Klima Cihazı,

- 4.Hava Kanalları,
- 5.Soğutma Grubu,
- 6.Mekanik Tesisat,
- 7.Nemlendirme Ünitesi,
- 8.Nemlendirme Hattı,
- 9.Elektrik Panosu,
- 10.Elektrik Tesisatı,
- 11.PLC Ünitesi,
- 12.Ölçüm ve Kontrol Cihazları (Sıcaklık, nem, basınç),
- 13.Asma Tavan,
- 14.Yükseltilmiş Döşeme.

#### 4.3 Test Odası Uygulama Alanları

- 1.Beyaz Eşya Fabrikaları (buzdolabı, çamaşır ve bulaşık makineleri testi),
- 2.Klima Fabrikaları (split klima cihazlarının testi),
- 3.Kompresör Fabrikaları,
- 4.Televizyon Fabrikaları,
- 5.İlaç Fabrikaları,
- 6.Ve sıcaklık ve nem'in çok hassas ayarlanabilmesinin gerektiği her türlü test mahali.

#### 4.4 Test Odası İklim Sınıfları

Çizelge 4.1 Deney odası iklim sınıfları, kuru termometre sıcaklığı ve bağıl nem (TS 7853, 1990)

<i>Deney odası iklim sınıfı</i>	<i>Kuru termometre sıcaklığı</i>	<i>Bağıl nem</i>
	°C	%
1	16	80
2	22	65
3	25	60
4	30	55
5	40	40

**İklim Sınıflarının Toleransı:**

Deney odası, belirtilen ölçme noktalarındaki sıcaklık ve nemde, sıcaklığın  $\pm 1$  °C, yüzde bağıl nem değerinin  $\pm 5$  birim içinde tutulmasına uygun olmalıdır (TS 7853, 1990).

TS 11301 standardı, kapsamındaki cihazları, ortam sıcaklıklarının uç değerlerindeki çalışma yeteneğine göre Çizelge 4.2’de verilen dört iklim sınıfına ayırır.

Çizelge 4.2 İklim sınıfları (TS 11301, 1998)

Sınıf	Sembol	Gerçekleştirilmesi gereken depolama sıcaklıkları için cihazların kullanılmasının amaçlandığı ortam sıcaklıkları aralığı (°C)
Genişletilmiş ılıman sınıf	SN	+10’dan +32’ye kadar
İlman sınıf	N	+16’dan +32’ye kadar
Alt tropikal sınıf	ST	+18’dan +38’e kadar
Tropikal sınıf	T	+18’dan +43’e kadar

## 5.TEST ODASININ TASARIMI VE İMALİ

Bu çalışmada, bir adet test odası tasarlanmıştır. Tasarlanan test odasının özellikleri:

Oda iç boyutları: 3600mm x 1600mm x 2800 mm,

Sıcaklık kontrol adımları: 1 °C,

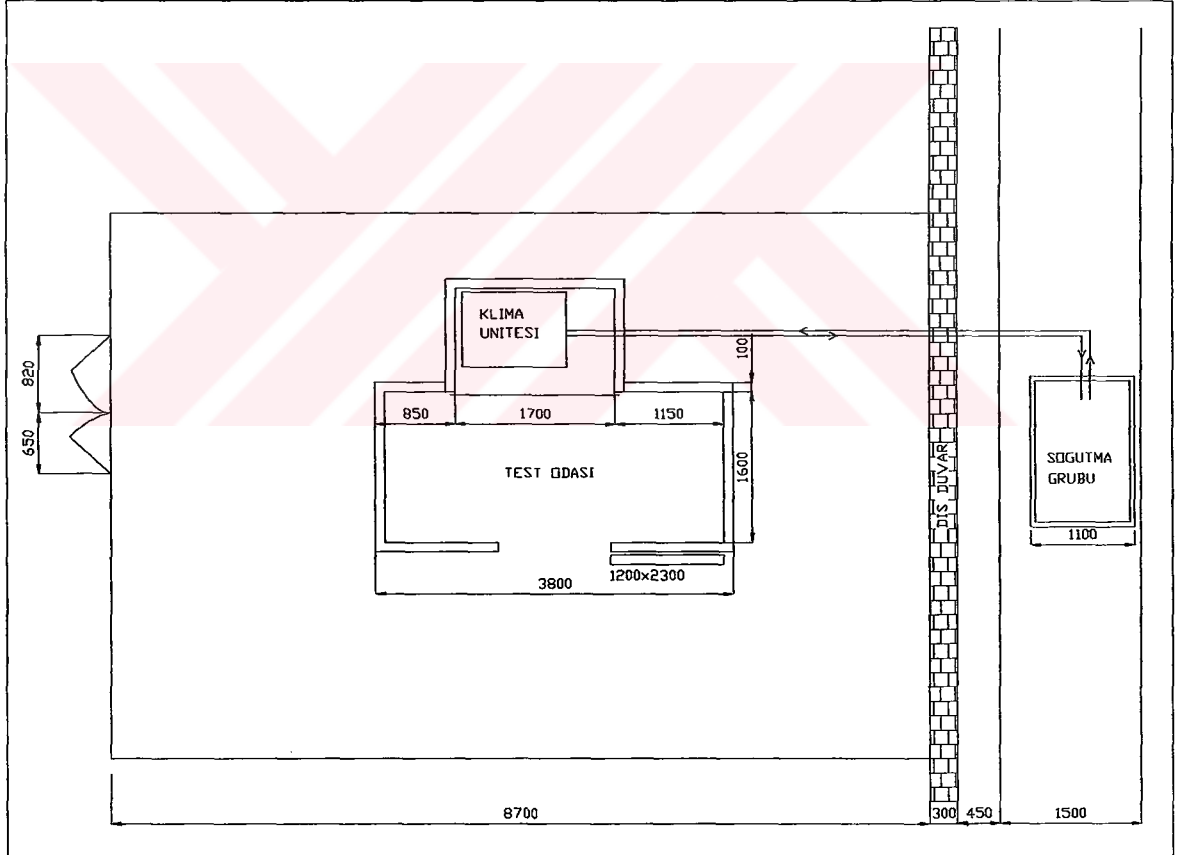
Sıcaklık dalgalanması:  $\pm 0,5$  °C,

Oda içinde dikey sıcaklık dağılımı: 0,5 °C/m,

Nem çalışma aralığı: %40/%95 Rh,

Hava hızı: 0,2 m/s,

Nemlendirici, aydınlatma tesisatı, ısıtıcı ve soğutucunun kontrolü oda dışarından yapılabilmektedir.



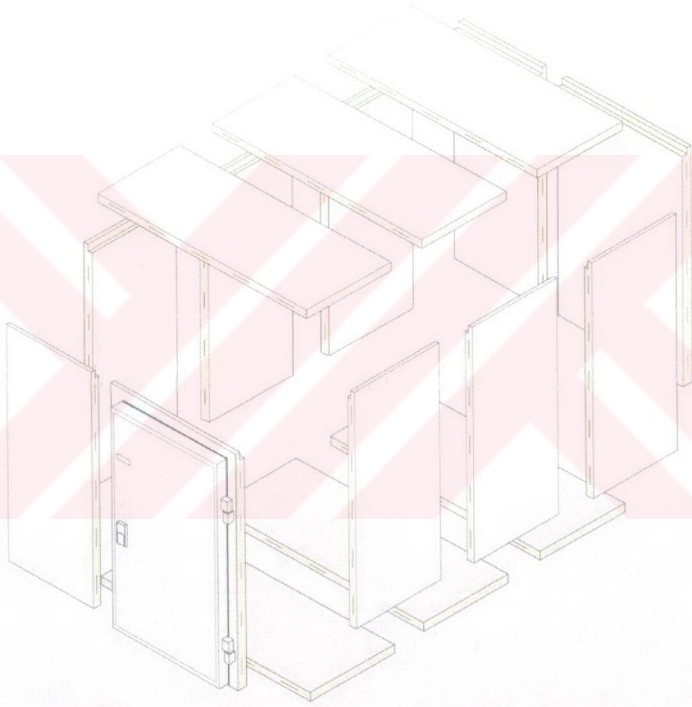
Şekil 5.1 Test odası yerleşim planı

### 5.1 Paneller

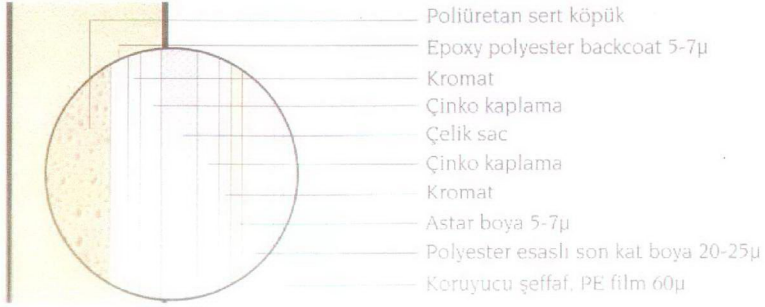
Deney odasının duvar, tavan ve zemin kısımları, poliüretan dolgulu prefabrik, sandviç panellerden oluşmakta olup, panel yüzeyleri düzdür. Panel kalınlığı 100mm' dir. Paneller 40

$\text{kg/m}^3$  (+%5) yoğunlukta ve DIN 4102' ye göre B3 Class poliüretan dolguludur. Tavan ve duvar panellerinin her iki yüzeyi de polyester esaslı boya ile boyanmış galvaniz saçtır. Zemin panelleri ise plywood kaplı olup, arası 100 mm poliüretan dolguludur. Tavan ve duvar panel iç yüzeyi, tamamen boyalı galvaniz saç, döşemede ise paslanmaz saç ile metalik ara irtibatları sağlanarak faraday kafesi oluşturulmuştur. Paneller demonte edilebilir özelliktedir.

Duvar, tavan ve zemin panelleri, erkek-dişi formunda birbirine geçmeli ve kilitli olarak üretilmiştir.



Şekil 5.2 Oda panelleri montaj şekli



Şekil 5.3 Panel kesit görüntüsü

### 5.2 Sürgülü Oda Kapısı

Manuel ve sürgülü tipte 120cm x 230cm. boyutunda net geçişe sahip olup, 100 mm kanat kalınlığındadır. Kapı kanadı duvar panelleri ile aynı yüzey sacı malzemesi ile kaplı ve arası poliüretan dolguludur. Özel alaşımli alüminyum mamul ray mekanizmalıdır. Kapı üzerinde, 350mmx350mm boyutunda çift camlı arası vakumlanmış gözetleme penceresi bulunmaktadır.



Şekil 5.4 Test odasının sürgülü kapısı

### 5.3 Oda İçi Hava Plenyumu

Odanın tavanında oluşturulan, üzeri tam perforeli asma tavan sistemi ile havanın içeriye üflemesi homojen şekilde sağlanmıştır. Bunun için kullanılan paneller galvaniz sac ve üzeri

toz boyalıdır.

#### 5.4 Yükseltilmiş Döşeme

Plywood' lu zemin panelleri üzerine 300 mm üst kotta yükseltilmiş döşeme oluşturulmuştur. Yükseltilmiş döşemenin oda içerisinde görünen yüzü, paslanmaz saçtan imal edilmiştir. Yükseltilmiş döşeme alt konstrüksiyonu, galvaniz saç ve profillerden oluşmaktadır. Odanın taban yüzeyinde, hava emişini sağlayacak yapı vardır. Yükseltilmiş döşeme 300 kg/m<sup>2</sup> yayılı yüke dayanıklıdır. Taşıyıcı alt yapı sisteminin ana parçaları:

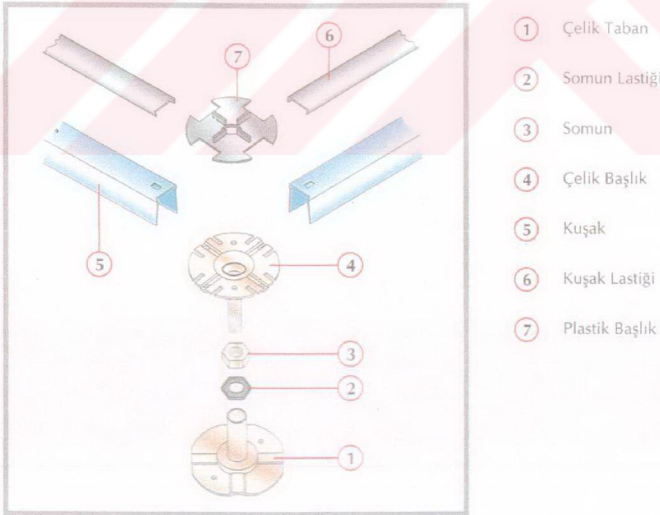
-90 mm çaplı dairesel çelik taban, 4 damar ile güçlendirilmiş.

-İstenilen yüksekliğe ayarlanabilir titremezliği sağlayan plastik ile kullanılan sistemi kilitleyen somun.

-90 mm çaplı dairesel çelik başlık, 4 damar ile güçlendirilmiş. Çelik başlık 16 mm çaplı tij ve kuşakların gireceği deliklerle donatılmıştır.

-20x25 mm ebatlarında rijitliği sağlamak amacıyla yerleştirilen çelik kuşak, titremezliği sağlamak amacıyla plastik ile kullanılmıştır.

-Titremezliği ve zemin sessizliğini sağlayan plastik başlık.



