

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

85017

SİGARA FABRİKALARINDA HAVALANDIRMA
PROSESİNİN İNCELENMESİ

Mak. Müh. M. Deniz GÜNGÖR

F.B.E Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Doğan ÖZGÜR



85017

İSTANBUL, 1999

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	i
ŞEKİL LİSTESİ.....	ii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. SİGARA FABRİKALARI.....	4
3. SİGARA İMALAT PROSESLERİ.....	5
3.1 Lamina Hattı.....	5
3.2 Stem Hattı.....	8
3.3 Burley, Virginya Hattı.....	9
3.4 Oriental Hattı.....	12
3.5 Geri Besleme Hattı.....	12
3.6 Son Üretim Hattı.....	12
4. ANA PROSESLERE YARDIMCI SİSTEM ve EKİPMANLAR.....	14
4.1 Damar İşleme Sistemi.....	14
4.2 Damar İşleme Tesisatı.....	14
4.3 Tütün Hazırlama Sistemi.....	15
4.4 Kurutma Silindiri ve Detayı.....	15
4.5 Toester Cihazı.....	17
4.6 Sigara İmalat Bölümü.....	17
4.6.1 Sigara imalat makinaları.....	18
4.7 Filtre Çubuğu İmal Makinaları.....	19
4.8 Kalite Kontrol Cihazları.....	19
4.9 Sigara Paket Makinaları.....	20
4.9.1 Polipropilen sarma makinaları.....	20
4.9.2 Grupman makinaları.....	21
5. HAVALANDIRMA ve İKLİMLENDİRME SİSTEMİ.....	22
5.1 Birinci Üretim Alanı.....	22
5.2 Kesilmiş Tütün Deposu.....	24
5.3 Son Üretim Alanı.....	27
5.4 Bitmiş Ürün ve Kağıt Depoları.....	28
5.5 Üretim Destekleme Alanları.....	29

6.	ÖRNEK EKİPMAN HESAPLAMALARI.....	30
6.1	Birinci Üretim Alanı.....	30
6.1.1	Soğutucu batarya için hesaplama.....	31
6.1.2	Isıtıcı batarya için hesaplama.....	39
6.1.3	Buharlı nemlendirici kapasitesi.....	42
6.2	Kesilmiş Tütün Deposu.....	46
6.2.1	Soğutucu batarya için hesaplama.....	46
6.2.2	Isıtıcı batarya için hesaplama.....	51
6.2.3	Buharlı nemlendirici kapasitesi.....	53
6.3	Kesilmiş Tütün Deposu.....	56
6.3.1	Soğutucu batarya için hesaplama.....	56
6.3.2	Isıtıcı batarya için hesaplama.....	61
6.3.3	Buharlı nemlendirici kapasitesi.....	63
6.4	Bitmiş Ürün ve Kağıt Depoları.....	66
6.5	Üretim Destekleme Alanları.....	66
7.	MEVCUT SİSTEM İLE MERKEZİ SİSTEMİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	67
7.1	Soğutucu batarya için hesaplama.....	68
7.2	Isıtıcı batarya için hesaplama.....	73
7.3	Buharlı nemlendirici kapasitesi.....	75
8.	SONUÇLAR.....	80
	KAYNAKLAR.....	82
	ÖZGEÇMİŞ.....	83

SİMGE LİSTESİ

A	Mahalin alanı
C_p	Havanın sabit basınçtaki özgül ısısı
F	Ortama birim zamanda yollanan hava debisi
h	Antalpi değeri
$h_{GİREN}$	Soğutucu serpantine giren havanın antalpisi
$h_{ÇIKAN}$	Soğutucu serpantinden çıkan havanın antalpisi
$h_{WÇIKAN}$	Soğutucu serpantini terk eden yoğuşmuş suyun antalpi değeri
Δh	Antalpi farkı
m	Birim zamanda geçen kütle miktarı
m_a	Havanın soğutucu serpantine girmeden önceki kütledebisi
Q	Klima santrali soğutucu serpantin kapasitesi
V	İklimlendirilecek veya havalandırılacak olan toplam hacim
W	Özgül nem
ΔW	Bataryadan çıkan hava ile giren havanın özgül nem farkı
$W_{GİREN}$	Soğutucu serpantine giren havanın özgül nem değeri
$W_{ÇIKAN}$	Soğutucu serpantinden çıkan havanın özgül nem değeri
ρ	Havanın özgül ağırlığı

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1	Sigara İmalatı Üretim akış diagramı..... 6
Şekil 3.2	Amerikan Blend tütünü hazırlama akış şeması..... 10
Şekil 5.1	Radyant ısıtıcı çalışma prensibi..... 23
Şekil 5.2	Kesilmiş Tütün Bölümü klima santrali..... 24
Şekil 5.3	Klima santrali serpantin gruplaması..... 25
Şekil 5.4	Jet tipi difüzör..... 26
Şekil 5.5	Direkt genleşmeli klima santrali..... 27
Şekil 6.1	Birinci Üretim Alanı klima santrali soğutucu batarya şematik hava akışı..... 35
Şekil 6.2	Birinci Üretim Alanı klima santrali ısıtıcı batarya şematik hava akışı..... 44
Şekil 6.3	Kesilmiş Tütün Deposu klima santrali soğutucu batarya şematik hava akışı..... 49
Şekil 6.4	Kesilmiş Tütün Deposu klima santrali ısıtıcı batarya şematik hava akışı..... 54
Şekil 6.5	Son Üretim Alanı klima santrali soğutucu batarya şematik hava akışı..... 59
Şekil 6.6	Son Üretim Alanı klima santrali ısıtıcı batarya şematik hava akışı..... 64
Şekil 7.1	Merkezi sistem klima santrali soğutucu batarya şematik hava akışı..... 71
Şekil 7.2	Merkezi sistem klima santrali ısıtıcı batarya şematik hava akışı..... 76

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 6.1 Birinci Üretim Alanı klima santralı soğutucu serpantin psikrometrik diyagram hava akışı.....	36
Çizelge 6.2 Nemli havanın termodinamik özellikleri.....	37
Çizelge 6.3 Birinci Üretim Alanı klima santralı ısıtıcı serpantin psikrometrik diyagram hava akışı.....	45
Çizelge 6.4 Kesilmiş Tütün Deposu klima santralı soğutucu serpantin psikrometrik diyagram hava akışı.....	50
Çizelge 6.5 Kesilmiş Tütün Deposu klima santralı ısıtıcı serpantin psikrometrik diyagram hava akışı.....	55
Çizelge 6.6 Son Üretim Alanı klima santralı soğutucu serpantin psikrometrik diyagram hava akışı.....	60
Çizelge 6.7 Son Üretim Alanı klima santralı ısıtıcı serpantin psikrometrik diyagram hava akışı.....	65
Çizelge 7.1 Merkezi Sistem klima santralı soğutucu serpantin psikrometrik diyagram hava akışı.....	72
Çizelge 7.2 Merkezi Sistem klima santralı ısıtıcı serpantin psikrometrik diyagram hava akışı.....	77

ÖNSÖZ

İnsan yaşamında önemli bir yer teşkil eden, zararlarına rağmen vazgeçilemeyen sigaranın üretim proseslerini ve bunlara etki eden ortam şartlarını incelediğim bu tezin, seçim aşamasında ve tez çalışmaları esnasında karşılıklı görüştüğümüz, bana yönlendirme, bilgi ve tecrübeleri yönünden yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Sn. Prof. Dr. Doğan ÖZGÜR 'e, aynı çalışma dönemi içerisinde Maltepe Sigara Sanayi Müessesesi Müdürlüğü 'nde inceleme ve araştırma yapmamda yardımcı olan DEMTA Ltd. Şti. Proje Müdürü Sn. İrfan ÇELİMLİ 'ye, Sigara Fabrikasında yaptığım çalışmalarında destek olan Fabrika İşletme Müdürü Sn. İsmail KÖRFEZ 'e, yine İşletme Müdürlüğünde bulunan Sn. Demir Savaş 'a, İbrahim TANIR 'a ve literatür araştırmalarımnda yardımcı olan Sn. Deniz DİNAR 'a teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

İnceleme konusu yaptığım, sigara fabrikasında üretim farklı kalitedeki tütünler ve bunlardan oluşan harmanlamalar ile gerçekleştirilmektedir. Ana hammadde tütün, iyi, orta ve düşük kalite olmak üzere üç farklı kalite sınıfında fabrikaya oradanda üretim proseslerine girmektedir. Burley-Virginia iyi kalite, oriental orta kalite, türk tütünleri ise düşük kalite tütünlerdir. Kendi aralarında harmanlama işlemine gelene kadar, birbirinden bağımsız proseslere girerler. Üretim proseslerinde kaliteyi arttırmaya yönelik olarak tütüne; sos, kimyasal maddeler, damar gibi katkı maddeleri ilave edilir. Harmanlama işlemlerinden sonraki proseslerde tütün, sigara imalatına yönelik üretim alanına sevk edilir.

Sıcaklık ve nem oranını, fabrikada imalata etki eden önemli kriterlerdendir. Bu değerler ölçü cihazlarıyla sürekli kontrol altında tutulmaktadır. Aranan iklimlendirme şartları, klima santralleri, soğutma üniteleri çillerler, sıcak hava cihazları, radyant ısıtıcılar, fan coiller ve egzost fanları ile sağlanmaktadır. Bu sistemleri destekleyici olarak çalışan buharlı nemlendirici sistemi de fabrikada mevcuttur.

Mevcut sistemde her mahal için ayrı ayrı iklimlendirme dizayn kriterlerini sağlayacak şekilde bölge bölge birbirinden bağımsız konumda çalışan cihazlardan oluşturulmuştur. Kuruluş aşamasında, aynı ihtiyaca cevap verebilecek olası bir sistem ile karşılaştırıldığında, ilk yatırım maliyeti fazla gibi gözükmesine rağmen, işletmeye girdikten kısa bir süre sonra enerji ekonomisi yönünden kendisini amorte edecektir.

ABSTRACT

In factory which researched for my thesis, production is completed by different kind of quality existing in tobacco and also harvests. The main raw material tobaccos reach to factory as classified as high quality, medium quality and the lowest quality. After reaching to the factory, they are sent to production process' areas. Burley and Virginia are high quality tobaccos. Medium quality tobaccos are called as Oriental. Turkish tobaccos are classified as low quality tobaccos. Until coming to operation of harvest each other they're got into different independent processes. Some amount of chemical materials, sauces, some special veins are added to tobaccos. The aim of this section is to increase the quality in production processes. After the processes of harvest, tobaccos are consigned to production area for producing cigarette.

The temperature and the bulb ratio influence the production are important criterion. These values are always checked and controlled by measurement equipment. Climate conditions are satisfied by air handling units, cooling units which are called as chiller, unit heaters, fan coils, exhaust fans. In order to support this system, steam humidifiers exit in the factory.

In exiting system, for every place, the equipment is independent into each other. In installation periods, if the exiting system is compared to a central system which has the same climate values. It seems to be expansive than a central system. After the beginning of operation periods, the system will be amortised by itself in a very short time in the way of energy economy.

1. GİRİŞ

Günlük hayatta, milyonlarca insan tarafından kullanılan, zararları kanıtlanmış olmasına rağmen vazgeçilmesi zor olan sigaranın ana hammaddesi “tütün” dür.

Bol nikotinli yaprakları için tarım bitkisi olarak yetiştirilen bir ya da bir yıldan fazla süreli yetişmiş bitkilere tütün adı verilir. Tütün aslen Avustralya ve Amerika kökenlidir. Günümüzde ise hemen her ülkede yetiştirilmektedir.

Genelde ticari amaçlı olarak kullanılan, özellikle de sigara yapımında ana hammadde olarak geçen tütünlerin temeli, boyu yaklaşık 1.5-2 metreye varan Nicotiana Tabaceum denilen bitkidir. Yapraklarının uzunluğu 80 cm’ye, genişliği ise 40 cm’ye varabilir.

Tütünlerin hasat işlemi, yaprakların olgunlaştığı, yüzeylerinde sarı lekelerin oluşmasından sonra, fide dikiminden ortalama 3 ay sonra yapılır. Yapraklar kırılarak ya da sapları ile birlikte toplandıktan sonra açık havada gölgelikli bir ortamda kurutulur.

Tütünler kendi aralarında koyu renkli (siyah) ve açık renkli olarak iki sınıfa ayrılırlar. Siyah tütünler olgunlaşmaya ve mayalanmaya bırakılır. Açık renkte olan tütünler ise ipler vasıtasıyla asılarak, sıcak havada belirgin özellikleri alacak şekilde kurutulur. Kurutulmuş yapraklar kalitesine ve büyüklüğüne göre de kategorize edilirler. Bu ayırım işlemlerinden sonra demet yapılırlar. Demetler, balyalar haline getirilerek sigara fabrikalarına gönderilir. Sigara fabrikalarında, farklı tütünler ile farklı kalite ve tatta sigara üretimleri gerçekleştirilir.

Genel olarak sigara fabrikalarında üç farklı grup tütün ile üretim gerçekleştirilmektedir. Bunlardan birincisi “Oriental” olarak adlandırılan, iyi kalitede, fiyat olarak da diğerlerine göre daha pahalı olan tütünlerdir. İkinci grup orta kalite olarak nitelendirilen, büyük yapraklı tütünlerdir. Üçüncü grup tütün tipi ise kalite açısından en kötü olarak nitelenen, ucuz sigara imalatı için kullanılan tütünlerdir. Bunlar büyük yapraklı ve kalın liflidirler.

Büyük yapraklı (en düşük kalite) tütünlerde “Stem” olarak adlandırılan sap ve yaprak içerisindeki lifli kısımlar, kalın oldukları için “Stem Hattı” adı verilen hatta işlem görürler. Lamina olarak isimlendirilmiş olan yaprak ayasından ayrılırlar.

Küçük yapraklı tütünler ise lifleri ince olduğundan Lamina hattına girip, ayrılma işlemine tabi tutulmazlar. İlerideki aşamalarda hatta girerler.

İnceleme konusu yapılan işletmede, tütünler fabrikaya, işleme doğrudan girebilecek şekilde balyalanmış, sandıklanmış ve şartlandırılmış olarak gelirler. Orta kalite tütün grubu 200 kg’lık sandıklarda %10-12 nem oranı ile, iyi kalitedeki tütün ise 120 kg’lık sandıklarda %8-12 nem oranı ile gelirler.

Ana tütün depolarında geldikleri şekilde, farklı bir paketlenme yapılmaksızın depolanırlar. Depolamada fark olarak, iyi kalitedeki tütün, depolanırken havalandırılma işlemine tabi tutulur. Orta kalitedeki tütün ise herhangi bir havalandırma işlemine tabi tutulmaz.

Balyalar haline gelen tütünün işlenmesinde, tütün yaprağının orta damarlarını parankimadan ayırmak için yapraklar bir dövme işleminden geçirilir. Dövme işleminden sonra elde edilen parankima parçalarına “parça tütün” adı verilir.

Paket ya da sigara yapımında kullanılacak olan parçalar, konveyörler üzerinde sürekli bir akış halinde iken işlenirler. Tütünler ısıtılır buhar ile yumuşatılır. Daha sonra karıştırılırlar. Kıyımdan önce de tavlanylabilirler. Bu arada parankimadan ayrılmış orta damarlar da suya batırılır. Ezilir ve kıyılmış parankimaların uzunluğunda kıyılır. Kıyımdan sonra açık renkli tütünler kurutulur ve soslanır. Soslanmanın amacı şekerli maddeler sayesinde daha yumuşak bir hale gelmesini sağlamak, kokular yardımıyla da aromayı düzeltmektir. Kara tütünler kavrulur ve son içim tadını alırlar.

Sigara üretimine esas teşkil eden, anlatılan bu üç ana grup dışında, tatlandırma işleminde rol alan otuz ayrı çeşit tütün de kullanılmaktadır. Bu tütünler geldikleri yöreye, tütünün cinsine ve hatta üst veya alt yaprakları olmalarına göre çeşitlilik gösterirler.

Bunlara ilave olarak tat verme işlemleri kimyasal katkıları ile de desteklenmektedir. Bu doğrultuda, üretilen sigara türleri de tütün çeşitlerine ve karışım oranlarına bağlı olarak üç ayrı grupta toplanmaktadır. Bunlardan birinci grup; orta kalite tütün yaprağına %20 oranında yaprak sapları katılmasıyla oluşan harmandan imal edilen sigaralardır. İkinci grup; %70-75 orta kalite tütün, %20 yaprak sapları, %5-10 iyi kalitedeki tütünlerin harmanlanması ile oluşturulan ve imalatı gerçekleştirilen sigaralardır. Son gruba ise %100 düşük kalitede, ucuz sigara imalatı için kullanılan tütünlerden oluşturulan sigaralar girmektedir.

Sigaralar, tütün ile kağıdı birleştirmeye, filtre ucunu eklemeye elverişli makinelerle yapılır. Günümüzde, dakikada 7000 sigara yapabilen makineler geliştirilmiştir. Sigaralar daha sonra paketleme makinelerine gönderilirler. Dakikada 400 paket doldurabilen makineler vardır.

Pipo tütünü ya da sarmalık tütünler ise doğrudan doğruya otomatik torbalama veya paketleme makinelerine verilir.

Kalite kontrol işlemleri ise mamullerin çeşitli görünüş ve tadım denetiminden geçirilmesi ile gerçekleştirilir. Özellikle dumanın başlıca bileşenlerini belirtmeye, ölçmeye ve ayarlamaya yarayan makinelerde tütürme denetiminden geçirilir.

Sigaranın fizyolojik etkisi çok büyük oranda nikotine bağlıdır. Sigara ile süregelen zehirlenme karbondioksit, tahriş edici ürünler (akrolein), farmakolojik etkili aminler yani nikotin ve aralarında benzo/a/pirene'de bulunduğu kanserojen maddeler içeren katranların ortak etkisi sonucunda gelişir.

Sigara, yüksek tansiyonlu, başta atardamar iltahabı olmak üzere kalp ve damar hastalıkları ya da göğüs anjini olan kişilere ciddi oranda zararlıdır.

2. SİGARA FABRİKALARI

İnceleme konusu yapılan sigara fabrikasında, üretime direkt olarak etkisi bulunan beş ana bölüm vardır. Bunlar sırasıyla; birinci üretim alanı, ikinci üretim alanı ya da kesilmiş tütün deposu, son üretim alanı, paketlenmiş ürün deposu ve ürün destekleme alanlarıdır.

Birinci üretim alanında, fabrikanın dış sahasında yer alan ve tütün depoları olarak adlandırılan mahallerden getirilen işlenmemiş tütün, kesim, harmanlama, karışım, tatlandırma, soslandırma gibi en genel proseslerden geçirilir. Sigara fabrikasının esasta imalat merkezi bu bölümdür.

İkinci üretim alanında, imalat proseslerine sokulan tütünün bulunduğu bölgedir. Burada tütün son üretim aşamaları için bekletilir. Kesilmiş Tütün Deposu olarak da isimlendirilir.

Son üretim alanı denilen mahalde, hazır bekletilen tütünler, sarım, filtreleme ve paketleme gibi işlemlerden geçirilerek sigara halini alırlar.

Paketlenmiş ürün deposu, son üretim aşamasından çıkan tütünün, nakliye için hazır bekletildiği mahaldir. Paket kağıt deposu da bu bölümde bulunmaktadır.

Üretim destekleme alanları ise bünyesinde birçok yardımcı işletmeler olarak da tabir edebileceğimiz departmanları bulunduran, fabrikanın imalat alanından ayrı olan bölümlerdir. Bunlar; kazan dairesi, kompresör dairesi, vakum pompa odası, geri kazanım odaları, elektrik odalarıdır.

İnceleme konusu yapılan fabrikada, üretime direkt etkisi olan bu mahallerin dışında, dış sahada bulunan mahaller; idare binası, jenaratör odaları, forklift garajları, akü şarj odaları, su depoları, hidrofor dairesi, yangın pompa odası, atıksu arıtma tesisidir.

3. SİGARA İMALAT PROSESLERİ

Proses en genel haliyle, fabrikaya önceden gelen ve depolama sahasında bulunan tütün sandıklarının açılmasıyla başlar. İnceleme konusu yapılan sigara fabrikasına hammadde olarak gelen yaprak tütün, mevcut stok depolarından, işlenmek üzere 4 'er tonluk partiler halinde üretim holüne yollanır.