Şekil 5.5 Yükseltilmiş döşeme yapısı

**5.5 Test Odası Isı Kazancı Hesabı**Dış ortam sıcaklığı ( $T_a$ ): 36 °C (Kocaeli için)İç ortam sıcaklığı ( $T_i$ ): 0 °C

Zemin sıcaklığı: 20 °C

K katsayısı: 0.3 Kcal/h °Cm<sup>2</sup> (Poliüretan için)

Hava Değişimi: 19.6 (Özkoç, 1999)

<b>TRANSMİSYON ISISI (DUVAR,TAVAN,DÖŞEME)</b>						
İşaret	Genişlik (L) (m)	Yükseklik (H) (m)	Alan (A) (m <sup>2</sup> )	Toplam Isı Transfer katsayısı (K) (Kcal/h°Cm <sup>2</sup> )	Sıcaklık Farkı (Dt= $T_a-T_i$ ) (°C)	Saatteki ısı kazancı (Q) (Kcal/h)
DD1	1.6	2.8	4.5	0.3	36	48
DD2	1.6	2.8	4.5	0.3	36	48
DD3	3.6	2.8	10.1	0.3	36	109
DD4	3.6	2.8	10.1	0.3	36	109
TA	1.6	3.6	5.8	0.3	36	62
ZE	1.6	3.6	5.8	0.3	20	35
<b>TOPLAM</b>						<b>411</b>
<b>HAVA DEĞİŞİMİNDEN GELEN ISI</b>						
	Oda Hacmi (V) (m <sup>3</sup> )	İç Havanın Entalpisi ( $h_i$ ) (kcal/kg)	Dış Havanın Entalpisi ( $h_a$ ) (kcal/kg)	Havanın Özgül Ağırlığı( $\gamma$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	24 Saatte Hava Değişimi	Q (kcal/h)
	16.13	1.1	18.1	1.2	19.6	269
<b>MALLARDAN GELEN ISI</b>						
Isı Cinsi	Kütle (kg)	Sıcaklık Farkı (Dt) (°C)	Özgül ısı kazancı (C) (kcal/kg °C)	Soğutma periyodu (h)		Q (kcal/h)
Buzdolabı	300	25	0.12	1		900
Panel Sacı	750	35	0.12	1		3150
<b>TOPLAM</b>						<b>4050</b>
<b>ODA İÇİNDE MEYDANA GELEN MUHTELİF ISILAR</b>						
Isı Cinsi	Isı Kazancı	Miktar				Q (kcal/h)
İnsanlar	235 kcal/h	2 Kişi	2 saat/gün			39
Işık	100 W	2 Adet	0.86 kcal/h			172
Kondenser fanı	0.2 kW	2 Adet	860 kcal/h			344
Test edilen buzdolabı	0.3 kw	2 Adet	860 kcal/h			516
<b>TOPLAM</b>						<b>1071</b>
<b>Toplam Isı Kazancı</b>						<b>5801</b>
<b>Toplam Isı Kazancı (1.1 Güvenlik payı ile çarpıldı)</b>						<b>6381</b>

### 5.6 Test Odası Isı Kaybı Hesabı

Dış ortam sıcaklığı: -3 °C (Kocaeli için)

İç ortam sıcaklığı: 50 °C

Zemin Sıcaklığı: 20 °C

K katsayısı: 0.3 Kcal/h °Cm<sup>2</sup> (Poliüretan için)

Hava Değişimi: 25.3 (Özkol, 1999)

<b>TRANSMİSYON ISISI (DUVAR,TAVAN,DÖŞEME)</b>						
İşaret	Genişlik (L) (m)	Yükseklik (H) (m)	Alan (A) (m <sup>2</sup> )	Toplam Isı Transfer Katsayısı(K) (Kcal/h°Cm <sup>2</sup> )	Sıcaklık Farkı (Dt=T <sub>a</sub> -T <sub>i</sub> ) (°C)	Saatteki ısı kazancı (Q) (kcal/h)
DD1	1.6	2.8	4.5	0.3	53	71
DD2	1.6	2.8	4.5	0.3	53	71
DD3	3.6	2.8	10.1	0.3	53	160
DD4	3.6	2.8	10.1	0.3	53	160
TA	1.6	3.6	5.8	0.3	53	92
ZE	1.6	3.6	5.8	0.3	20	92
<b>TOPLAM</b>						<b>646</b>
<b>HAVA DEĞİŞİMİNDEN GELEN ISI</b>						
	Oda Hacmi (V) (m <sup>3</sup> )	İç Havanın Entalpisi (h <sub>i</sub> ) (kcal/kg)	Dış Havanın Entalpisi (h <sub>a</sub> ) (kcal/kg)	Havanın Özgül Ağırlığı (γ) (kg/m <sup>3</sup> )	24 Saatte Hava Değişimi	Saatteki ısı kazancı (Q) (kcal/h)
	16.13	31.7	0.15	1.2	25.3	644
<b>MALLARDAN GELEN ISI</b>						
	Kütle (kg)	Sıcaklık Farkı (Dt) (°C)	Özgül ısı kazancı (C) (kcal/kg °C)	Soğutma periyodu (h)		Saatteki ısı kazancı (Q) (kcal/h)
Buzdolabı	300	35	0.12	1		1260
Panel Sacı	750	35	0.12	1		3150
<b>TOPLAM</b>						<b>4410</b>
<b>Toplam Isı Kaybı</b>						<b>5700</b>
<b>Toplam Isı Kaybı (1.1 Güvenlik payı ile çarpıldı)</b>						<b>6270</b>

## 5.7 Cihazların Seçimi

### 5.7.1 Evaporatör Seçimi

Gerekli kapasite:  $6381 \text{ kcal/h} \times 1,16 \text{ Wh/kcal} = 7402 \text{ W}$

Seçilen evaporatör özellikleri:

Katalog kapasitesi: 8726 W

Seçilen evaporatörün tipi: FRITERM FEH 50.11

Yüzey alanı:  $35.1 \text{ m}^2$ .

Lamel aralığı: 6mm.

### 5.7.2 Kompresör Seçimi

Gerekli kapasite: 8726 W.

Seçilen kompresör özellikleri;

Katalog kapasitesi: 9450 W.

Kompresör tipi: BOCK HG 3/235-4S.

Elektrik motoru: 4.4 kW.

Süpürme hacmi:  $20.3 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Silindir sayısı: 2.

### 5.7.3 Kondenser Seçimi

$$Q_{\text{Kond}} = (Q_{\text{Komp}} + N) \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \quad (5.1)$$

N: Kompresör gücü (W)

$f_2, f_3, f_4, f_5$  katsayıları FRITERM firması kataloglarından alınmıştır.

$$Q_{\text{Kond}} = (8726 + 4400) \cdot 1,06 \cdot 1,025 \cdot 1,1 \cdot 1,04 = 14831 \text{ W}$$

Bu durumda:

Seçilen kondenser tipi: FRITERM HS40.

Kondenser kapasitesi: 15300 W.

Yüzey alanı:  $40.5 \text{ m}^2$ .

Fan çapı: 2 x 450 mm.

Fan gücü: 2 x 225 W.

Fan debisi: 8250 m<sup>3</sup>/h.

#### 5.7.4 Sistemde Dolayan Soğutucu Akışkan Miktarının Hesabı

Yoğuşma Sıcaklığı: +50 °C

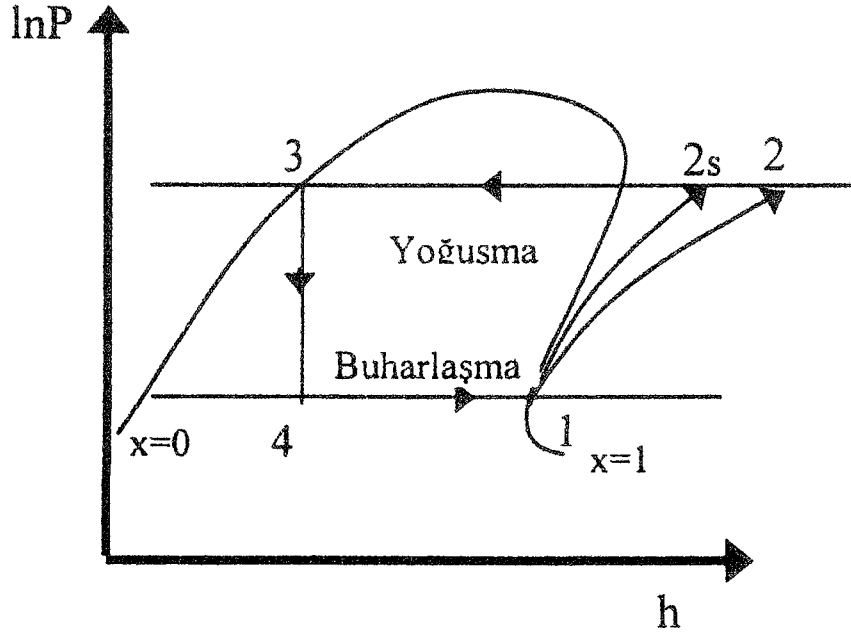
Buharlaştırma Sıcaklığı: -10 °C

Soğutucu Akışkan Cinsi: R22

Bu değerler göz önüne alınarak R22 için 'lnP-h' diyagramına bakılarak aşağıdaki değerler bulunur;

Çizelge 5.1 lnP-h Diyagramındaki noktalara göre, basınç, sıcaklık ve entalpi değerleri

Noktalar	Basınç (bar)	Sıcaklık (°C)	Entalpi (kJ/kg)
1	3,5	-10	401.20
2	19,4	+50	422.85
2s	19,4	+50	417.44
3	19,4	+50	263.25
4	3,5	-10	263.25



Şekil 5.6 LnP-h diyagramı (Yamankaradeniz vd., 2002)

Gerçek kompresör çıkış entalpisi:

$$h_2 = h_1 + (h_{2s} - h_1)/\eta_{ik} \quad (5.2)$$

$$h_2 = 401.2 + (417.44 - 401.2)/0.75$$

$$h_2 = 422.85 \text{ kJ/kg}$$

$$m = Q_{\text{evap}} / (h_1 - h_4) \quad (5.3)$$

$$m = 8.726 / (401.2 - 263.25)$$

$$m = 0.063 \text{ kg/s} = 226.8 \text{ kg/h olarak bulunur.}$$

### 5.7.5 Vantilatör Hava Debisi Hesabı

Bir mahalden, belirli bir miktarda ısıyı dışarı atmak için gerekli olan hava debisi,

$$V = q / \rho \cdot c_p \cdot (t_i - t_e) \quad (5.4)$$

eşitliği ile hesaplanabilir.

Burada,

V: Isıyı atmak için gereken hava debisi,  $\text{m}^3/\text{s}$

Q: Atılacak olan ısı, W

$c_p$ : Havanın özgül ısı, J/kg °K

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

$T_i$ : İç sıcaklık, °C

$T_e$ : Mahale beslenen havanın sıcaklığı, °C

anlamlandırılır.

$$V = 7640.086 / 1,2.0,24.7$$

$V = 3128 \text{ m}^3/\text{s}$  olarak bulunur ve bu hava debisine uygun fan seçilir.

### 5.7.6 Isıtıcı Batarya Seçimi

Sistemin ısı kaybı: 6270 kcal/h olup,

$$6270 / 0.86 = 7300 \text{ W} = 7.3 \text{ kW} \text{ olarak bulunur.}$$

Bu ısı kaybını karşılamak üzere emniyet payı da bırakılarak 10 kW gücünde ısıtıcı yerleştirilir.

### 5.7.7 Nemlendirme Cihazı Seçimi

20 °C , %50 nem için psikrometrik diyagramdan  $W_1 = 7.26 \text{ g/kg}$  ve  $h_1 = 9.20 \text{ kcal/kg}$  ,

50 °C, %90 nem için psikrometrik diyagramdan  $W_2 = 76.6 \text{ g/kg}$  ve  $h_2 = 59.43 \text{ kcal/kg}$

olarak okunur.

Bu durumda verilmesi gereken nem miktarı:

V: Oda hacmi (m<sup>3</sup>)

v: Özgül hacim (kg/m<sup>3</sup>)

W: Özgül Nem (g/kg)

$$m = V \times 1/v \times (W_2 - W_1) \tag{5.5}$$

$$m = 16.3 \times 1/0.868 \times (76.6 - 7.26) \times 10^{-3}$$

$$m = 1.3 \text{ kg}$$

$$\text{toplam yük} = 16.3 \times 1/0.868 \times (59.43 - 9.20)$$

$$\text{toplam yük} = 943 \text{ kcal}$$

$$m = 6270/943 \times 1.3$$

$$m = 8.6 \text{ kg/h}$$

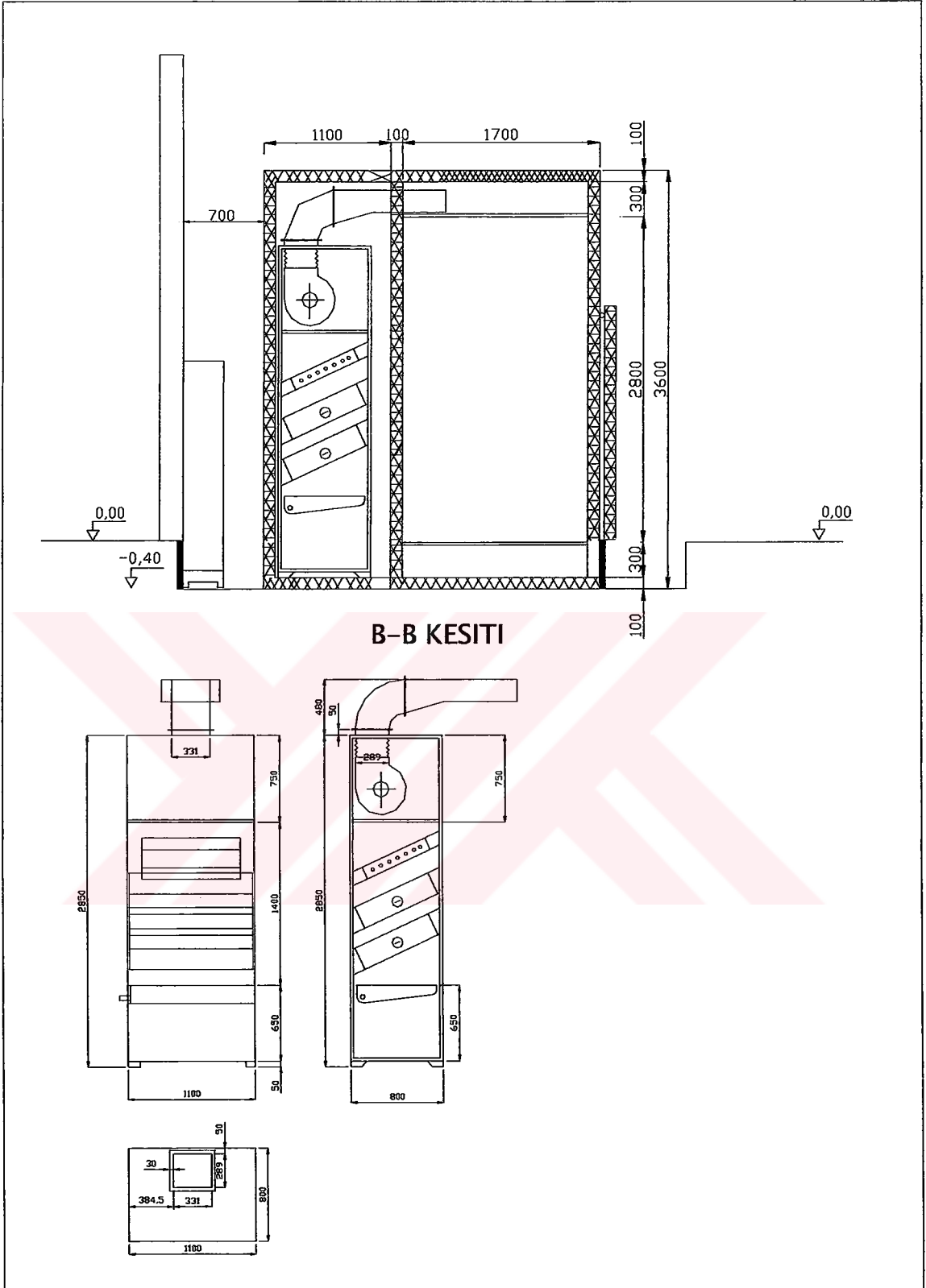
olarak bulunur ve 9 kg/h kapasitesinde nemlendirme cihazı seçilir.