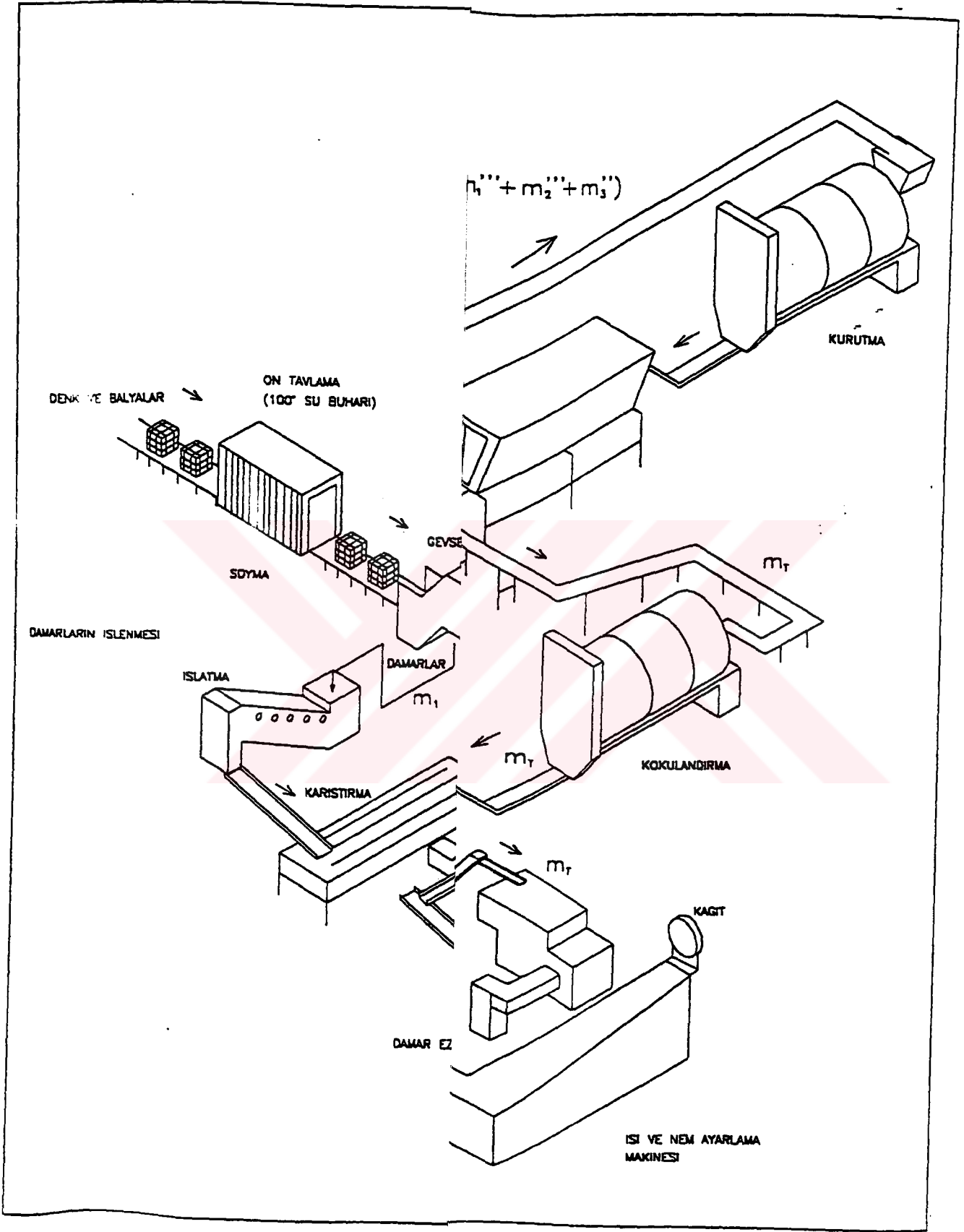
Sandıktan çıkarılan ham tütünün nem oranı ortalama %12 civarındadır. Daha sonra şartlandırma işleminden geçen ürün %21-26 neme getirilir. Bu nem oranı ile harmanlama ve ardından da kesme işlemlerine tabi tutulur. Kurutma prosesine sokulan ürün %14-17 nem ile tatlandırma işleminden geçer. Bir kere daha harmanlanıp, sarılma ve paketleme kısımlarına gitmeden önce de silolarda depo edilir.

Sigara imalatında temel olarak altı ana proses mevcuttur. Bunlar; Lamina hattı, Stem hattı, Burley - Virjinya hattı, Oriental hattı, geri besleme ve son üretim hattı olarak geçmektedir.

3.1. Lamina Hattı

Sandıklanmış olarak gelen tütünler yükleme istasyonunda, gerektiğinde eğimli konveyöre yüklenecek şekilde, forkliftler yardımıyla yerleştirilir, konveyöre yüklendikten sonra kendi ağırlıkları ile hattın sonunda kadar giden sandıklar orada elle açılır, yeterli miktardaki tütün, balyalar halinde, sandıkların ters çevrilmesini sağlayan bir düzenek yardımıyla bant konveyöre aktarılır ve böylece hatta girmiş olur.

İlk aşamada, tütün balyaları sabit aralıklarla dilimleme ünitesine girerler. İstenilen boyutlarda dilimlenmiş olarak, ünite çıkışındaki titreşimli konveyörlere aktarılırlar. Ardından yumuşatma ve şartlandırma ünitesine giderler. Tütün, bu proseslerden sonra dramı, minimum yumuşama, istenilen sıcaklık ve nem ile terk eder. Dram çıkışında tütün fazlalıklarından ayrılır. Yüksek devirli bir fan vasıtasıyla, emiş kanallarına alınır. Oluşturulan basınç farkı sayesinde, havayla birlikte harmanlama silolarına transfer edilir.



Harmanlama silolarına tütün ile birlikte gelen hava ayrıştırıldıktan sonra, tütün harmanlama işlemi için bant konveyöre aktarılır. Bu esnada ön harmanlama olarak Burley silosundan gelen tütün ile istenilen oranlarda karıştırılır. Ön harmanlamadan geçen tütün, hattın sonunda son harmanlama ünitesine ulaşır. Bu üniteye Oriental ile istenen miktarlarda karıştırılır ve homojen karışımın oluşması sağlanır. Proses, iki harmanlama ünitesinden bir tanesi dolarken diğeri boşalacak şekilde uygulanmaktadır. Çıkış noktasında tütünün sabit akışı sağlanarak konveyör ile kesme ünitesine aktarılır.

Kesme işleminden önce, tütün içerisine karışmış olabilecek metal parçalar, metal ayrıştırma denilen işlem ile tütünden uzaklaştırılır. Bu ayrıştırma işleminde, karşılıklı iki adet mıknatıstan faydalanılır. Sandıklamadan veya prosesin daha önceki evrelerinden harmanlama ünitesine tütün ile birlikte gelmiş olan metal parçacıkları, kesme prosesine girmeden evvel, konveyörün alt ve üst bölümüne karşılıklı pozisyonda yerleştirilmiş olan mıknatıs düzeneği ile tutulur. Bu ayırım sırasında bir miktar tütün de ayrılmış olur. Ayrılan kısmın ziyan olmasını önlemek için, ayrılan kısım ikinci bir metal ayrıştırma işleminden daha küçük bir kütle akışıyla geçer. Temiz kısım otomatik besleme düzeneği ile, ana ürünle hattın ilerisinde birleşir. Küçük tütün parçaları, kesme işleminden sonra sisteme ilave edilmek üzere, elek konveyörden geçerken ana üründen ayrılır. Kesme işlemi ve kesme ünitesine gidecek olan miktar bir sayaç düzeneği vasıtasıyla kontrol edilir. Kesme işleminden geçen ürün kurutma kısmına geçer. Nem ölçümü, ürün kurutucu silindire girmeden önce yapılır, ölçüm değerine göre ünite gerekli ayarları yapıp, kurutma işlemini sürdürür. Kurutmadan çıkan ürüne ters besleme ve kesme sistemlerinden gelen, önceden belirlenmiş oranlarda ürün eklenir. Bir sonraki kısımda ise tat verme işlemi farklı tütünler katılarak elde edilir ve homojen karışım sağlanır. Tüm bu işlemler tamamlandığında prosesin birinci üretim alanındaki kısmı tamamlanmış olur ve ürün kesilmiş tütün depo alanına istenen nem ve karışım oranı sağlanmış olarak ulaşır.

Depo alanında tütün standart 1.2 m³ hacimli kutulara doldurulur. Doldurma işlemi üç ayrı noktada yapılır; bant konveyörün altında, ikinci dolum noktasında ve iki doldurma noktası arasında bir tampon bölgede. İlk pozisyondaki kutu yarısına kadar dolmaktadır. Ölçme işlemi seviye kontrolü ile gerçekleştirilmektedir. Duyar elemanlar, kutunun duruş

pozisyonuna göre yarı seviyesine yerleştirilmişlerdir. Yarı seviyeye gelir gelmez, sinyal yollayıp, dolum işlemini durdurmaktadır. Bu esnada tampon bölgede daha önceden yarı dolu bir kutu bant vasıtasıyla ikinci dolum noktasına hareket eder ve doldurulur, tampon bölge boşaldığı anda birinci konumdaki kutu tampon bölgeye geçer yerine boş bir kutu daha gelir. Boş kutu dolum sırasında altındaki bant ile ileri geri hareket yaptırılarak düzenli bir dolum sağlanır. Dolu kutular forkliftler ile alınarak depo alanına götürülürler. Besleme kısmına forkliftler ile gelen kutular operatörün komutuyla, konveyör üzerinde hareket edip besleme ünitesine boşalırlar. Boşalan kutular bant ile depo alanına geri dönerler. İşlemden önce ve sonra tüm kutular operatörler tarafından kontrol edilir, işaretlenir ve son üretim alanına gönderilmek üzere depolanır.

3.2. Stem Hattı

Giriş bölümünde de anlatıldığı gibi, büyük yapraklı, yani en düşük kalite tütünlerde, sap ve yaprak içerisindeki lifli kısımlar stem olarak adlandırılır. Diğer tütün cinslerinden daha kalın oldukları için Stem Hattı denilen bu hatta işlem görürler.

Besleme işlemi Lamina hattında olduğu gibi önce, sandıklanmış olarak gelen tütünler yükleme istasyonunda gerektiğinde eğimli konveyöre yüklenecek şekilde, forkliftler yardımıyla yerleştirilir, konveyöre yüklendikten sonra kendi ağırlıkları ile hattın sonunda kadar giden sandıklar orada elle açılır yeterli miktardaki tütün balyalar halinde sandıkların ters çevrilmesini sağlayan bir düzenek yardımıyla bant konveyöre aktarılır, hatta ilk işlem olarak tütünün sapı ve lifli kısımlarıyla, yaprak ayası birbirinden ayrılır. Yaprak ayaları lamina hattına gitmek üzere ayrılırken, tütün lifleri otomatik beslemeyle ve bant vasıtasıyla toz ve kumdan ayrılmak üzere eleme konveyörüne giderler, daha sonra tatlandırma ve ters besleme işlemlerinden geçmek üzere hava ile kaldırılıp bant konveyöre aktarılırlar. Nemlendirme cihazından da geçen ürün harmanlama silosunda depolanır. Daha sonra kesme işlemine geçilir.

Kesme işleminden önce, metal parçalar "Lamina" hattında olduğu gibi metal ayrıştırma işlemi ile tütünden ayrılırlar. Ardından kesme ünitelerine doğru yollanırlar. Burada ürün

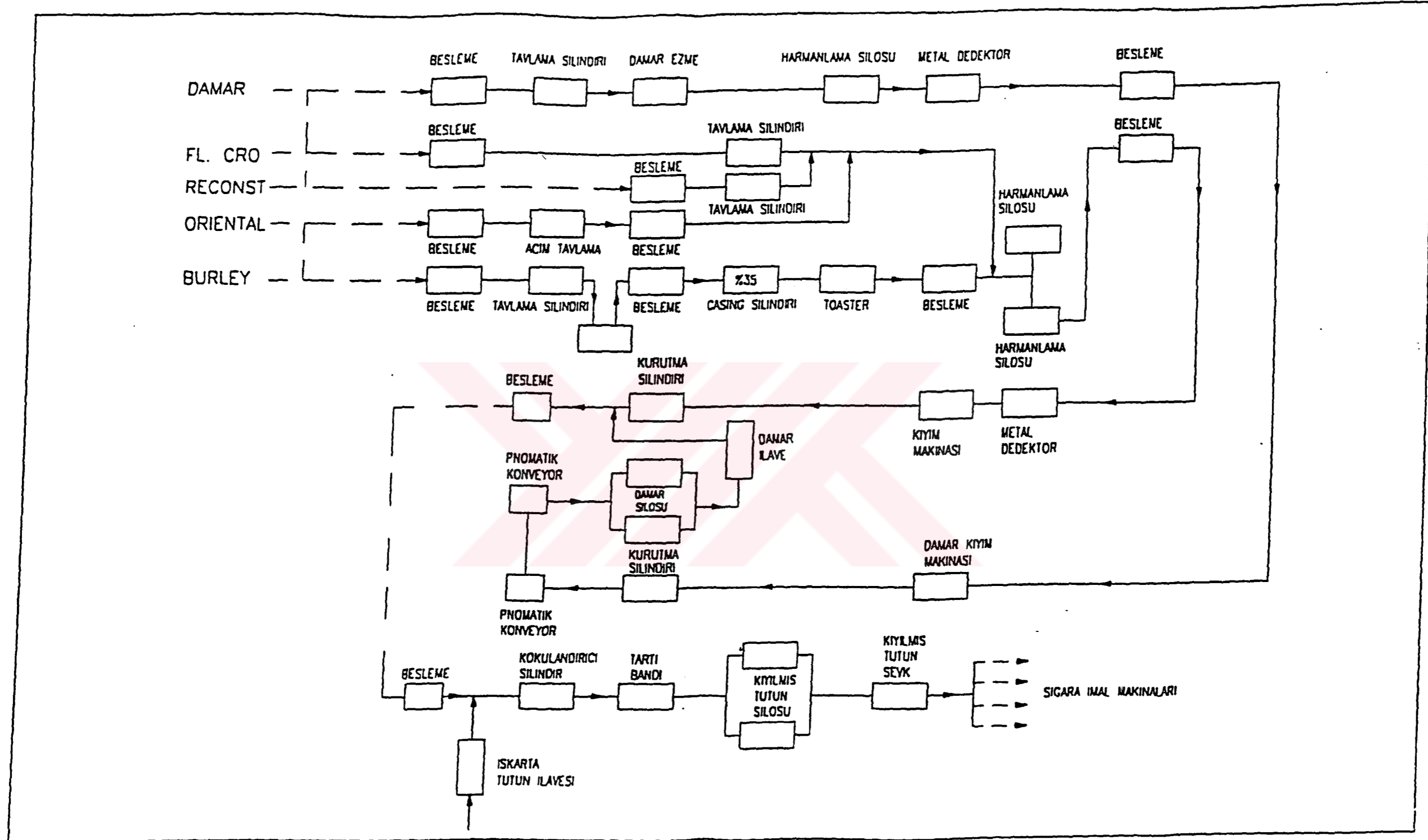
miktarları sürekli olarak denetlenmektedir. Hattın devamında, kesilen tütün lifleri kurutma işlemine girmeden önce genişletme işlemine tabi tutulurlar. Üründeki mevcut nem miktarı ölçüldükten sonra kurutma işlemi başlar ve istenilen miktarlardaki kurutma gerçekleştirilir. Kurutma işleminden sonra ürün hava ile kaldırılır ve kesilmemiş parçalar tekrar işlemden geçmek üzere ayrılır. Silolarda biriktirilen tütün lifleri ters besleme işlemiyle gerektiğinde lamina hattına verilir.

3.3. Burley, Virginia Hattı

Mevcut şartlandırma hattı sıra ile Burley ve Virginia tütünleri için kullanılmaktadır. Hangi tütün için işlem yapılıyorsa sistem ilgili silodan beslenerek her biri için aynı cihazlar kullanılarak aynı işlemler yapılır.

En son aşamada, sandıklama işleminden önce küçük tütün parçacıkları ana üründen ayrılır. Burada amaç, daha dengeli sandıklama için uygulanan ısıtma ve şartlandırma işlemleri sırasında küçük tütün parçacıklarının tank çeperine yapışmasını önlemektir. Tank, prosesin iki kesme işlemi arasındaki süresinde otomatik olarak basınçlı havaya maruz bırakılarak temizlenir. Sandıklanmış yaprakların kurutulmasından önce daha önceden ayrılmış olan küçük parçalar eklenir, nem ölçümü ve ayarlamaların otomatik olarak yapılmasının ardından kurutma işlemi başlar. Depolama işleminden önce tütün için gerekli katkı malzemeleri eklenir. Karışım, silo içerisinde gerçekleşir. Silo dolduğu anda, boşaltma işlemi başlar ve Burley Virginia veya Oriental ile ön karışımdan geçer, daha sonra Lamina silolarına gider ve karıştırılır.

Burley hattında % oranına göre DCC diye tabir edilen Direkt Şartlandırma Silindirlerinde açılan tütünler harmanlama silosuna alınmaktadır. Buradanda proses gereği soslanmak üzere Soslama Silindirlerinden geçirilirler. Virginia ve Burley hatlarına ait tütünler birbirlerinden farklı soslama işlemine tabi tutulurlar. Bu iki hattın birbirinden bağımsız Soslama Silindirleri vardır.



Şekil 3.2-Amerikan Belend Tütün Hazırlama Akış Şeması

Virginya hattına ait Soslama Silindirinde, tütüne verilen sos; Glikol ve sudan oluşmaktadır. Virginya tütününün bu silindirden çıkış sıcaklığı 17 ° C 'tır. Burley hattında ise tütüne verilen sos; Gliserin, kakao, şeker ve bazı kimyasal maddelerden oluşmaktadır. Burley tütününün soslamadan çıkış sıcaklığı 26-27 ° C 'tır. Her iki hattada soslamadan sonra nem %30-32 arasındadır. Bu nem oranına sahip tütünler, Touster adı verilen sistemden geçirilirler.

Touster sisteminde, tütün, ani ısı ve nem değişimlerine tabi tutulur. Amaç, bir önceki proseste tütüne verilen sosun, tütün bünyesinde absorbe edilmesini sağlamaktır. Touster sisteminden çıkışta sıcaklık 17-17.5 ° C 'tır.

Virginya hattında açım ve soslama aynı anda yapılır. Amerikan blend tipi harmanlamada Burley, Virginya ve Recon tütünleri aynı bant üzerine dökülür. Oriental tütün ilavesi ile ön harmanlama ve harmanlama silolarına alınır. Yaklaşık % 18 nem ile harman silolarında bulunan 4'er tonluk harmanlanmış tütünler buradan kıyım işlemi için kıyım makinalarına konveyörler aracılığıyla iletilirler. Kıyım işleminden sonra tütünün kalınlığı yaklaşık olarak 0.7-0.8 mm 'dir. Saçaklı diye tabir edilen biçimde kıyılmış olan tütünler % 17-18 nem, 25 ° C sıcaklığa sahiptirler. Kıyım işleminden sonra kurutulmak üzere yine konveyörler yardımıyla kurutma prosesine girerler.

Kurutma prosesinde, kurutucu silindirler vardır. % 17-18 nem oranı ile silindire giren tütünler, yüksek sıcaklığın etkisi ile silindirden %12.5 nem oranı ile çıkarlar. Sistemler tamamen otomatiktir. Bu işlem bilgisayar vasıtasıyla yapılmaktadır. Oriental tip harmanlamada kurutulan kıyılmış tütünler, direkt olarak "Kıyılmış Tütün Dinlenme Silolarına" alınmaktadır. Amerikan blend tipi sigara yapımında ise işlenmiş damar ilavesi ve kokulandırma işlemi yapılmaktadır.

3.4. Oriental Hattı

Tütün balyaları forkliftler ile besleme noktasına getirilirler, burada diğer sistemlere benzer şekilde hat beslemesi yapılır. Oriental tip harmanlamada sigara çeşidine göre %10-12 neme sahip balyalar halindeki tütünler DCC Silindirlerine girerler. Bu silindirler bir çeşit tavlama silindirleridir. Yaklaşık 75-80 ° C sıcaklığa sahip silindirlerde, tütün yapraklarının nemi %12 'den %18 'e çıkarılır. DCC silindirinden çıkan tütün yaprak yaprak açılarak titreşimli konveyöre aktarılır. Silindirden çıkan kütle miktarına bağlı olarak, aynı oranda tütün otomatik kontrol mekanizması ile silindirin içerisine alınır. Yaprak tütünler konveyör vasıtasıyla ön harmanlama ve harmanlama silolarına aktarılır.

Konveyörden geçen Oriental tütün Lamina hattında işlenmeye devam eder.

3.5. Geri Besleme Hattı

Geri besleme hattı Lamina ve Stem hatlarıyla tat verme işleminden önce birleşecek şekilde düzenlenmiştir. Hat üzerinde ürün miktarını ölçen sayaç ve buna bağlı olarak otomatik kontrol bulunmaktadır. Geri besleme için biriktirilen ürün siloda toplanır ve gerektiğinde kullanılır.

3.6. Son Üretim Hattı

Tütün işleme proseslerinden geçen tütünün, sigara halini almadan önceki geldiği bölüm, Son Üretim Hattı olarak isimlendirilir.

Kesilmiş tütün deposunda bekletilen tütün son üretim alanındaki ihtiyaca bağlı olarak, ayarlanabilen besleme hızı ve miktarına sahip pnömatik besleme ünitesine aktarılırlar. Besleme ünitesinden tütün vakum pompaları vasıtasıyla çekilerek, sarılmak, filtrelenmek ve paketlenmek üzere son üretim hattına geçerler. Bu hattaki makinalar tam otomatik olarak düzenlenmiş olup gelen tütünler hiç bir ara işlem görmeksizin sarılıp, filtrelenip ve

paketlenip son hallerini alırlar. Kutulanmış olarak hattı terkeden ürün forkliftler ile alınarak paketlenmiş ürün depolarına gider.

Buraya kadar tariflenen proseslerin bir kısmında işlemler sırasında basınçlı hava ve vakum havası kullanılmış ve daha sonra ayrı kanallar ile cihazlardan egzoz edilmişlerdir. Bu sırada egzoz havası içinde uçuşan tütünlerin kaybını önlemek için geri kazanım üniteleri kurulmuştur. Bu ünitelerde filtreden geçirilen hava, içindeki toz ve tütünden ayrılıp atmosfere verilirken tozlar atık olarak tütünler ise hatta geri kazandırılmak üzere ayrılırlar.

Üretim sırasında son üretim hattına kadar olan kısımda üretimi doğrudan etkileyen önemli unsurlar; istenilen nem oranının sağlanması, harmanlamanın homojen olması, tütün parçalarının eş boyda olmasıdır. Nem ile homojen harmanlama sigara kalitesini etkilerken, eş boyda olmayan tütünler içim sırasında oluşacak farklı yanma süreleri nedeniyle, kül içinde yanar halde kalan parçacıklar vasıtasıyla kazalara neden olabileceklerdir.

4. ANA PROSESLERE YARDIMCI SİSTEM VE EKİPMANLAR

4.1. Damar İşleme Sistemi

Tütüne harmanlama vasıtasıyla katılan damarlar özel olarak yetiştirilirler. İnceleme konusu yapılan sigara fabrikasında, damarlar Afrika kıtasından getirilmektedir. Piyasada kaliteli olarak nitelenen sigaralara ya da diğer bir deyişle Amerikan tütününe ilave edilir.