### 5.8 Hava Şartlandırma Cihazı

Hücre arkası tamamen galvaniz çelikten yapılmıştır. Cihaz, panel oda bitişiğine konumlanmış ve oda panelleri ile aynı tarzda kaplanmıştır.

Çizelge 5.2 Hava şartlandırma cihazı özellikleri

Marka ve Tipi	Frigo-Özel
Vantilatör Tipi	Nicotra veya muadili
Vantilatör Hava Debisi	3128 m <sup>3</sup> /h
Soğutucu Batarya Kapasitesi	8.726 kw
Buharlaştırma Sıcaklığı	-10 °C
Isıtıcı Batarya	10 kw
Isıtıcı Tipi	Elektrikli rezistans
Nemlendirme Cihazı Kapasitesi	9 kg/h



Şekil 5.7 Test odası kesit görünüşü

### 5.9 Hava Soğutmalı Soğutma Grubu

Aşağıdaki değerler ve kompresör tipi, yapılan ısı kazancı hesapları değerlendirilerek bulunmuştur.

Çizelge 5.3 Hava soğutmalı soğutma grubu özellikleri

Marka	Frigo-özel
Kompresör Markası	BOCK GmbH&Co.
Kompresör Tipi	Yarı Hermetic
Kompresör Kapasitesi	9.45 kW
Kompresörün Çektiği Güç	4.4 kW
Dış Hava Sıcaklığı	36 °C
Evaporatör/Kondenzasyon Sıcaklığı	-10 °C/+50 °C
Kondenser Tipi	Aksiyel fanlı, Cu borulu, Al kanatlı
Soğutucu Akışkan	R22
Miktarı	1 adet

### 5.10 Boru Çapı Hesabı

a) Basma Hattı (Sıcak Gaz Borusu):

Soğutma kapasitesi :  $8726 \text{ W} = 7522 \text{ kcal/h}$  değerindedir.

$T_b = -10 \text{ °C}$ , buharlaşma ve  $T_y = +50 \text{ °C}$  yoğuşma sıcaklıklarında gerekli boru çapı hesabı için tablolardan faydalanılacaktır (Genceli vd., 2001).

Gerekli tablolar  $T_b = -15 \text{ °C}$  buharlaşma sıcaklığına göre düzenlendiğinden, aşağıdaki düzeltmenin yapılması gerekir (Genceli vd., 2001).

Düzeltilme Katsayısı =  $1 - [5x (0,7/100)] = 0.965$  tablolardan faydalanılacaktır (Genceli vd., 2001).

Bu durumda düzeltilmiş kapasite:

$$Q = 0,965(7522) = 7258 \text{ kcal/h olur.}$$

$T_y = +50 \text{ °C}$  yoğuşma sıcaklığında 5/8" boru çapı 9700 kcal/h kapasitesine kadar yeterli olmaktadır (Genceli vd., 2001).

b) Sıvı R-22 borusu:

P&I diyagramı ve oda yerleşimi esas alınarak eşdeğer boru uzunluğu,

$$L = 8 \text{ Adet } 90^\circ \text{ dirsek} + 2 \text{ Adet Vana} + 1 \text{ Adet Dryer} + 1 \text{ Adet Solenoid valf} + \text{Düz Boru} \quad (5.6)$$

$$L = 8 \times 0.50 + 2 \times 5.5 + 0 + 5.5 + 9$$

$L = 29.5 \text{ m}$  olarak hesaplanır.

Düzeltilme katsayısı R-22 için maksimum basınç kaybını 1 °C olarak alırsak 1.3 olarak bulunur (Genceli vd., 2001).

Bu durumda ½" borunun düzeltilmiş kapasitesi (L30 için):

$$Q = 8900 \times 1.3 = 11570 \text{ kcal/h bulunur.}$$

Soğutma kapasitemiz 7522 kcal/h olduğundan ½" boru çapı uygundur.

c)Emme Hattı:

$T_b = -10$  °C buharlaşma ve  $T_y = +50$  °C yoğuşma sıcaklıklarında gerekli boru çapı hesabı için tablolardan faydalanılacaktır (Genceli vd., 2001).

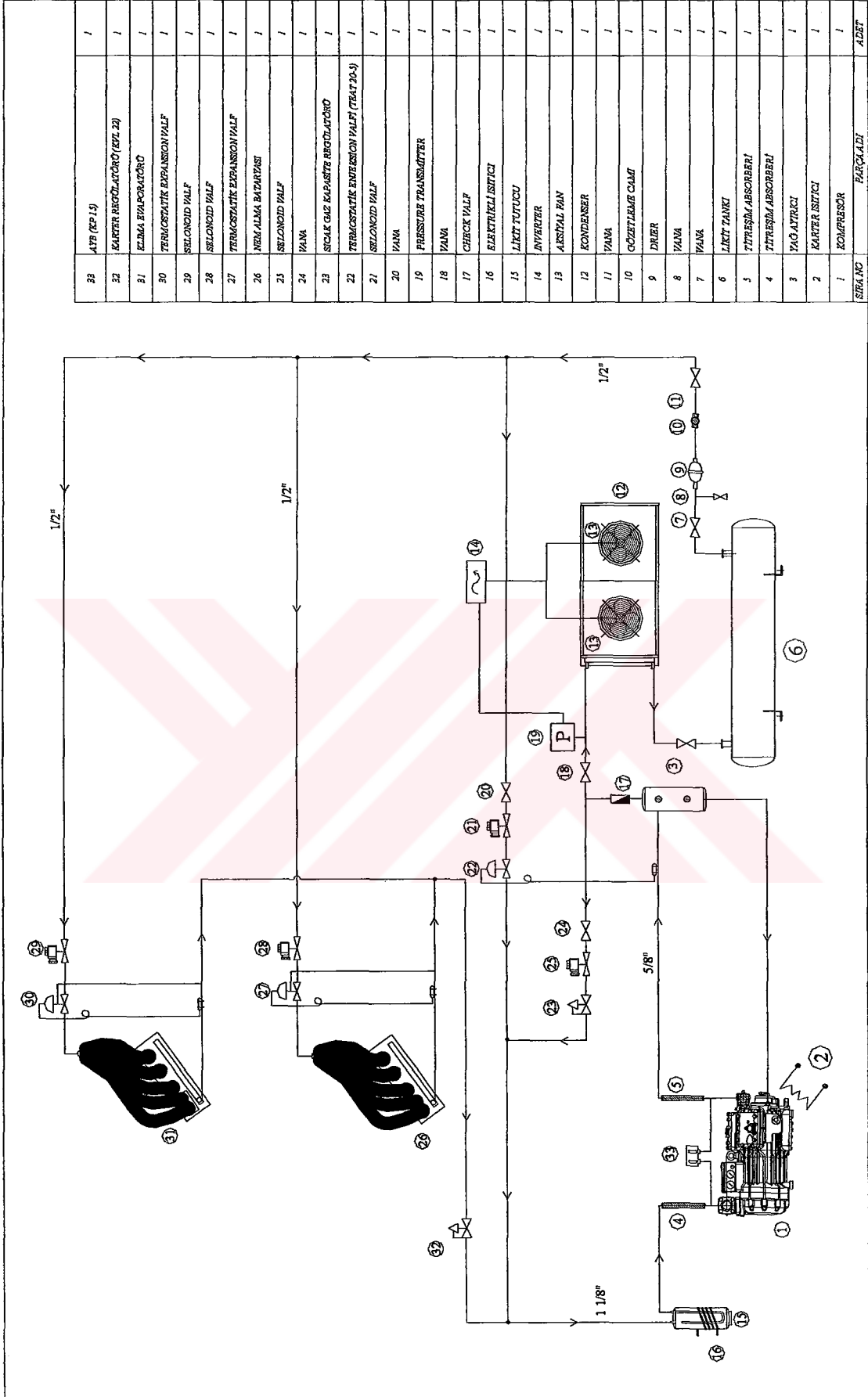
Gerekli tablolar 30 °C buharlaşma sıcaklığına göre düzenlendiğinden, aşağıdaki düzeltmenin yapılması gerekir (Genceli vd., 2001).

$$\text{Düzeltilme katsayısı} = 1 - [20 \times (0.4/100)] = 1.04 \text{ bulunur (Genceli vd., 2001).}$$

Bu durumda düzeltilmiş kapasite:

$$Q = 1.04 \times (7522) = 7823 \text{ kcal/h olur.}$$

$T_b = -10$  °C buharlaşma sıcaklıklarında 1 1/8" boru çapı 11100 kcal/h kapasitesine kadar yeterli olmaktadır (Genceli vd., 2001).



Şekil 5.8 Test odası P&amp;I diyagramı

### 5.11 Soğutma Sisteminin İncelenmesi

Kompresörden çıkan akışkan yağ, ayırıcıya gelir burada akışkanın içindeki yağ ayrıştırılarak kompresör karterine geri döner. Ayrıştırıcı çıkışında, ihtiyaç fazlası akışkan, by-pass hattı ile kompresöre geri döner. Bu sistemdeki amaç şudur: Soğutucu batarya eğer çok yüksek soğutma yükleri yoksa kapasitesini düşürür. Bu durumda kompresör sürekli dur-kalk yapmak zorunda kalır. Test odasındaki sıcaklık dalgalanmalarının  $\pm 0,5$  °C arasında kalması gerekmektedir. Kompresör dur-kalk yaptığı zaman sıcaklık dalgalanması artar ve istenilen sıcaklık hassasiyeti elde edilemez. Böyle bir durumla karşı karşıya kalmamak için kompresör hep aynı kapasitede çalıştırılıp, sıcak gaz by-pass sistemi ile ihtiyaç fazlası soğutucu gaz kompresöre geri gönderilir, geri kalan kısım kondensere gider, burada bulunan presostat akışkanın basıncına göre kondenser fanının hızını ayarlar. Basınç ve sıcaklık artarsa, fan hızlanır; basınç ve sıcaklık azalır, fan yavaşlar. Kondenserden çıkan akışkan resivere gelir. Resiverden çıkan akışkan evaporatöre gider. Üstteki batarya evaporatör, alttaki batarya nem alma bataryasıdır. Resiverden çıkan akışkanın bir kısmı da by-pass hattından kompresöre geri döner. Çünkü sıcak gaz by-pass hattı evaporatör çıkışına bağlandığından emiş gazı sıcaklığını arttırmaktadır. Bu durum kompresöre zarar verir. Bunu önlemek için, likit hattından alınan bir miktar akışkan (termostatik enjeksiyon valfi basma hattındaki gaz sıcaklığına göre kendini açar veya kapatır. Eğer basma hattındaki gaz sıcaklığı artıyorsa daha çok likit geçmesine izin verir, azalıyorsa kendini kısar), termostatik enjeksiyon valfinden geçerek, sıcak gaz by-pass hattındaki gaz ile birleşir ve onu soğutur.

### 5.12 Otomatik Kontrol Paneli

Mikro işlemcili dijital Kumanda Paneli vasıtası ile test odasının istenilen nem ve sıcaklık değerlerine getirilmesi için gerekli soğutma, ısıtma, nemlendirme ve nemsizleştirme işlemleri yapılabilmektedir.

Soğutma, DX (Direkt Genleşmeli) soğutma sistemi ile sağlanmıştır. Sistemin kapasite kontrolü, düzenlenecek sıcak gaz by-pass sistemi ile sağlanmıştır.

Isıtma, bakır borulu alüminyum kanatlı ısı eşanjörü içerisine yerleştirilmiş paslanmaz çubuk elektrikli ısıtıcılar ile yapılmaktadır. Isıtıcı kapasite kontrolü, akım vanalarıyla hassas bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

Isıtma sisteminde, kontrol dışı herhangi bir aşırı sıcaklık oluşması halinde tüm sistem, durdurulup alarm verme özelliğine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. (aşırı sıcaklık kontrolü).

Nemlendirme ise oransal çalışan sisteme adapte edilmiş nemlendirme cihazı ile

sağlanmaktadır.

Nemsizleştirme ise DX (Direkt genişmeli) soğutma sistemi ile yapılmaktadır. Sistem PID kontrolü, dijital panel ile gerçekleştirilmekte olup, kontrol önceliği daima nemdedir.

Nemlendirme cihazı için, normal şebeke suyu kullanılmaktadır.

### 5.12.1 Otomatik Kontrol Sistemi Elemanları

a) Sauter marka EYL 210 F001: Kompakt otomasyon istasyonu

Sauter marka EYT 240 F001: Kontrol Paneli

Özellikleri:

Dijital Giriş: 16

Dijital Çıkış: 1 x 0-1, 3 x 0-1-11

Analog Giriş: 6 x Ni/Pt1000, 4 x U/I/R

Sıcaklık Ölçümü:

Giriş Tipi: Ni 1000, Pt 1000

Sıcaklık Ölçüm Aralığı: Ni 1000 = -50...+150 °C, Pt 1000 = -100...+500 °C

U/I/R Ölçümü:

Giriş Tipi: Voltaj 0(2)...10V, 0(0.2)...1V

Akım 0(4)...20 mA

Direnç 500 Ω...2 kΩ

Giriş Limitleri:

Voltaj ölçümü:  $<\pm 50$  V

Akım ölçümü:  $<50$  mA

Analog Çıkış: 3 x 0...10 V, 20 mA max.