Damar işleme sistemi, %10-12 nemdeki tütün damarlarının %30-32 rutubete göre tavlama ve şişirilmesini takiben kıyılarak kurutulmasını esas alır. Kıyılmış ve kurutulmuş tütün damarları, dinlenme silosunda, belirlenen % esasına göre kıyılmış tütünlerin içerisine katılır. Buradan da kokulandırma silindirine aktarılır.

Kokulandırma Silindirine, koku tanklarından besleme yapılır. Tütüne değişik türlerde kokulandırma yapılır. Daha sonra tütünler kıyılmış tütün dinlenme silolarına aktarılır. Dinlenme süresi yaklaşık olarak 18 saattir. Bu süre dolduktan sonra tütünler imalat makinelerinin bağlı bulunduğu beslemeler vasıtasıyla sigara makinalarına sevk edilirler.

4.2. Damar İşleme Tesisatı

Damar işleme tesisatı, damar besleme cihazı, tavlama silindiri, harmanlama silosu, damar ezme besleme kıyım makinası, kurutma silindiri ve damar ilave sistemi ve nakliye cihazlarından oluşmaktadır.

Damar %11-12 nem ile girdiği tavlama silindirinden %32 nemle çıkarılmaktadır. Kıyım makinalarına %32 ile girecektir. Kurutma silindirinde tavi düşürüldükten sonra, kıyılmış damar silosundan sonraki kıyılmış tütüne, katkı sisteminden %13 nem ile ilave edilmektedir.

Tesisatta damar 0.2-0.8 mm kalınlığında ezilecek şekilde ayarlanıp, 0.2 mm kıyılmaktadır. Damar kıyım makinaları 0.2-1 mm aralıklarında kıyım yapılacak şekilde ayarlanabilmektedir.

Kıyılmış tütünler, merkezi toz ünitesinde bulunan fanlar vasıtasıyla emici hava oluşturulmaktadır. Tütün sevk boruları içinden hava vasıtasıyla sigara makinalarına sevk edilmektedir. Merkezi toz ünitesi aynı zamanda tütün proses aşamasında oluşan tozun bir merkezde toplanmasını da sağlamaktadır.

4.3. Tütün Hazırlama Sistemi

İnceleme konusu yapılan sigara fabrikasında, 3 ana hat vardır. Her hattın kapasitesi 3300 kg/h 'tir. Bu bağlı olan 3 adette ara tavlama silindiri bulunmaktadır. Tavlama silindirlerine giren yaprak tütünlerin nemi ortalama %12-13 olup, buradan çıkacak olan tütünlerin nemi ise %18 olmaktadır.

Ara tavlama silindirlerindeki giriş ve çıkış nemi, geçen tütün miktarı ve diğer fiziki değerler kontrol ve kumanda panosu üzerinde dijital olarak görülmektedir.

4.4. Kurutma Silindiri ve Detayı

Kıyım makinalarında kıyılan tütünler 4 hat halinde aşağıda yazılı makinalar vasıtasıyla kıyılmış tütün silolarına götürülmektedir. Bunlar; Otomatik Tartı Cihazı, Rutubet Ölçme Cihazları, Kurutma Silindiri, Iskarta Tütün İlave Tertibatıdır.

Kıyılmış tütün kurutma silindirine girmeden evvel ve çıkışta uygun bir yerde nemi devamlı olarak ölçülmektedir. Her kıyım hattının sonunda bir kurutma silindiri vardır. Kurutma Silindiri; buharda ısıtma sistemi, sıcak hava verme sistemi gibi unsurlardan oluşmaktadır.

Kurutma silindirine en az %18 oranında bir nem ile giren kıyılmış tütün, kurutma silindirinden çıktıktan sonra, boşaltma kafaları denilen mekanizmadan döküldüğü anda nemi +0.25 toleransla %13.00 'e indirilmiş olmaktadır.

Kurutma silindiri, tütünün tozunu alma ve soğutma işlevini de yapabilmektedir. Diğer bir deyişle ayrıyeten bir soğutma sistemine ihtiyaç olmamaktadır.

Ünitenin tamamı paslanmaz çelik olarak imal edilmiş, ısı kayıplarına karşı izoleli döner bir silindir ve titreşimli konveyörden oluşmaktadır. Sistem dönüş hareketini polyamid silindirden almakta böylelikle aşınma en aza indirilmiş olmaktadır. Silindirin dönüşü, frekans kontrollü motor vasıtasıyla ayarlanmaktadır.

Kurutma silindirinin tütün beslemesi kesintisizdir. Besleme noktasına göre aşağıya doğru eğilidir. Silindirin içinde tütünün ilerlemesini sağlayan kanatçıklar bulunmaktadır. Bu kanatçıkların silindir içerisindeki bir diğer görevi ise ısı transferini sağlamaktır. Isıtma için kullanılan enerji buhar hatlarında mevcut bulunan, 12 bar doymuş buharın kullanılmasıyla elde edilmektedir. Tank sıcaklığı iç yüzeyine yerleştirilmiş olan bir duyar eleman ile sürekli olarak kontrol altında tutulmaktadır. Gerekli zaman termostatik buhar vanası, aldığı sinyaller ile buharın debisini değiştirebilmektedir. Proses sonucunda oluşan kondens, mevcut kondens hattı ile geriye dönmektedir. Tank içerisinde, tütünün ilerleyişine ters yönde verilen hava ile tütünün kurutulması sağlanmaktadır. Hava silindirin içerisine bir fan vasıtasıyla gönderilir. Sistemde, buhar ile çalışan bir ısı değiştirici de vardır. Hava, ısı değiştiriciden geçirilerek ısıtılmaktadır. Hava sıcaklığı da aynı tank sıcaklığının kontrolüne benzer bir şekilde, silindir çıkışındaki nem hissedicisi ile yapılan ölçüm sonucunda ayarlanmaktadır. Buhar kontrol vanasına sinyal gönderilerek, buhar debisi ayarı yapılır.

Silindirin girişinde, besleme noktasındaki tütün ile tütün akışına ters istikamette gönderilen havanın ayrılması bir elek silindirden geçerek sağlanmaktadır. Elek silindirin temizlenmesi için, iç kısmına yerleştirilmiş basınçlı hava nozullarından faydalanılır.

4.5. Toester Cihazı

Bu cihaz sayesinde, soslamadan çıkan tütünün nem oranını düşürülür ve tütüne tavlama yapılır. Soslamadan çıkan tütüne önceki proseste verilen sosun, tütün bünyesinde absorbe edilmesi sağlanır. Tütünün cihazdan çıkış kapasitesi 2145 kg/h 'tir. Toester cihazına giren tütünün bant genişliğinde homojen olarak yayılması sağlanır.

Toestere giren tütünün, birinci bölümde nem oranı %32-36, orta bölümde %26-29, üçüncü ve son bölümde ise %16-17 oranına çıkmaktadır. Toesterdaki sıcaklık değerleri istenildiğinde 50 °C ile 175 °C arasında ayarlanabilmektedir.

4.6. Sigara İmalat Bölümü

Sigara üretimi, Pazarlama ve Dağıtım birimlerinin vermiş olduğu program dahilinde yapılmaktadır.

Otomatik beslemeler vasıtasıyla sigara makinalarına sevk edilen kıyılmış tütünler önce sigara makinasının arka tütün haznesinde toplanır. Buradanda değişik yapıdaki bant taşıyıcılar ile makinanın ön bölümünde bulunan emme kanalına sevk edilir. Tütün bandası diye tabir edilen taşıyıcı bant yardımıyla sigara kağıdı üzerine aktarılır.

Otomatik ağırlık ölçme ve bilgisayar kontrolünden geçirilen şerit halindeki sigaralar bıçaklar vasıtasıyla kesilerek Filtre Takma ve Sarma cihazına gönderilir. Sistemde kesilen iki sade sigara arasına otomatik olarak sevk edilen ve sistemde sigara boyuna göre kesilen filtre çubukları yerleştirilir. 2 sade sigara ve ortasında filtre çubuğu bulunan yarı mamul çevresine uç kağıdı diye tabir edilen sargı kağıdı, yapıştırıcı vasıtasıyla sardırılır. Ortasından bıçak vasıtasıyla kesilmekte ve makinada bulunan otomatik kontrol sistemi ile kalitesi kontrol edilerek sigara makinası çıkışına yollanmaktadır. Kalitesi kontrol edilen sigaralarda oluşmuş olan bozukluklar, cihaz tarafından belirlenip diğerlerinden ayrılır ve cihazın alt bölümündeki haznede toplanır.

Inceleme konusu yapılan sigara fabrikasında, dakikada 9000 adet sigara üreten makineler vardır. Üretim alanında bu makinelerden 16 adet bulunmaktadır. Sigara makinelerinde üretilen sigaralar taşıyıcı sistemler aracılığıyla rezervuar diye tabir edilen sisteme aktarılmaktadır. Buradaki amaç yaklaşık 15 dakika süreyle kombinasyonlarda bulunan sigara makinasının veya paket makinasının herhangi birisinin durduğunda diğerinin çalışmaya devam etmesini sağlamaktadır. Rezervuarlardaki sigaralar paket makina hanelerine aktarılmaktadır. 20 şerli adetler halinde olarak kovanlar içine sürüklenmektedir.

Paketleme makinası, paket, sefona ve gruplama olmak üzere üç kısımdan meydana gelmektedir. Sırasıyla 20 şerli sigaralardan oluşan kovanların etrafına alüminyum folye ve poşet kağıdı sarılarak fiyat pulu takılmaktadır.

Paket makinelerinin kapasitesi 450 paket/dakika 'dır. Paketlenen sigaralar bant vasıtasıyla sefona makinasına gönderilmektedir. Paket etrafına polipropilen diye tabir edilen film sarılmaktadır. Ayrıca bu film içerisine açma şeridi konulmaktadır.

Sefonlanan paketler gruplama kısmında 10 'luk paketler halinde ambalajlanarak etiketlenmektedir. Onluk gruplar haline getirilen paketlenmiş sigaralar, 10 'ar kiloluk kutulama işlemine hazır hale gelmektedir.

4.6.1. Sigara imalat makineleri

Sigara İmalat Makineleri, filtre takma cihazları, bağlantı tertibatı ve rezervuardan oluşmaktadır. Bu makineler üretilen sigaraların filtre boylarına göre ikiye ayrılırlar.

<u>Sigaranın Cinsi</u>	<u>Boy (mm)</u>	<u>Çapı (mm)</u>	<u>Şekil</u>	<u>Kapasite</u>
Filtreli 85 mm	65+20	7.85	Yuvarlak	9000(d/d)
Filtreli 100 mm	73+27	7.85	Yuvarlak	9000(d/d)

Sigara İmalat Makinelerinin, bir link sistemi ile kendisine bağlı olan rezervuarı vardır. Tüm makineler bilgisayar kontrollüdür. Makinede ütü sıcaklığını kontrol eden termostat sistemi

vardır. Makinanın herhangi bir sebeple durması halinde ütünün sigara makaronu ile olan teması hemen kesilir. Sigara makaronu bıçak takımına girmeden önce bir fotoselli cihazı yardımıyla, makaronun akışında aksama olduğu zaman makineyi durdurur. Makine bıçak takımı muhafazası kapatıldıktan sonra çalışmaya başlar.

Istenilen gramajda sigara imali için gramaj kontrolü, makine üzerinde bulunan otomatik sistemle yapılmaktadır. Bu, diğer fiziki özelliklerle birlikte makine üzerindeki bilgisayarda görülmektedir. Makinelerde tozun yayılmasını önleyici bir sistemle donatılmıştır.

Sigara imalat makineleri üzerinde iki sigara kağıdı bobinini takılmaktadır. Bunlardan birisi bittiği zaman makine durdurulmadan ikinci bobin devreye girmektedir. Makinelerde otomatik yağlama sistemi vardır.

4.7. Filtre Çubuğu İmal Makinaları

Filtre çubuğunun yapısını selüloz asetat maddesi oluşturmaktadır. Selüloz asetatın 7,70-7,80 mm çapında filtre çubuğu imal edilmektedir. Bu makinenin; selüloz yayma, germe, otomatik kofra doldurma tertibatlarını içeren bir yapısı vardır.

Filtre çubuğu imalat makinesinin üzerinde; çubuk kontrolü, işlem göstergeleri, kalite kontrol için numune alma ünitesi, hata tespit sistemi ve bununla ilgili bilgileri içeren donanımlar vardır.

4.8. Kalite Kontrol Cihazları

Cihaz, kıyılmış tütün, yaprak tütün, homojen tütün, tütünün dolgunluğu ile filtreli ve filtresiz sigaraların ölçümünü yapmaktadır.

Kalite kontrol cihazları; sigara nem ölçüm başlığı, tütün nem ölçüm aparatı, elektrikli ölçüm elektrotu, kıyılmış ve yaprak tütün nem ölçüm başlığından oluşmaktadır.

Fabrikada, kalite kontrol sistemi ve kalite kontrole yönelik çalışmalar altı ayrı alanda gerçekleştirilmiştir. Bunlar; Tütün İşleme Hattı (açım, kıyım, kurutma silindirleri), Birinci Üretim Alanı (test istasyonları), İkinci Üretim Alanı (filtre laboratuvarı), Soslama Ünitesi, Malzeme deposu, Genel Kalite Kontrol laboratuvarlarıdır.

4.9. Sigara Paket Makinaları

Sigara Paket İmalat makinaları; polipropilen sarma makinaları, grupman makinaları, otomatik irtibatlandırma sistemlerinden meydana gelmektedir.

20 adet sigara, paketlere 7 6 7 olmak üzere üç sıra halinde konulmaktadır. Sigaralar alüminyum folyaya sarıldıktan sonra paket kağıdına yerleştirilir. Otomatik sarmadan sonra, paket kağıdı yine otomatik olarak yapıştırılır.

Sigara İmalat Makinalarında imal edilen paketler, polipropilen sarma makinalarına iletilir.

4.9.1. Polipropilen sarma makinaları

Selefon veya polipropilen ile açma şeridi ölçüleri aşağıda verilmiştir.

85 mm'lik Filtreli Sigara

Selefon veya polipropilen	Açma şeridi
İç çap: 70 mm	28 mm
Dış çap: 360 mm	130 mm
Genişlik: 117 mm	105 mm

100 mm'lik Filtreli Sigara

Selefon veya polipropilen	Açma şeridi
70 mm	28 mm
360 mm	130 mm
132 mm	105 mm

4.9.2. Grupman makinaları

Grupman makinası, otomatik sevk tertibatından aldığı sigara paketlerini, 2 sıra halinde 5 adet paketi bir grupmana sardırmaktadır. Bu on adet paketlik grupmanların sarılması için baskılı veya baskısız, bobin halinde kağıt kullanılmaktadır. Bu makinalarda üretilen grupman adedi bilgisayarda işlenmektedir.



5. HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME SİSTEMİ

İkinci bölümde, fabrika tanıtılırken beş ana bölümden oluştuğu belirtilmişti. Bu bölümlerdeki ayrı ayrı proseslerde yine önceki bölümlerde anlatılmıştı. İmalatın gerçekleştiği bölümlerde, farklı proseslerin oluştuğu bölümlerde, üretim ihtiyaçlarına bağlı olarak, farklı havalandırma ve iklimlendirme yapılmaktadır.

Tüm ısı kaybı, ısı kazancı, nemlendirme hesapları, ekipman ve cihaz dizaynları, inceleme konusu yapılan sigara fabrikasının bulunduğu, Özbekistan Semerkant 'taki en kritik dış hava şartlarına göre yapılmıştır. Bu; yaz için 38 C° sıcaklık ve % 43 bağıl nem, kış için ise -28 °C sıcaklık ve % 95 bağıl nem göz önünde tutularak yapılmıştır.

İç dizayn şartları içinse, üretime etkisi olan, bağıl nem değerinin istenen büyüklüğe getirilmesi ve bu yakalanan değerini sürekli sabit kalmasının sağlanması için ortam nemlendirme sistemi denilen, sadece nemlendirme yapan, diğer şartlandırma cihazlarından bağımsız çalışan ayrı sistemler kullanılmıştır.

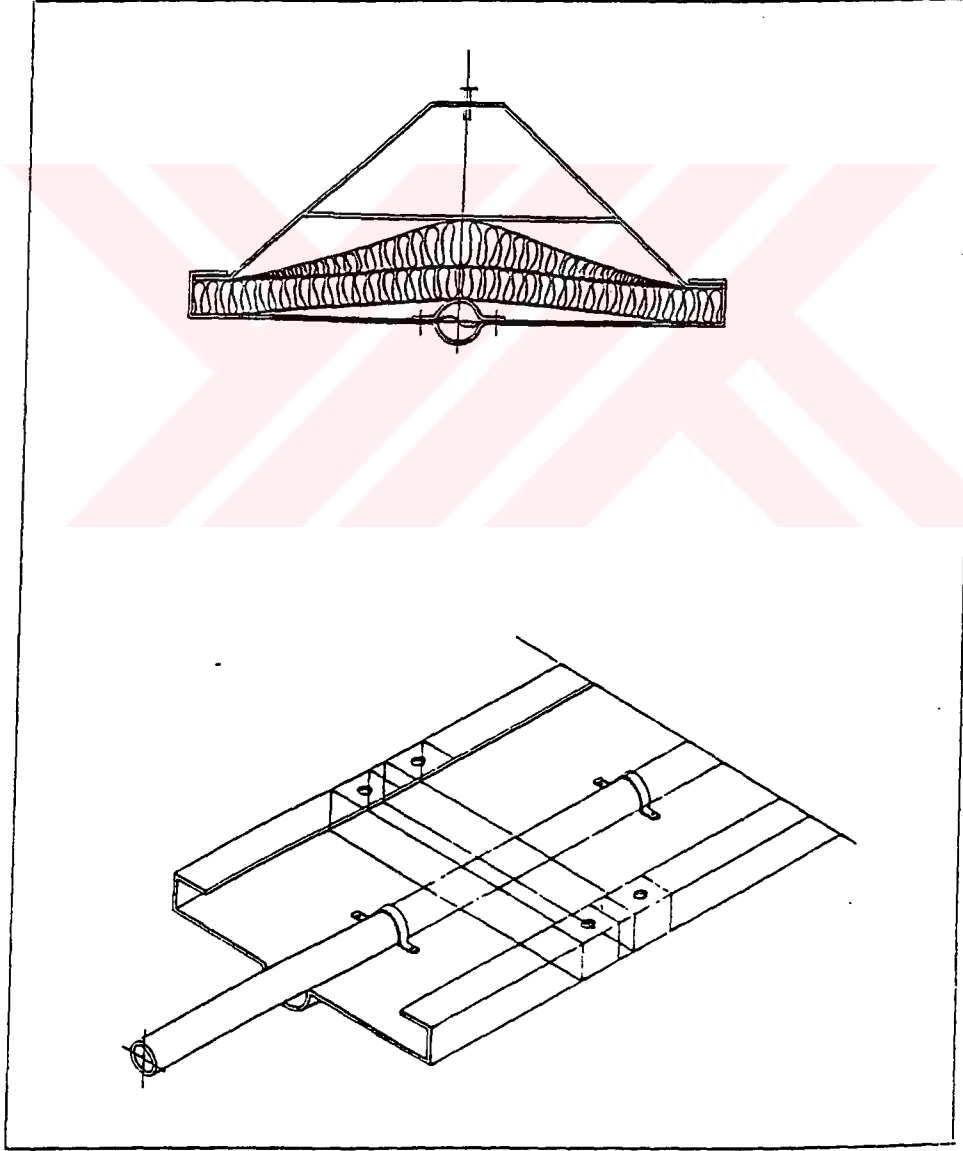
5.1. Birinci Üretim Alanı

Birinci Üretim Alanında; iklimlendirme, yazın soğutma, kışın ısıtma ve havalandırma yapılmaktadır. Fabrikanın bu bölümünde, 5 adet klima santrali vardır. Isıtma, sıcak hava apreleri ve radyant ısıtıcılar ile desteklenmektedir. Isıtma sistemini 2 adet 13 atü işletme basıncına sahip 6150 kg/h buhar kapasitesine sahip buhar kazanı ile yine 2 adet 17.6 atü işletme basıncına sahip 12.5 ton/h buhar kapasitesine sahip kazanlar beslemektedir. Havalandırma ise fabrikanın tersına yerleştirilmiş olan havalandırma fanları ve binanın dış cephesindeki taze hava panjurları vasıtasıyla yapılmaktadır. Bu mahaldeki, saatte hava değişim katsayısı 8 olarak dizayn edilmiştir.

Isıtma sistemi için sıcak hava aprelerinden faydalanılır. Isıtma aparelerinin kapasiteleri 176 kW 'tır. Mevcut buhar tesisatından beslenirler. Üzerlerinde dört adet jet tipi difüzörler

vardır. Apareyin fan kapasitesi $3.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Etkili olduğu üfleme mesafesi 20-25 metre arasındır.

Sıcak hava apareyelerine ilaveten ışma yolu ile ısıtma sağlayan radyant ısıtıcılar ile sistemin ısı kayıpları karşılanmaktadır. Radyant ısıtıcılar, herbiri 18 metreden oluşan panellerden meydana gelmiştir. Panellerin alt yüzeyleri siyah, üst yüzeyleri ise parlak renktedir. Panellerin herbirisi ayrı birer buhar hattını çevreleyerek her metrede 710 W ısı yayarlar. Buhar hattındaki kontrol vanaları, otomasyona bağılı oda termostatlarının gönderdiği sinyallere bağılı olarak kontrol altında tutulur. Buhar miktarının düzenlenmesi sayesinde de sıcaklık kontrol altında tutulur.