b) Sauter KS 300: Hava için diferansiyel basınç anahtarı

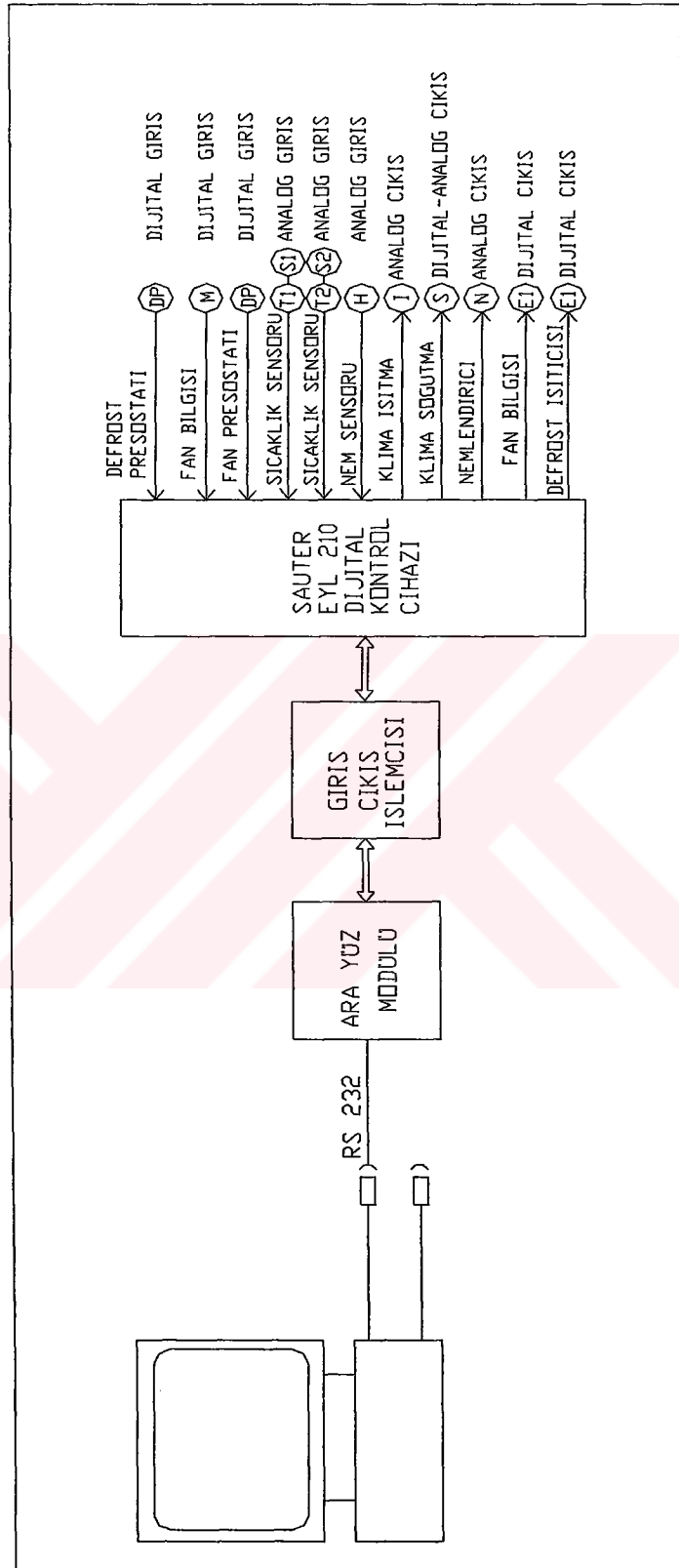
Özellikleri:

Ölçüm Aralığı: 40-300 Pa

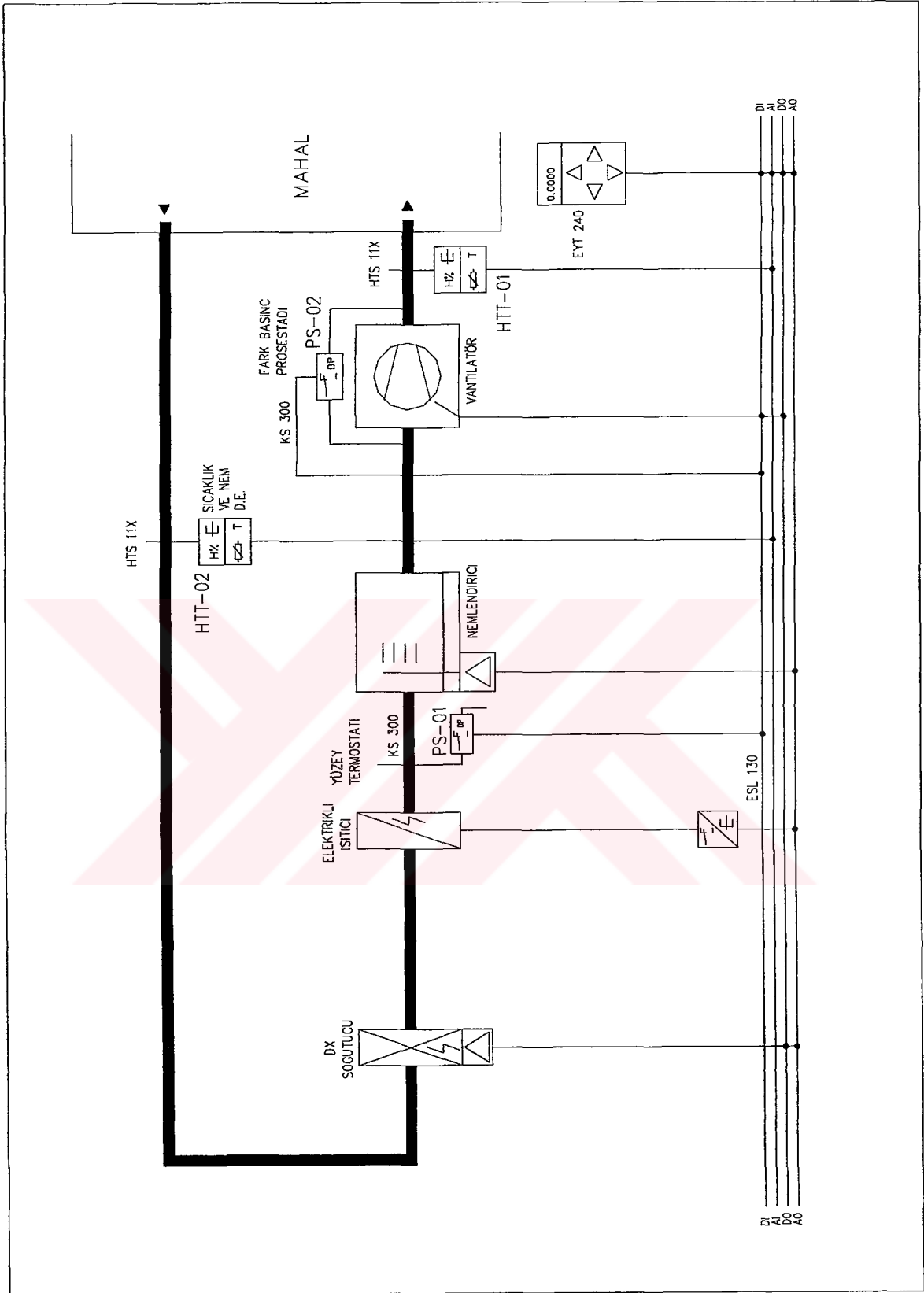
Çalışma Diferansı:  $<20$  Pa

Maksimum çalışma basıncı: 5 kPa

**c) Sauter ESL 130 F001: Elektronik Güç Kontrol Ünitesi****Besleme Gerilimi: 24V****Giriş: 2...10V,  $R_i = 30 \text{ k}\Omega$** **4...20 mA,  $R_i = 50 \text{ k}\Omega$** **Çıkış: 0...620 mV = 0...100%****Yük > 100 k $\Omega$** **Koruma Sınıfı: IP20****d) HygroFlex HTS11X: Sıcaklık ve nem hissedicisi****Besleme Gerilimi: 24 VAC****Çıkış: 4...20 mA****Koruma Sınıfı: IP65**

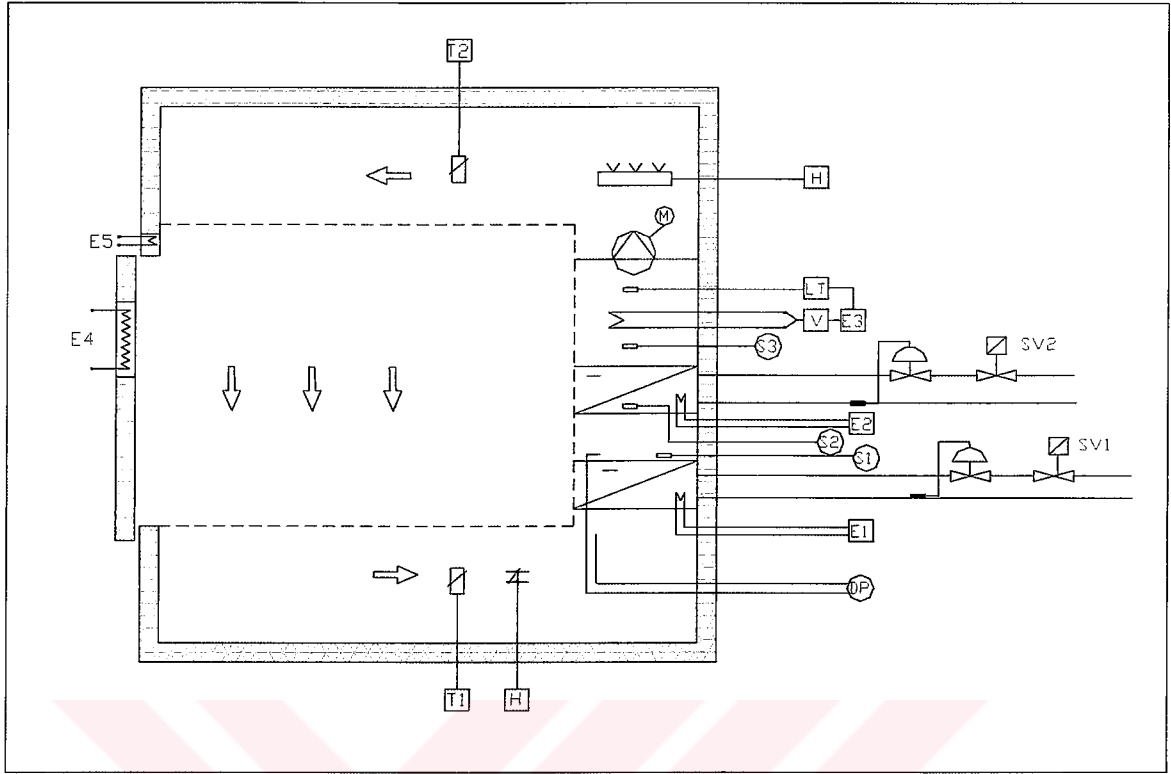


Şekil 5.9 Test odası kontrol diyagramı



Şekil 5.10 Otomatik kontrol sistem şeması

### 5.13 Test Odası Çalışma Prensipleri



Şekil 5.11 Test odası kesit görünüşü

Şekilden görüldüğü gibi, odanın, özel perfore saçtan mamul asma tavanından üflenen hava, ok yönünde zemine doğru hareket eder, zemin delikli olduğundan zeminin altına rahatlıkla geçebilir.

Ok yönünde hareket eden hava, hava şartlandırma cihazının altındaki hazneye dolar. Önce soğutucu bataryadan geçer. Soğutucu bataryanın bir üstünde, bir de altında basınç ölçer sensörler vardır. Bu sayede, DP (Diferential Pressure) cihazı basınç farkını ölçer. Eğer arada çok büyük bir basınç farkı varsa, yani soğutma bataryasından çıkan havanın basıncı, giren havanın basıncından çok az ise soğutucu bataryada karlanma vardır. O zaman E1 (elektrikli ısıtıcı) devreye girer ve soğutucu bataryaya defrosta geçer.

2. batarya, nem alma bataryasıdır. Nem alınırken, aynı zamanda sıcaklık da ister istemez düşmektedir ve eğer sıcaklığın düşmesi istenmiyorsa, ısıtıcıları da devreye sokmak gereklidir. Nem alma bataryası da aslında soğutma bataryasıdır. Sadece nem alma işlemi yapılacak ise, batarya içerisinden soğutucu akışkan geçer. Aksi durumda hava, herhangi bir soğutma olmaksızın üst kısma doğru sirküle olur.

3. batarya, ısıtma bataryasıdır. Isıtma ve nem alma (nem alma bataryası ile birlikte)

gerektiğinde devreye girer. Isıtma bataryasının içinde elektrikli rezistans vardır. Isıtma bataryasının üstünde Limit Termostat (LT) vardır. Limit termostat, ısıtıcı çıkışındaki havanın sıcaklığını ölçer ve hava sıcaklığı istenen değerin üstüne çıkmışsa, ısıtıcıyı devre dışı bırakır.

Isıtıcı batarya çıkışında fan (M) bulunmaktadır. Bir diğer DP (Diferential Pressure) cihazı da fanın girişiyle çıkışı arasındaki basınç farkını ölçer. Bunun amacı, fanın çalışıp çalışmadığını anlamaktır. Eğer fanın girişiyle çıkışı arasındaki basınç farkı sıfırsa, fan çalışmıyordur.

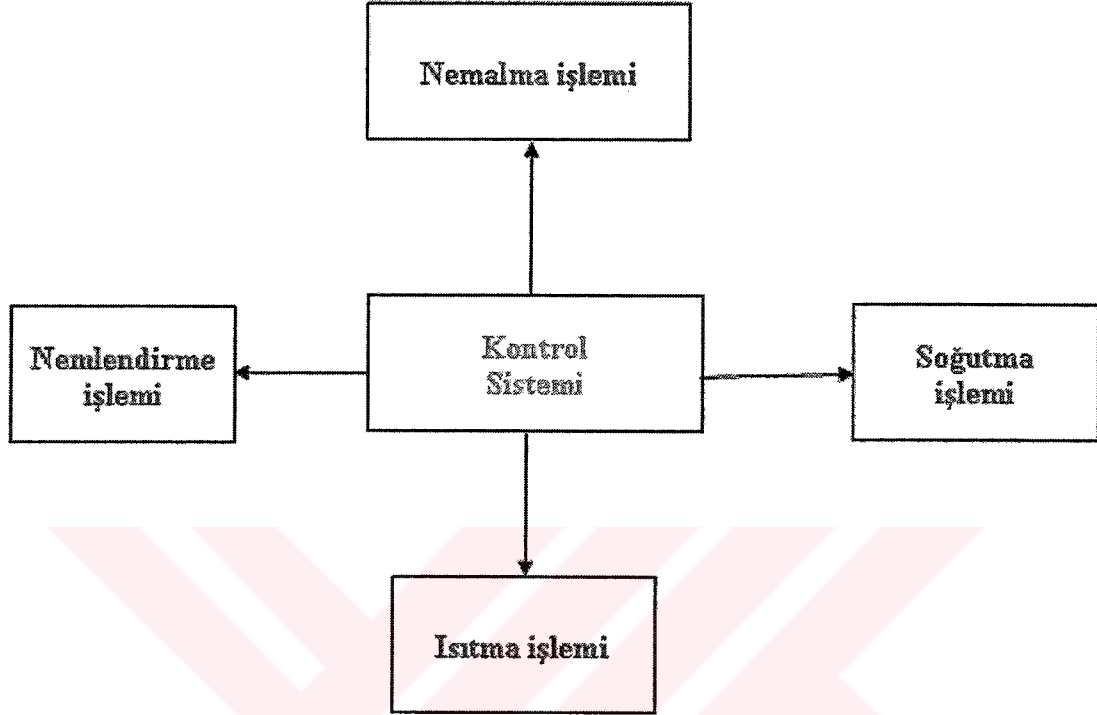
Fan çıkışında, eğer havanın nemi az ise havaya kuru buhar üfleyerek havayı nemlendiren buharlı tip nem cihazı (H) bulunmaktadır.

Test odasının hassas değer ölçmesi için, havanın sıcaklığının ve hızının bütün odaya homojen dağılmış olması gerekir. Asma tavan da tıpkı zemin gibi delikli olduğundan, fan çıkışında ok yönünde hareket eden hava, ortama homojen olarak dağılabilir.

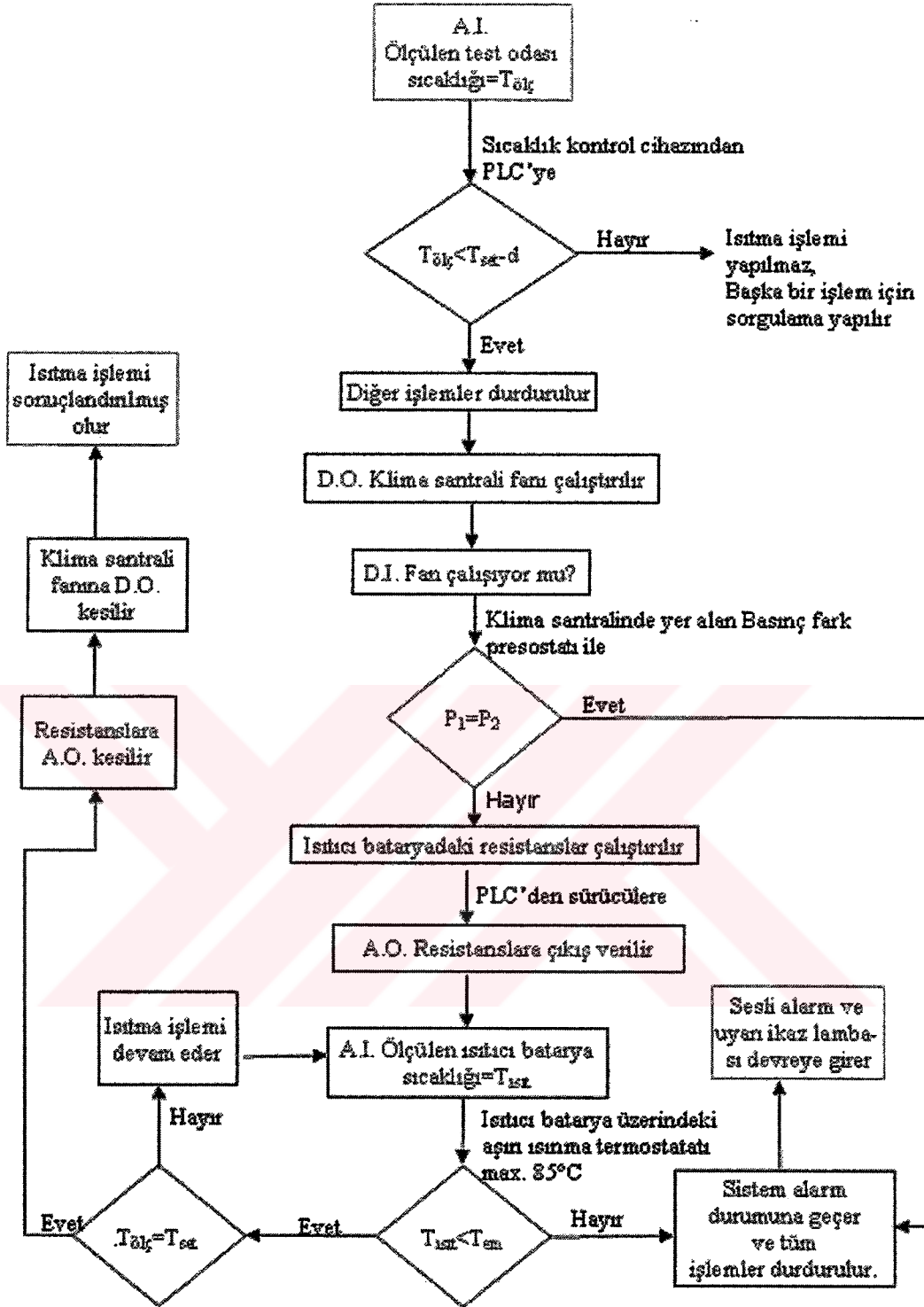
E4 camın buğulanmasını önlemek için cam rezistansı, E5 ise kapının yapışmasını önlemek için kapı rezistansıdır.

T1 sensörü, zeminin altındaki havanın yani hava şartlandırma cihazına giren havanın sıcaklığını, H sensörü ise nemini ölçer. Aynı şekilde, T2 sensörü de asma tavan üzerindeki havanın sıcaklığını ölçer.

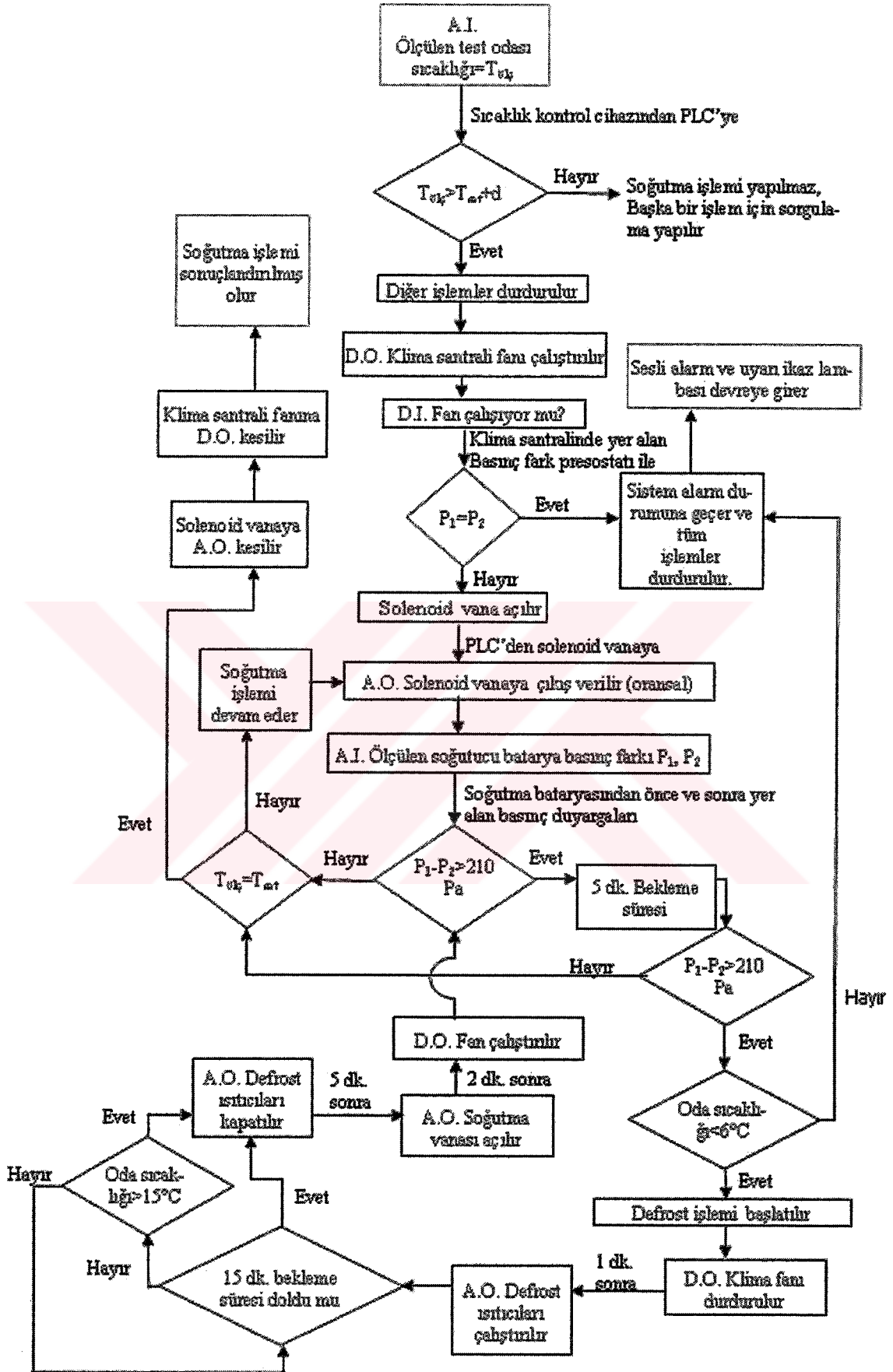
### 5.14 Test Odası Kontrol Sistemi Algoritmik Yapısı



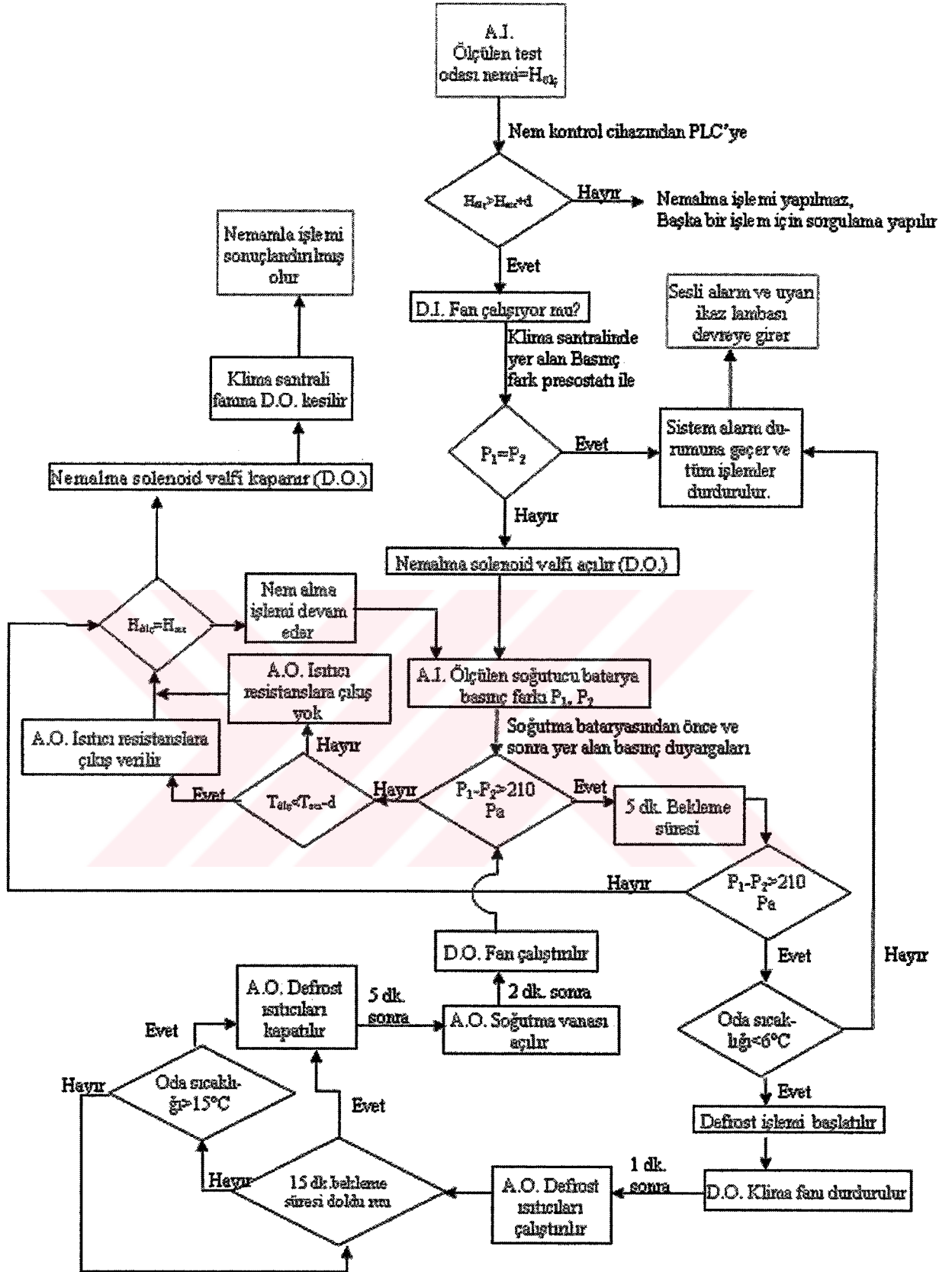
Şekil 5.12 Test odası kontrol sistemi algoritmik yapısı



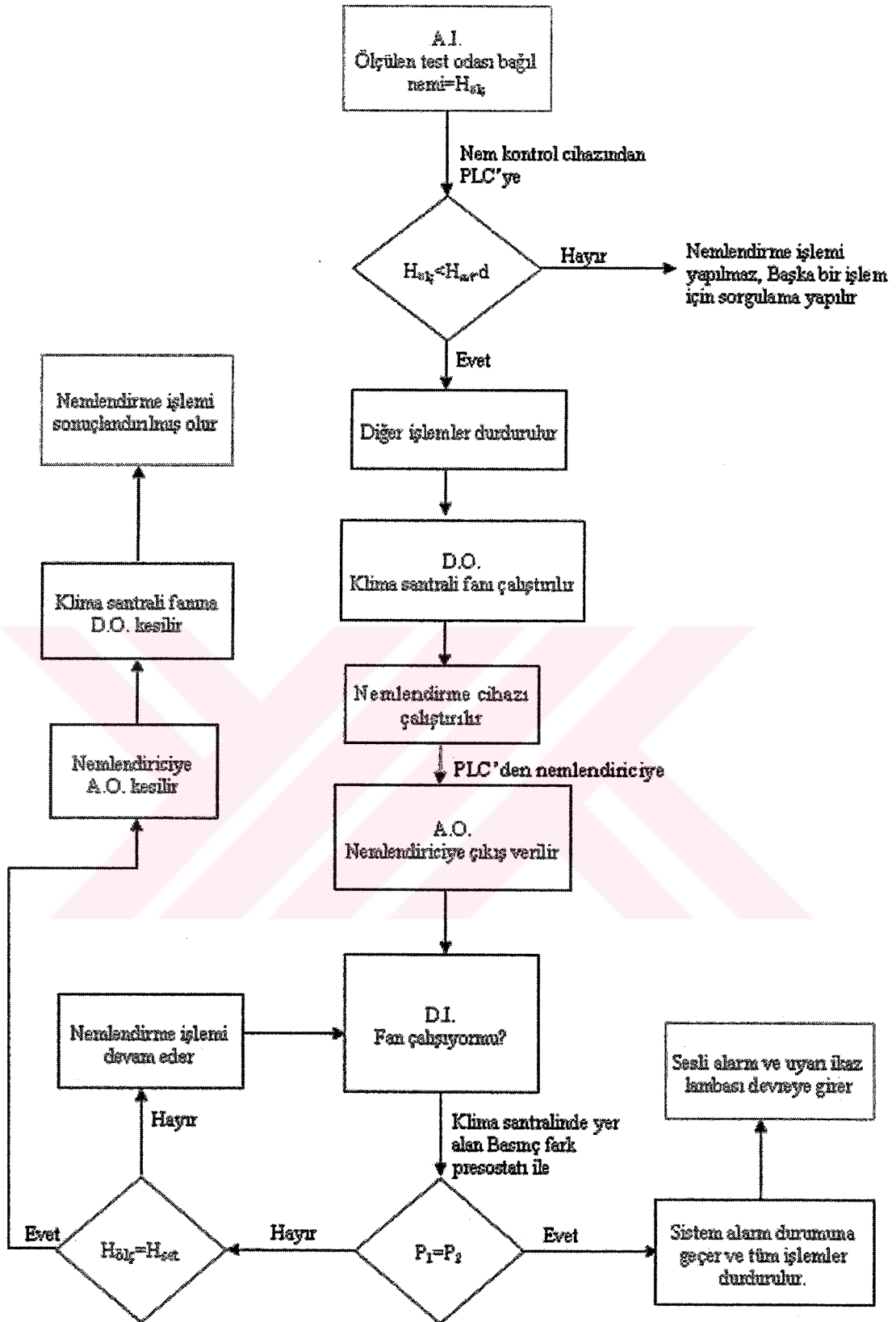
Şekil 5.13 Test odası ısıtma işlemi algoritmik yapısı



Şekil 5.14 Test odası soğutma işlemi algoritmik yapısı



Şekil 5.15 Test odası nem alma işlemi algoritmik yapısı



Şekil 5.16 Test odası nemlendirme işlemi algoritmik yapısı

**5.15 Elektrik Kumanda Panosu**

Kablo kesitleri standartlara uygundur. Pano içerisindeki tüm kablolar numaralanmış ve etiketlenmiştir. Pano üzerindeki termik arıza, soğutma sistemi yüksek ve alçak basınç arıza, aşırı sıcaklık alarmı gibi sinyal ışıkları olup ayrıca sesli alarma sahiptir.