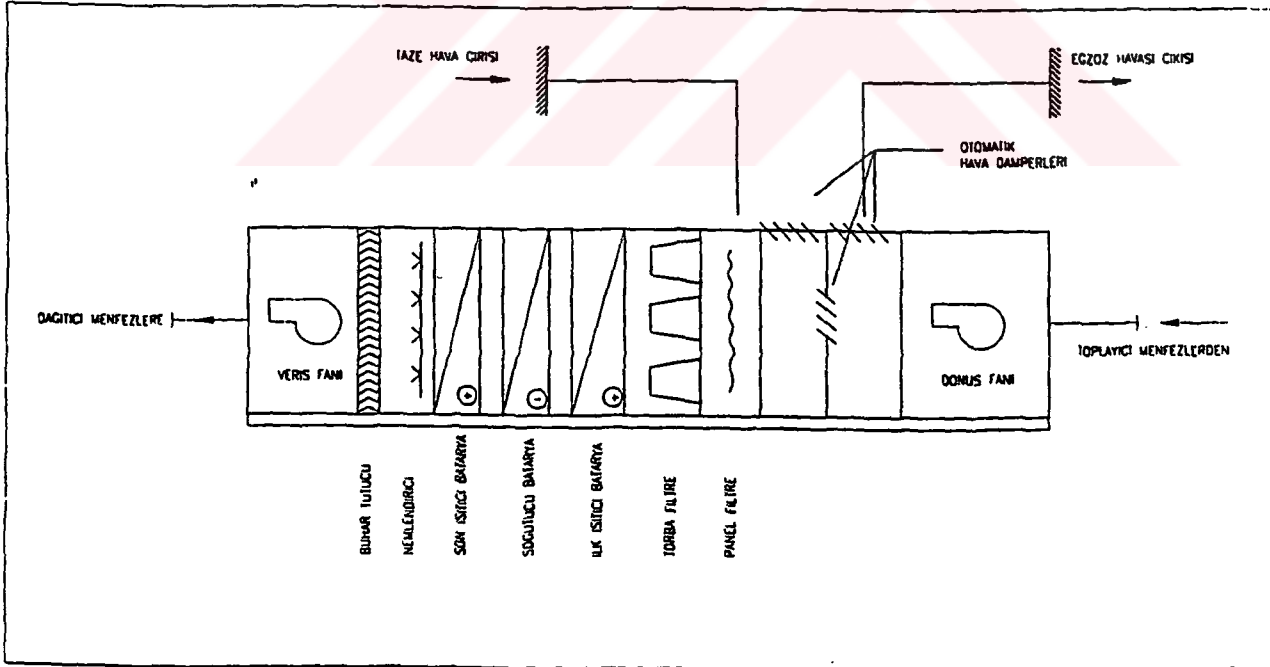


Şekil 5.1-Radyant Isıtıcı Çalışma Prensibi

5.2. Kesilmiş Tütün Deposu

İkinci Üretim Alanı ya da diğer adıyla, kullanılan tütünlerin üretim aşamasında bekletildiği Kesilmiş Tütün Deposunda, proses ihtiyaçları nedeniyle iklimlendirme büyük bir öneme sahiptir. Bu amaçla fabrika üretim alanının teras katına yerleştirilmiş üç adet klima santrali ve ortam nemlendirme sistemi bulunmaktadır.

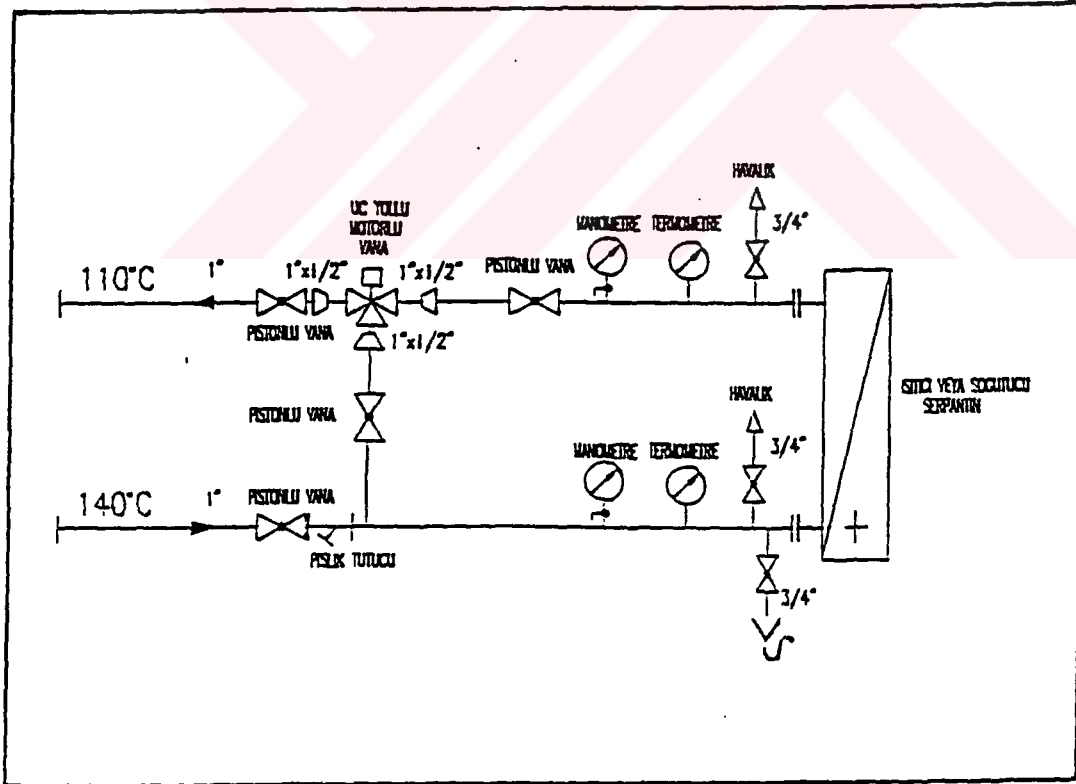
Yaz şartlarında, mevcut klima santrallerinin soğutucu serpantinleri için besleme çillerde soğutulan su ile sağlanmaktadır. Kış şartları için ısıtma serpantini beslemesi ise yardımcı işletmelerde üretilen doymuş buhar ile sağlanmaktadır. Kesilmiş Tütün Deposunda ısıtma ve soğutma sistemi için bunlara ilave herhangi bir sistem düşünülmemiştir. Fabrikanın bu bölümünün tüm ısıtma ve soğutma ihtiyacını klima santralleri sağlamaktadır. Şekil 5.2 'de fabrikanın bu bölümüne ait bir klima santrali gösterilmiştir.



Şekil 5.2-Kesilmiş Tütün Bölümü Klima Santrali

Sistemde iç ortam havasının %20 'si egzost edilmektedir. Aynı oranda taze hava sisteme alınmaktadır. Fabrikanın bu bölümünde de, hava değişimi saatte 8 defa olarak öngörülmüştür. Klima santrallerinde, kış şartlarında, karışım yapmak amacıyla dış ortamdan alınan taze havayı +5 °C sıcaklığa getirmeleri için ilk ısıtıcı veya frost bataryası denilen hücreler vardır.

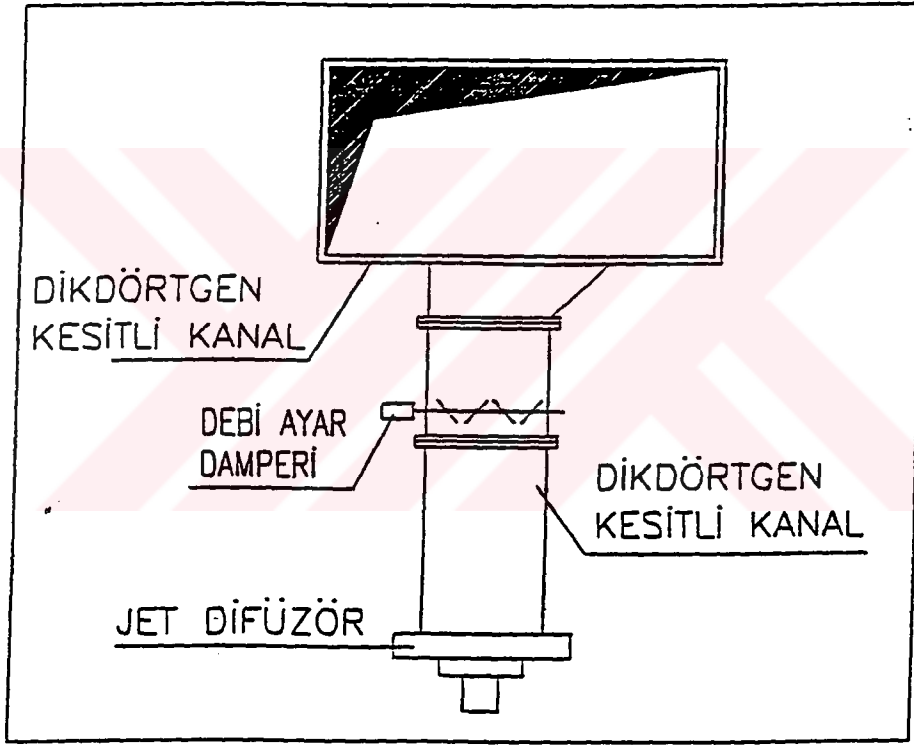
Klima santrallerinin dönüş kanallarında duyar elemanlar vardır. Bunlar vasıtasıyla nem ve sıcaklık ölçümü yapılır. Bu ölçüm değerlerini anlatan sinyaller, ilgili tesisata ait otomasyon kumanda panosuna girer. Dönüş havası şartlarının, set edilen değerler ile mukayesesi sonrasında, panodan Şekil 5.3 'te gösterilen ve klima santrali serpantin gruplamasında bulunan, otomatik kontrol vanasına ilgili kumanda sinyali yollar. Böylelikle işletmenin çalışma durumuna bağlı olarak soğutucu veya ısıtıcı akışkanın serpantinlere giriş debileri düzenlenir.



Şekil 5.3-Klima Santrali Serpantin Gruplaması

Böylelikle istenilen ısıtma ve soğutma değerleri yakalanır. Her bir klima santrali 172.9 kW soğutma, 198.24 kW ısıtma kapasitelidir. Klima santralleri, en olumsuz yaz veya kış şartlarında bile üretim için gerekli olan 24-30 °C sıcaklık ve % 60-65 nem değerlerini sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir.

Klima santrallerinde şartlandırılan havanın, İkinci Üretim Alanına homojen bir şekilde dağılımını sağlayabilmek için, gidiş kanallarına Şekil 5.4 'te gösterilen jet tipi olarak tabir edilen difüzörler yerleştirilmiştir.