Oda içi aydınlatma, neme dayanıklı flörsan armatürlerle yapılmaktadır. Aydınlatma şiddeti 500 lüx'tür.

## **6.DENEYLER**

### **6.1 Buzdolabı Performans Teyini İçin Yapılması Gereken Deneyler**

Ticari soğutucular için yapılacak performans deneylerinde izlenecek deney yöntemi ve deney şartları TS 7854 ve ISO 1992’de belirtilmiştir. Ticari soğutucuların testleri bu standartlara uygun olarak yapılmalıdır (Ataer vd, 1999).

#### **6.1.1 Enerji Tüketim Deneyi**

Bu deneyin amacı, belirtilen deney şartlarında soğutucu-dondurucuların enerji tüketimini kontrol etmektir.

Ortam Sıcaklığı: SN, N ve ST sınıfı cihazlar için: +25 °C, T sınıfı cihazlar için: +32 °C olmalıdır (TS 87, 1996).

#### **6.1.2 Sıcaklık Artış Deneyi**

Bu deneyin amacı, belirtilen deney şartlarında, gıda dondurucu ve varsa ‘üç yıldızlı’ depolama bölmesindeki deney paketlerinin sıcaklık artış süresini kontrol etmektir.

Ortam Sıcaklığı: SN, N ve ST sınıfı cihazlar için: +25 °C, T sınıfı cihazlar için: +32 °C olmalı (TS 87, 1996).

#### **6.1.3 Donma Deneyi (Yalnızca dondurucular için)**

Bu deneyin amacı, donma kapasitesini belirtilen deney şartlarında kontrol etmektir.

Ortam Sıcaklığı: SN, N ve ST sınıfı cihazlar için: +25 °C, T sınıfı cihazlar için: +32 °C olmalıdır (TS 7596, 1996).

#### **6.1.4 Su Buharı Yoğuşma Deneyi**

Bu deneyin amacı, belirtilen ortam sıcaklığında cihazın dış yüzünde su buharının yoğuşma mertebesini tespit etmektir.

Ortam Sıcaklığı: SN ve N sınıfı cihazlar için: +25 °C, SN ve T sınıfı cihazlar için: +32 °C olmalı.

Bağıl nem: SN ve N sınıfı cihazlar için: +19 °C±0,5 °C, ST ve T sınıfı cihazlar için: +27 °C ± 0,5 °C’ da olmalıdır (TS 87, 1996).

#### **6.1.5 Depolama Sıcaklıklarının Deneyi**

Bu deneyden amaç, uygun iklim sınıfı için ortam sıcaklıklarının her birinde Depolama Sıcaklıkları şartına uygunluğunu kontrol etmektir (TS 11301, 1998).

**6.1.6 Rafların ve Benzeri Bileşenlerin Mekanik Dayanıklılığının Denenmesi**

Bu deneyin amacı, depolanan gıda için kullanılan bileşenlerin (raflar, kaplar, evaporatörler) mekanik dayanımını kontrol etmektir.

Ortam Sıcaklığı: +16 °C ile +32 °C arasında olmalıdır (TS 87, 1996).

**6.1.7 Kapıların veya Kapakların, Tutamakların, Menteşelerin, Contaların Dayanıklılık Deneyi**

Bu deneyin amacı, kapıların ve kapakların, menteşelerin, tutamakların ve contaların dayanıklılığını kontrol etmektir.

Dış Kapılar için Ortam Sıcaklığı: +16 °C ile +32 °C arasında olmalıdır.

İç Kapılar ve kapaklar için deney işlemi inceleme aşamasındadır (TS 11301, 1998).

**6.1.8 Kapı veya Kapak Contalarının Hava Sızdırmazlık Deneyi**

Bu deneyin amacı, dolabın kapıları veya kapakları contalarının çevresindeki havanın herhangi bir şekilde anormal olarak içeriye girmesine uygun bir şekilde engel olup olmadığını kontrol etmektir.

Ortam Sıcaklığı: +16 °C ile +32 °C arasında olmalıdır (TS 87, 1996).

**6.1.9 Kapıların, Kapakların Açma Kuvvetinin Denenmesi**

Bu deneyin amacı, kapıların veya kapakların içeriden açılabildiğini kontrol etmektir.

Ortam Sıcaklığı: +16 °C ile +32 °C arasında olmalıdır (TS 87, 1996).

**6.1.10 Kokunun ve Tadın Olmadığının Doğrulanması Deneyi**

Bu deneyin amacı taze gıda depolama bölümünde ve özel soğutma bölümünde ve soğuk işlem bölümündeki iç bileşenlerin yapılmasında kullanılan malzemelerin gıdaya herhangi bir tat ya da koku verip vermeyeceğini kontrol etmektir.

Ortam Sıcaklığı: +16 °C ile +32 °C arasında olmalıdır (TS 87, 1996).

**6.1.11 Buz Yapma Deneyi**

Bu deneyin amacı, cihazın buz yapma yeteneği varsa, bunun önceden belirtilene uygun olup olmadığını kontrol etmektir.

Ortam Sıcaklığı: SN ve N sınıfı cihazlar için: +32 °C, ST sınıfı cihazlar için: +38 °C, T sınıfı cihazlar için: +43 °C olmalıdır (TS 87, 1996).

**6.1.12 Defrostlu Soğutucularda İki Defrost Periyodunu İçeren Deneyler**

Bu deney, soğutucunun iki defrost aralığı arasında yapılır. Defrost işlemi esnasında ve daha sonra tekrar çalışmaya başlaması ile birlikte soğutulan ürüne bu işlemin etkisi incelenir (Ataer vd., 1999).

**6.1.13 Soğutucunun Sürekli Çalışma Şartlarına Gelme (Rejime Gelme) Deneyi**

Bu deneyde çalışmayan ve içi boş bir soğutucunun ne kadar zamanda ve nasıl rejime geldiği test edilir (Ataer vd., 1999).

**6.1.14 Rejime Gelmiş Bir Soğutucunun İklim Şartlarında Rejimde Kalabilme Deneyi**

Bu deneyde rejime gelmiş bir soğutucunun iklim şartlarına uyum sağlayıp soğutma işlemini devam ettirip, ettiremediği test edilir (Ataer vd., 1999).

**6.1.15 Rejime Gelmiş Bir Soğutucuya Sıcak Ürün Doldurularak Yapılan Deneyler**

Bu deneyde rejime gelmiş olan boş bir soğutucunun pratik uygulamada markete yeni teslim edilen sıcak bir ürünle doldurulduğunda ne kadar zamanda ürünü istenilen şartlara getireceği ve bu esnada nasıl bir davranış göstereceği test edilir (Ataer vd., 1999).

**6.1.16 Ürünle Birlikte Soğutucunun Rejime Gelme Deneyi**

Bu deneyde çalışmayan ve sıcak ürünle dolu olan soğutucunun ürünle birlikte rejime gelme durumu test edilir (Ataer vd., 1999).

**6.1.17 Kapaklı Soğutucularda Kapak Açma/Kapama İşlemi Etkisinin İzlendiği Deneyler**

Bu deneyde pratik uygulamada bir markette müşterilerin soğutucuyu açıp içinden soğutulan ürünleri almaları esnasında kaynaklanan ısı ve kütle alışverişinin etkisi test edilir (Ataer vd., 1999).

**6.1.18 Ürün Doldurma Kapasitelerinin (Dolu, Yarı Dolu, Boş) Test Edildiği Deneyler**

Bu deneyde değişik oranlarda ürün yükleme durumunun soğutucu performansına etkisi test edilir (Ataer vd., 1999).

**6.2 Deney Paketleri**

Yüklü bir cihazda, deneyler yapılırken dikdörtgen prizma biçimindeki deney paketleri kullanılmalıdır.

Boyutlar ve Toleranslar:

Paketlerin donmadan önceki boyutları ve kütlesi paketleme malzemesi dahil çizelge 6.1'de

verildiği gibi olmalıdır.

Çizelge 6.1 Deney paketlerinin boyutları ve kütlesi (TS 11301, 1998).

Boyutlar	Kütle
mm	g
25x50x100	125
50x100x100	500
50x100x200	1000

Toleranslar aşağıdaki gibi olmalıdır:

a) Doğrusal boyutlarda:

25 mm ve 50 mm boyutlar için  $\pm 1,5$  mm

100 mm ve 200 mm boyutlar için  $\pm 3,0$  mm

b) Kütlede:  $\pm 2\%$

Paketlerin İçinde Bulunan Malzeme Cinsleri:

Paketlerde yer alan malzemeler:

a) 1000 g başına uygun doldurma malzemesi

Oksietilmetil selüloz 230g

Su 764,2 g

Tuz (Sodyum klorür) 5g

6 kloro-m-kresol 0,8 g dan meydana gelmelidir.

b) Soğuk işlem bölmelerindeki ölçme için donma noktası  $-5^{\circ}\text{C}$  olan deney paketi almak ve 1000 g başına içeriği aşağıda verilene uygun doldurma malzemesi gereklidir:

Oksietilmetil selüloz 232 g

Su 725 g

Tuz (Sodyum klorür) 43 g

G Kloro-m-kresol 0,8 g

c) Plastik levha veya herhangi uygun bir malzemedan meydana gelen ambalaj, çevre ortamı ile nem alış verişi ihmal edilebilir seviyede olmalıdır (TS 11301, 1998).

### 6.3 Cihazların Yerleştirilmesi

Her bir cihaz mat siyah boyalı, serbest hava akımı için altı açık ancak üst tablası ahşap (masif) malzemedен yapılmış dolu (masif) bir platform üzerine konmalıdır. Platformun üzeri deney odası zemininden 0,3 m yukarıda ve soğutucu-dondurucuların arka tarafı hariç bütün diğer kenarlarından itibaren düşey bölmeye kadar en az 0,3 m taşmalı, bu 0,6 m' yi geçmemelidir. Platformun arka tarafı düşey doğrultudaki bölmeye kadar uzanmalıdır. Cihazın civarındaki hava akımı, mat siyah boyalı aşağıdaki gibi düzenlenmiş üç düşey bölme ile çevrilerek sınırlandırılmalıdır:

a) Bölmelerden biri gerekli tam yer ile ilgili olarak cihazın arka tarafında durduruculara karşı veya imalatçının önceden belirttiği boşluğu sağlayacak mesafede paralel olarak yerleştirilmelidir.

b) Diğer iki bölme, cihazın yan taraflarına paralel olmalı ve bunlar cihazın kenarından 0,3 m' de platforma tespit edilmelidir. Yan bölmelerin genişliği 0,3 m olmalıdır.

Düşey bölmeler sürekli olmalı ve dolabın tepesinden en az 0,3 m yükseğe kadar uzanacak yükseklikte olmalıdır.

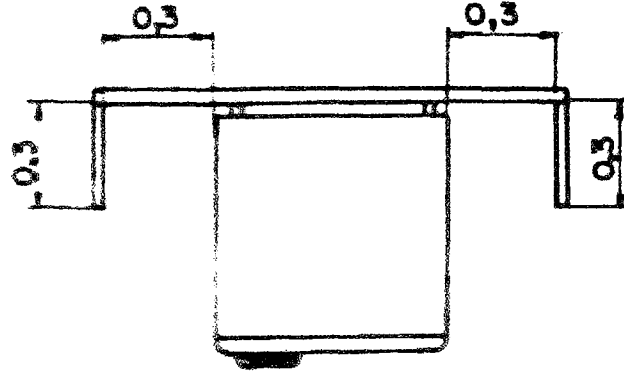
Cihaz, deney odasındaki soğutma veya ısıtma donanımından veya bu donanımdan yayılan doğrudan ışıma engel olunacak biçimde yerleştirilmeli veya korunmalıdır. Cihaz, deney odasında içinde bulunduğu mekanın herhangi bir noktasındaki ortam sıcaklığından başka tesirleri ortadan kaldıracak kadar diğer cisimlerden yeterli uzaklıkta yerleştirilmelidir.

Deney odasındaki hava dolaşımı, belirtilen tolerans sınırları içinde, belirtilen ortam sıcaklığı elde edilecek kadar olmalıdır. Deneyi yapılmakta olan cihaz hızı 0,25 m/s' nin üzerindeki herhangi bir hava akımına karşı korunmalıdır.

Deney odasındaki hava dolaşımı, cihaz tarafından oluşturulan normal hava dolaşımı ile girişim yapmamalıdır.

Gömme tip olması amaçlanan cihazlar, imalatçının önceden belirttiği talimatlara uygun olarak yerleştirilmelidir.

Soğutma cihazları dışında başka cihazlarla birlikte bulunan gömme tip cihazlara, deneyler bu cihazlarla birlikte, fakat bu cihazlar fonksiyonunu yapmazken uygulanmalıdır.



Şekil 6.1 Hava dolaşımını sınırlama bölmesi (üstten görünüş) (TS 87, 1996)

Deneylerde, sıcaklık ölçümleri en az beş ayrı noktaya yerleştirilen ısı çiftleri (termokupul) ile ölçülebilir. Sıcaklık ölçümlerinde kullanılan ısı çiftlerinin; dış yüzey alanı minimum ve yansıtıcılık özelliği yüksek olan 25 gram ağırlığında metal muhafaza içerisinde yerleştirilerek radyasyondan korunmuş olması gerekmektedir. Deneylerde, metal muhafaza olarak paslanmaz özelliği de dikkate alınarak çapı ve yüksekliği 15.2 mm olan pirinç silindirik kütleler kullanılabilir.

Sıcaklık ölçümünde kullanılan ısı çiftlerinden biri soğutucu dışına ve ticari soğutucunun türüne göre standartlarda belirlenmiş konuma uygun bir noktaya yerleştirilerek ortam sıcaklığı ölçülür. Bu nokta standartlarda 'iklim ölçüm noktası' olarak tanımlanır. Diğer ısı çiftleri, deney paketleri (M Paketleri) içerisine yerleştirilerek soğutucu içerisinde farklı konumlardaki noktaların sıcaklıkları ölçülür (TS 87, 1996).

#### 6.4 Test Cihazları

Deneyler esnasında kullanılacak cihazlar ve kullanım amaçları aşağıda verilmiştir.

1-Veri toplama ve değerlendirme kartı:

Test esnasında elde edilen değerlerin toplanıp bilgisayar ortamına aktarılmasında kullanılabilir.

2-Veri toplama kartı bağlantı modülü:

Sıcaklık, nem, hız ve benzeri ölçüm cihazlarının DAQ kartına bağlantısını sağlar.

3-Sıcaklık kontrol cihazı:

Test odası iç ortam sıcaklığını kontrol eder ve gerekli ayarları yapar.

4-Sıcaklık ve nem algılayıcı:

Test odası içerisindeki sıcaklık ve nem değerlerini ölçer ve ölçülen değerleri bilgisayara aktarır.

5-Hız ölçme cihazı:

Test odası içerisinde değişik noktalardaki hız dağılımlarının ölçülmesinde kullanılır.

6-Hava hızı transdueri:

İlgili standartlara göre testler için gerekli olan hava akımlarının istenilen hızlarda olup olmadığı sürekli olarak kontrol edilir ve ölçüm değerleri bilgisayara aktarılır.

7-Soğutucu akışkan şarj ünitesi:

Test edilen soğutucuların istenilen türde ve istenilen miktarda soğutucu akışkan ile doldurulmasında (şarj) kullanılır.

8-Vakum pompası:

Soğutucu akışkanı şarj etmeden önce soğutucu içerisindeki havayı boşaltmakta kullanılır.

9-PC Kişisel bilgisayar ve yazıcı:

Deneysel verilerin alınması, kontrol edilmesi, toplanması, değerlendirilmesinde ve grafiklerin çizilmesinde kullanılır.

10-Gaz kaçak detektörü:

Testler sırasında olabilecek gaz kaçağını tespit etmekte kullanılır.

11-Avo-metre:

Test odasının ve test cihazlarının voltaj, direnç ve akım gibi elektriksel büyüklüklerinin ölçümünde ve kontrolünde kullanılır.

12-Elektrik sayacı:

Test edilen soğutucuların güç tüketimini belirlemek amacıyla kullanılmalıdır.

13-Yayıcılık ölçer:

Soğutucuların içerisine test için yerleştirilen test paketlerinin ve test odası yüzeylerinin yayıcılıklarının belirlenmesinde kullanılır.

14-Değişik tiplerde ısı çiftler:

Test odasının ve soğutucunun değişik konumlarındaki sıcaklık değerlerinin okunmasında ve toplama kartına aktarılmasında değişik tip ve kalınlıklarda ısı çiftler kullanılır. Ayrıca test edilen soğutucuların değişik konumlarına yerleştirilen bu ısı çiftler deney boyunca

soğutucunun performansını belirleyecek sıcaklık değerlerinin bilgisayara aktarılmasında kullanılır.

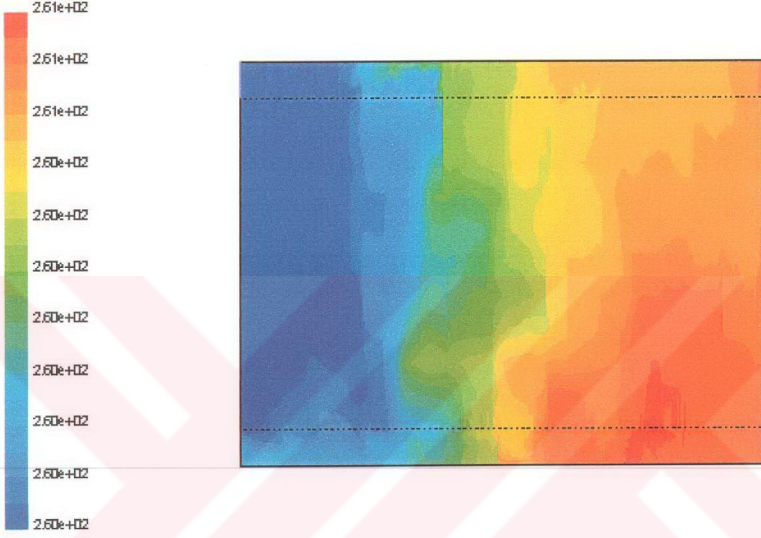
#### 15-Veri Kaydedici (Data Logger):

Test odasında bulunan değişik sensörlerden gelen sinyallerin istenilen zaman aralıklarında okunmasında, kaydedilmesinde ve bilgisayara aktarılmasında kullanılır (Ataer vd., 1999)



## 7.ODA İÇERİSİNDEKİ HAVA HAREKETLERİNİN İNCELENMESİ

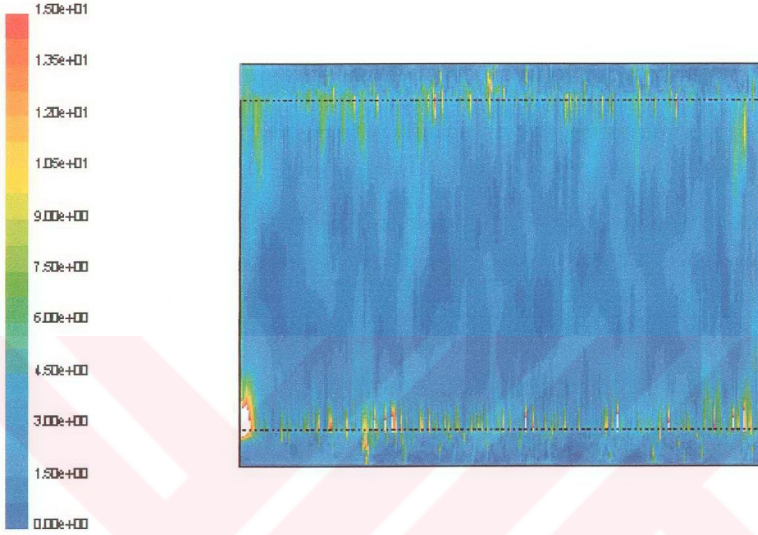
### 7.1 Oda İçerisindeki Sıcaklık Dağılımının Simülasyonu



Şekil 7.1 Oda içerisindeki sıcaklık dağılımı (°K)

Şekildeki mavi bölgeler en soğuk yerler olup, kırmızı bölgeler en sıcak yerlerdir. Buna göre soğuk havanın odaya üflendiği yer (hava şartlandırma cihazı çıkışı), odanın en soğuk bölgesi olup, hava şartlandırma cihazından üflenene soğuk havanın hemen odanın zeminine inmesinden dolayı, oda içerisinde sıcaklık farkı oluşmaktadır.

## 7.2 Oda İçerisindeki Hız Dağılımının Simülasyonu



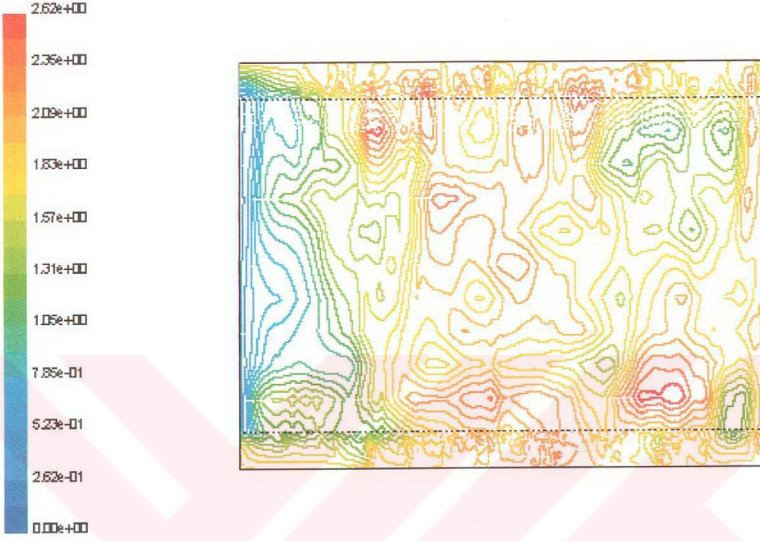
Şekil 7.2 Oda içerisindeki hız dağılımı (m/s)

Asma tavanda bulunan deliklerden dolayı, hava hızı bu deliklerin olduğu yerlerde kesit daralmasından dolayı artmaktadır. (Kırmızı bölgeler)

Yine aynı şekilde, zeminde bulunan deliklerden dolayı hava hızı deliklerin olduğu yerlerde artmaktadır.

Hava hızının arttığı üçüncü bölge ise, hava şartlandırma cihazının oda içerisindeki havayı emdiği yerdir. (Fandan dolayı)

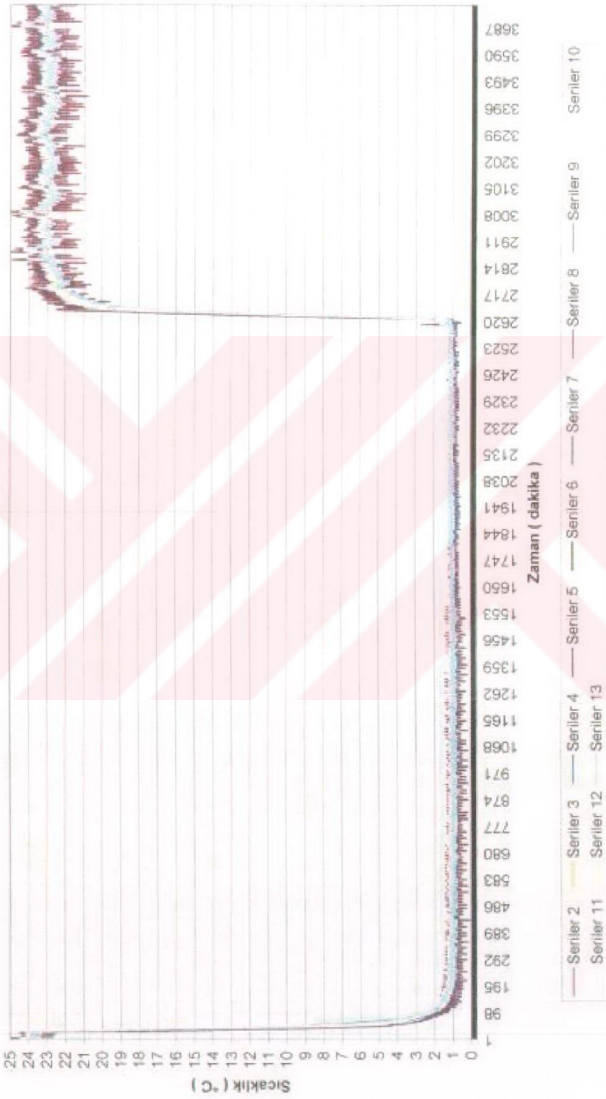
### 7.3 Oda İçerisindeki Akım Fonksiyonunun Dağılımının Simülasyonu



Şekil 7.3: Oda içerisindeki akım fonksiyonunun dağılımı (kg/s)

## 8.PERFORMANS DENEYLERİ

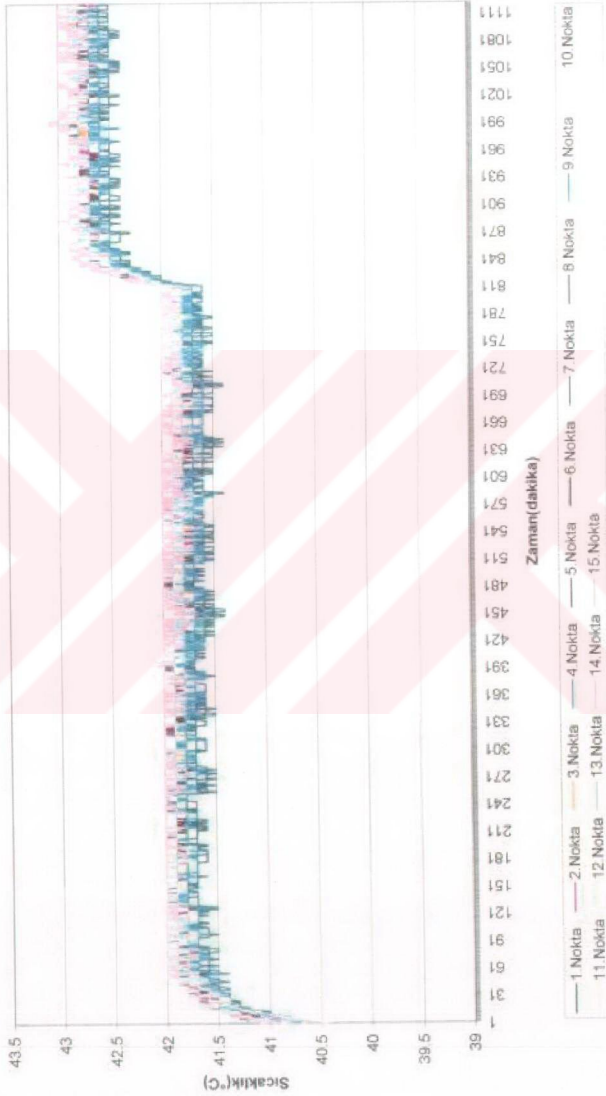
### 8.1 Deney 1



Şekil 8.1 Oda içerisindeki sıcaklığın zamanla değişimi

## 8.2 Deney 2

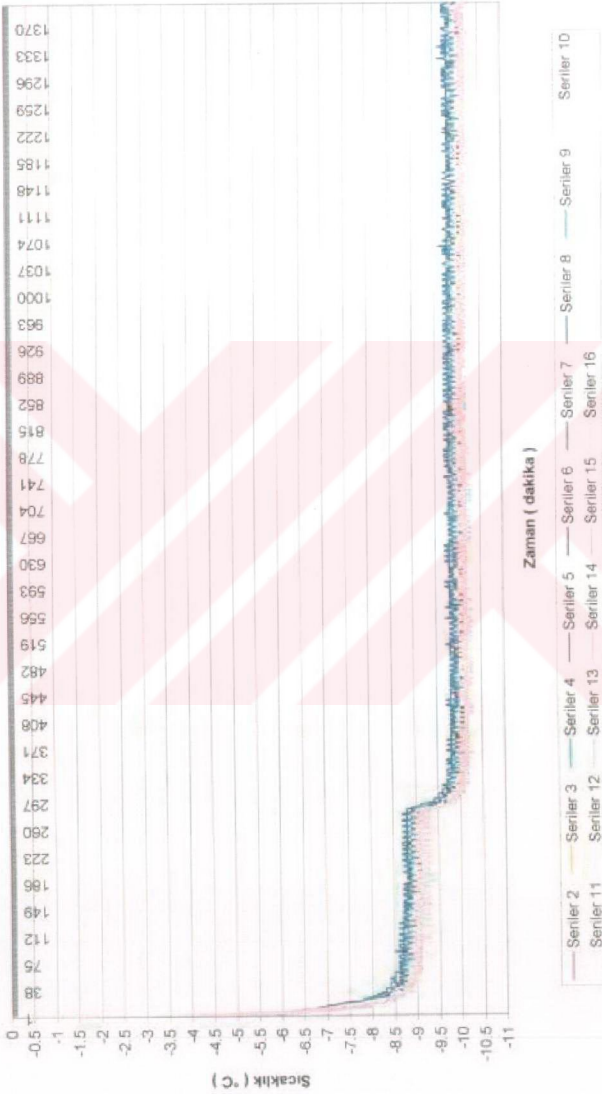
Oda ilk önce 42 °C'ye, ardından da 43 °C'ye set edildi.



Şekil 8.2 Oda içerisindeki sıcaklığın zamanla değişimi

### 8.3 Deney 3

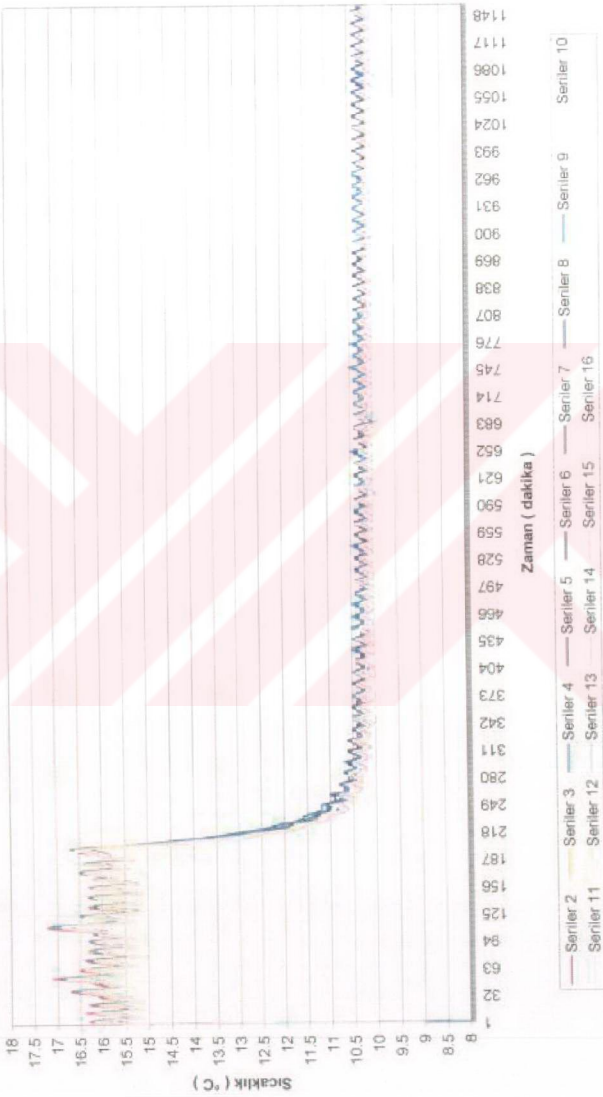
Oda ilk önce  $-9^{\circ}\text{C}$ 'ye ardından da  $-10^{\circ}\text{C}$ 'ye set edildi.



Şekil 8.3 Oda içerisindeki sıcaklığın zamanla değişimi

### 8.4 Deney 4

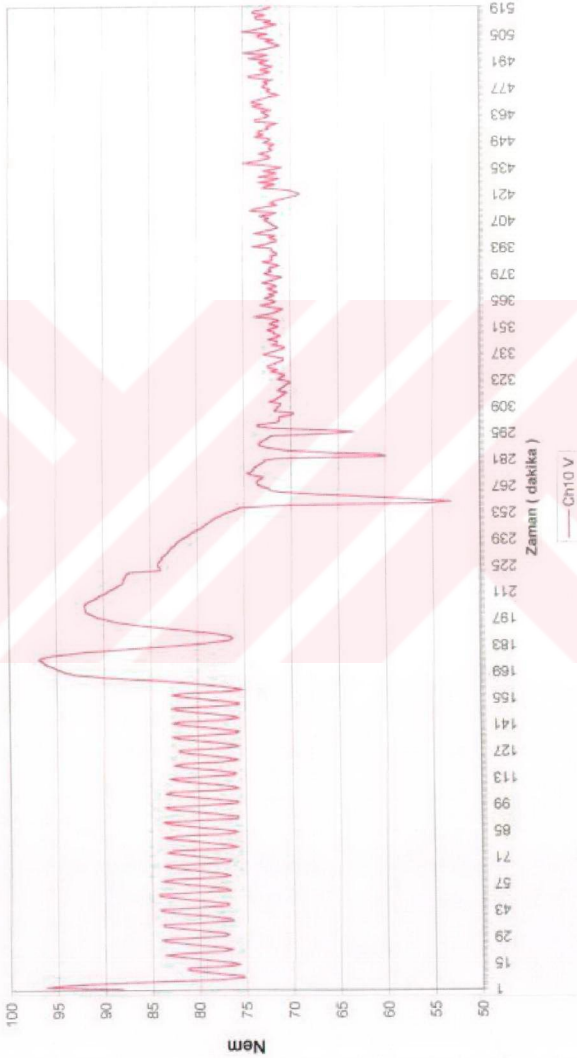
Oda ilk önce 16 °C'ye ardından da +10 °C'ye set edildi.



Şekil 8.4 Oda içerisindeki sıcaklığın zamanla değişimi

### 8.5 Deney 5

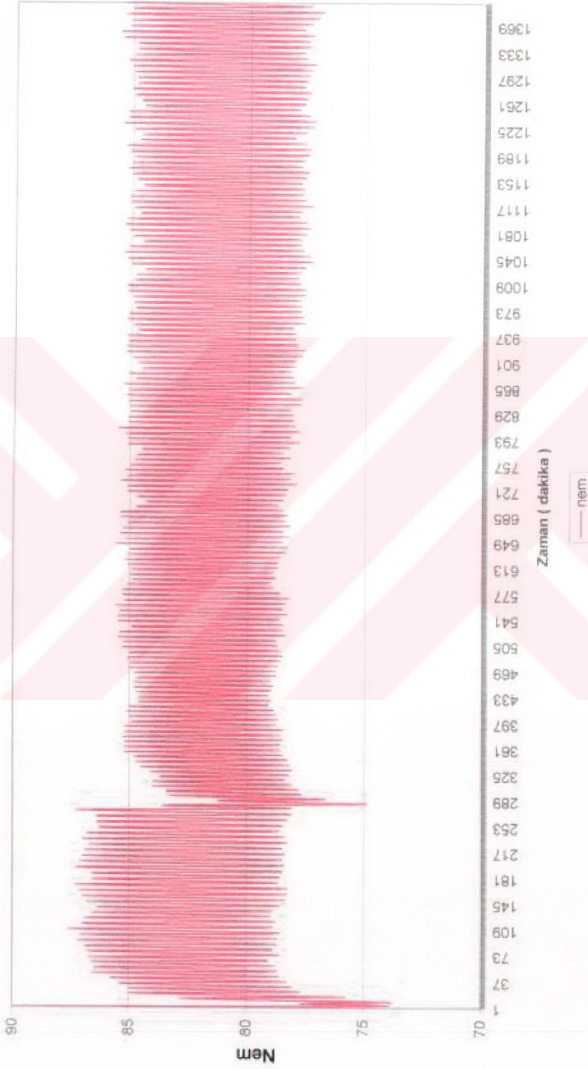
Oda ilk önce -10 °C sıcaklık/ %80 neme set edildi ardından odanın kapısı açıldı ve daha sonra oda 43 °C sıcaklık/ %75 neme set edildi.



Şekil 8.5 Oda içerisindeki nemin zamanla değişimi

**8.6 Dency 6**

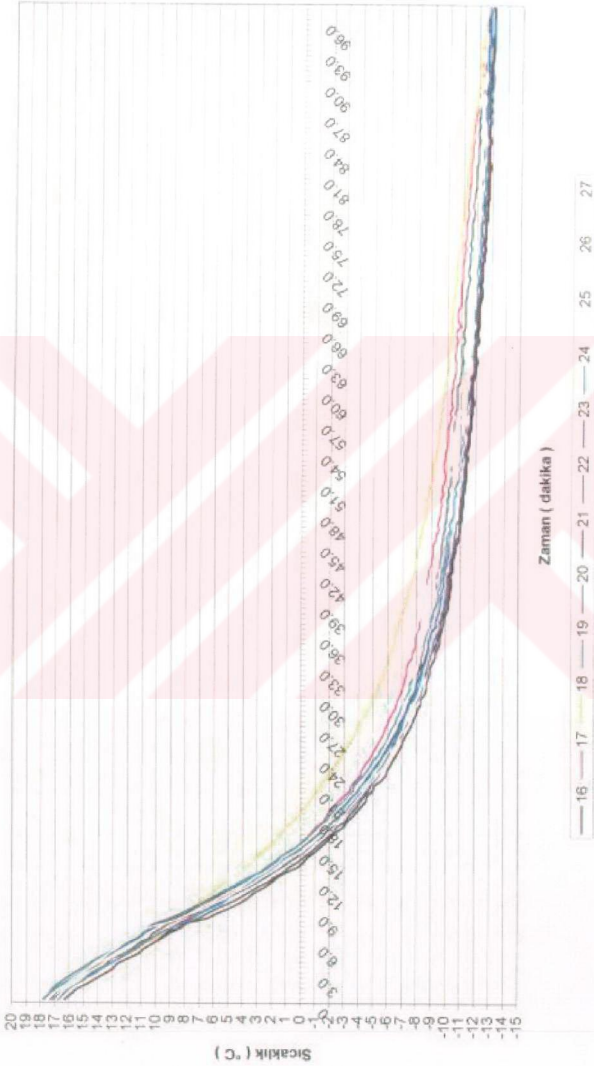
Oda -10 °C sıcaklık/ %80 neme set edildi.



Şekil 8.6 Oda içerisindeki nemin zamanla değişimi

### 8.7 Deney 7

Oda 17 °C'den -13 °C'ye kadar soğutuldu.



Şekil 8.7 Oda içerisindeki sıcaklığın zamanla değişimi

## 9.SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında, ısıtma cihazlarının üretimini yapan bir firmaya, testlerinin yapılabilmesi için bir adet test odası projelendirilerek kurulmuş ve testleri yapılmıştır. Test odasında beş adet sıcaklık ve iki adet nem deneyi yapılmıştır.

TS 7853'e göre, deney odası, belirtilen ölçme noktalarındaki sıcaklık ve nemde, sıcaklığın  $\pm 1$  °C, yüzde bağıl nem değerinin  $\pm 5$  birim içinde tutulması gerekmektedir.

Elde edilen sonuçlar, standartta istenilen sıcaklık ve nem değerlerini tutturmuştur. Ayrıca odanın çeşitli yerlerine yerleştirilen sensörlerden alınan değerler, oda içerisindeki sıcaklık dağılımının da standartlara uygun olarak gerçekleştiğini göstermektedir.

Bunun yanında, oda içerisindeki hava hareketleri de incelenerek, sıcaklık dağılımının, hız dağılımının ve akım fonksiyonunun dağılımının simülasyonları yapılmıştır. Buradan elde edilen sonuçlara göre, panellere yakın bölgelerde hava sıcaklığı yüksek olup, hava şartlandırma cihazı çıkışında hava sıcaklığı en düşük değerdedir. Bunun nedeni de, panel yakınındaki havanın, dış ortamdan ısı kazancı yüksek olduğu için, bu bölgelerdeki havayı soğutmak daha zordur. Hava hızları ise, asma tavandaki ve yükseltilmiş döşemedeki deliklerin olduğu bölgelerde kesit daralmasından dolayı yüksektir. Ayrıca, hava şartlandırma cihazı girişinde fanın dolayısı ile hava hızı artmaktadır. Standartlara göre, oda içerisindeki hava hızının 0,2 m/s olması gerektiğinden, hava şartlandırma cihazından üflenen hava delikli olarak imal edilen asma tavandan geçerek odaya homojen olarak dağılır.

Tasarlanan bu test odasında sistem PID (oransal) kontrollü yapılarak, sıcaklık dalgalanmalarının önüne geçilmiştir. Eğer sistem ON-OFF kontrollü olsaydı, sürekli aç-kapa yapacağı için sıcaklık dalgalanmaları artardı. Oysa, standartlara göre sıcaklık dalgalanmalarının  $\pm 0,5$  °C içinde tutulması gerekmektedir.

**KAYNAKLAR**

- ASHRAE Handbook, (1994), Refrigeration Systems and Applications, ASHRAE, Inc. Atlanta, GA.
- Ataer, E., Türkoğlu, H., Usta, H., (1999), Ticari Soğutucularda Alternatif Akışkanların Kullanımı, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Ankara.
- Genceli, O., (2001), Soğutma Tesisatı, Makina Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.
- ÖZKOL, N., (1999), Uygulamalı Soğutma Tekniği, Makina Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, (1989), Tercih Edilen Test Sıcaklıkları, TS 7495.
- Türk Standartları Enstitüsü, (1996), Soğutucu Cihazlar (Buzdolapları) – Ev Tipi- Düşük Sıcaklık Bölmesi Bulunan Veya Bulunmayan Soğutucuların Performansı, TS 87.
- Türk Standartları Enstitüsü, (1996), Soğutucular(Buzdolapları) Ev Tipi-Donmuş gıda depolama dolapları ve Gıda Dondurucuları-Karakteristikler ve Deney Metotları, TS 7596.
- Türk Standartları Enstitüsü, (1998), Soğutucular(Buzdolapları) Ev ve benzeri yerlerde kullanılan Soğutucu-Dondurucular-Özellikler ve Deney Metotları, TS 11301.
- Türk Standartları Enstitüsü, (1990), Soğutucu Dolaplar, Ticari – Deney Metotları – Genel Deney Şartları, TS 7853.
- Yamankaradeniz, R., Horoz, İ., Coşkun, S., (2002), Soğutma Tekniği ve Uygulamaları, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Bursa.

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi 22.05.1980

Doğum yeri İstanbul

Lise 1992-1996

Bakırköy Lisesi

Lisans 1996-2000

Kocaeli Üniversitesi

Yüksek Lisans 2001-

Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Makine Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

**Çalıştığı kurum**

2001-Devam ediyor FRİGO Soğutma San. Ve Tic. A.Ş.