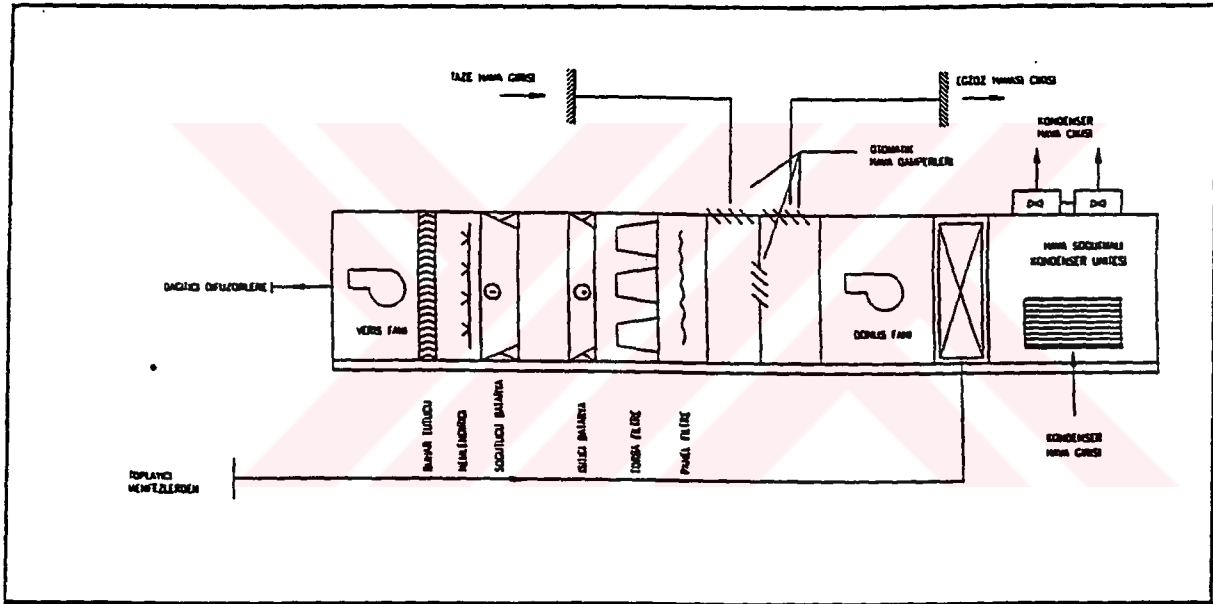


Şekil 5.4-Jet Tipi Difüzör

Bu difüzörlerin etkili üfleme mesafesi 7-8 metredir. Yerden itibaren montaj yüksekliği ise, bitmiş döşemeden 9 metredir. Bunların üfleme açısı ayar edilebilir. Ayrıca difüzörün ana kanala bağlantı bölümünde havalandırma reglajı yapabilmek için monte edilmiş debi ayar damperleri mevcuttur. Dönüş kanallarında ise standart toplayıcı menfezler kullanılmıştır.

5.3. Son Üretim Alanı

Fabrikanın bu bölümünde, 5 adet klima santrali mevcuttur. İklimlendirme işlemleri bu santraller ile yapılmaktadır. Bunların en farklı özelliği, Şekil 5.4 'te gösterilen Direkt Genişlemeli olarak tabir edilen, yaz şartları için soğutma çevrimini kendi bünyesinde gerçekleştiren ve bu sayede ilave bir çiller veya soğutma kulesi sistemine ihtiyaç duyulmayan klima santralleri olmalarıdır. Santrallerin kış sezonu çalışmasında ise diğer bölümlerde olduğu gibi mevcut buhar sisteminden faydalanılır. Bu bölümde santralleri destekleyici herhangi bir sistem yoktur. Tüm santrallerin bünyesinde, $16.36 \text{ m}^3/\text{s}$ debiye sahip aspiratör ve vantilatörler vardır.



Şekil 5.5-Direkt Genişlemeli Klima Santrali

Dış hava şartlarının kritik değerlerde olduğu zaman, taze hava ve dönüş havasının değerleri duyar elemanlarla sinyal olarak otomasyon panosuna yollanır. Otomasyon panosu da, kanallardaki damper motorlarına kumanda verirler. Bu sayede dış hava koşullarının çok soğuk veya çok sıcak olduğu dönemlerde, santralin karışım oranı değiştirilir. Santralin taze hava emişi minimuma indirilir. Böylelikle taze hava ile sirküle ettirilen havanın karışımı yapılmaktadır.

Üretim alanında ortam nemlendirme sistemi olmasına rağmen, bu sisteme yük getirmemek maksadıyla santralin hava debisine bağlı olarak hesaplanan ve santrale ayrı bir hücre olarak ilave edilmiş olan nemlendirme sistemi de mevcuttur. Gerekli nemlendirmeyi, ısıtıcı serpantinlerde olduğu gibi buhar tesisatından almaktadır. Dönüş kanallarından yapılan nem ve sıcaklık ölçümü ile ısıtıcı, soğutucu ve nemlendirme serpantinlerinin girişlerindeki gruplamada yer alan otomatik kontrol vanalarına kumanda verilerek, istenilen değerler yakalanır. Bu değerleri yakalayabilmek için her bir klima santrali, 479 kW soğutma, 427.7 kW ısıtma, 0.171 kg/s nemlendirme kapasiteli olarak dizayn edilmiştir. En olumsuz dış ortam sıcaklık değerlerine göre dizayn edilmiş klima santralleri ile yaz ayları için 24-28 °C sıcaklık ve %55-65 nem değerleri, kış aylarında ise yine aynı klima santralleri ile 20-28 °C sıcaklık ve %55-65 nemli iç ortam şartları sağlanır.

Bu mahalde de İkinci Üretim Bölgesinde olduğu gibi havalandırma dağılımı için jet tipi difüzörler ve standart toplayıcı menfezler kullanılmıştır.

5.4. Bitmiş Ürün ve Kağıt Depoları

Bitmiş Ürün Depolarında, sadece ısıtma ve havalandırma yapılmaktadır. Isıtma ve havalandırma sistemleri, fabrikanın birinci üretim alanı ile aynıdır. Kullanılan ekipmanlardan sıcak hava apreleri, çatı fanları, taze hava panjurları diğerleri ile aynıdır. Paketler halinde nakliye bekleyen ürünler için herhangi bir şartlandırma işlemine gerek duyulmamıştır. Bu bölümde çalışan personel olmadığı için iklimlendirme yapılmamıştır.

Paket kağıdı depolarında ise ortam şartları ve kullanılan sistemler son üretim alanı ile aynıdır. Paket kağıdı depolarında, üretim alanıyla eşdeğer şartların istenmesinin sebebi, hazır gelen paket kağıtlarının fazla rutubetli veya fazla kuru olup, tamamen otomatik ve kesintisiz olarak işlem yapan paketleme makinalarında sıkışmasını ve sistemin durmasını engellemektir.

5.5. Üretim Destekleme Alanları

Üretim Destekleme Alanları, ikinci bölümde de bahsedildiği gibi üretim ile doğrudan ilgili olmayan ancak üretim için gerekli şartları sağlayan, bürolar, ıslak hacimler, kazan dairesi, kompresör odaları, vakum pompa odası, elektrik ve jenaratör odaları ve geri kazanım odalarının oluşturduğu kısımdır. Bunlardan sadece büro kısımları için ısıtma, soğutma ve şartlandırma yapılmaktadır. Kullanılan klima santrali taze hava ve dönüş havası sıcaklıklarına bağlı olarak otomatik kontrol sistemi vasıtasıyla kumanda edilen damper motorlarıyla, kış ve yaz şartlarında, minimum taze hava ihtiyacı kadar, geçiş mevsimlerinde ise fazla taze hava ile ısı ekonomisi sağlamaktadır.

Islak hacimlerde sadece egzoz fanı kullanılmıştır. Böylelikle negatif basınç oluşması sağlanır. Kazan dairesinde taze hava veya egzoz havası için herhangi bir ekipman kullanılmamıştır. Buhar kazanlarına ait brülörlerin taze hava ihtiyacı için, kapılardaki ve duvarlardaki panjurlardan faydalanılır.

6. ÖRNEK EKİPMAN HESAPLAMARI VE SEÇİMLERİ

Bu bölümde, fabrikada imalatın gerçekleştiği mahallerde üretim alanlarında, ve üretim destekleme alanlarında, havalandırma ve iklimlendirme amaçlı kullanılan ekipmanların örnek hesaplamaları ve hesap sonuçlarına göre seçimleri bulunmaktadır.

6.1. Birinci Üretim Alanı

Birinci Üretim Alanı 4000 m² kapalı alana sahiptir. Bu mahale toplamda tipik beş adet klima santrali hitap etmektedir. Her santralin hitap ettiği alan da yaklaşık olarak 800 m² 'dir. Bu mahalde, saatte 8 hava değişimi öngörülmüştür. Hacim olarak;

$$V = A \times h \quad (6.1)$$

V : İklimlendirilecek veya havalandırılacak olan toplam hacim. (m³),

A : Mahallin alanı. (m²),

h : Mahal yüksekliği. (m)

$$V = 800 \text{ m}^2 \times 8 \text{ m} = 6400 \text{ m}^3 \text{ 'tür.}$$

Hava değişim katsayısına bağlı olarak, saatte değişecek ortam havasının miktarı;

$$F = V \times \text{Değişim Miktarı} \quad (6.2)$$

F : Ortama birim zamanda yollanacak hava debisi. (m³/h),

V : İklimlendirilecek veya havalandırılacak olan toplam hacim. Eşitlik 6.1 'den faydalanılarak 6400 m³ olarak hesaplandı.

Değişim miktarı : 8 h⁻¹

$$F = 6400 \text{ m}^3 \times 8 \text{ h}^{-1} = 51200 \text{ m}^3/\text{h}$$

olur. Buradan da;

$$51200 \text{ m}^3/\text{h} / 3600 = 14.22 \text{ m}^3/\text{s}$$

olarak hesaplanır.

6.1.1. Soğutucu batarya için hesaplama

Soğutucu batarya için hesaplama yaparken;

$$Q = m_a \times [(h_{GİREN} - h_{ÇIKAN}) - (W_{GİREN} - W_{ÇIKAN}) \times h_{WÇIKAN}] \quad (6.3)$$

eşitliğinden faydalanılır. Bu eşitlikteki değerler;

- Q : Klima santrali soğutucu serpantin kapasitesi. (kW),
 m_a : Havanın soğutucu serpantine girmeden önceki kütleli debisi. ($\text{kg}_{\text{kuru hava}} / \text{h}$),
 $h_{GİREN}$: Soğutucu serpantine giren havanın entalpi. (kJ/kg),
 $h_{ÇIKAN}$: Soğutucu serpantinden çıkan havanın entalpi. (kJ/kg),
 $W_{GİREN}$: Soğutucu serpantine giren havanın özgül nem değeri. ($\text{gr}_{\text{nem}} / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$),
 $W_{ÇIKAN}$: Soğutucu serpantinden çıkan havanın özgül nem değeri. ($\text{gr}_{\text{nem}} / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$),
 $h_{WÇIKAN}$: Soğutucu serpantini terk eden yoğuşmuş suyun entalpi değeridir. (kJ / kg)

Klima santrali %20 dış hava, %80 iç hava ile çalışmakta ve karışım yapmaktadır. Soğutucu bataryanın kapasitesini hesaplayabilmek için, öncelikle karışım noktasını bulmamız gerekir. Dış hava şartlarına, 1 şartları; iç hava şartlarına da 2 şartları diyelim. Karışım noktasını da 3 olarak sembolize edelim.

Mahale verilecek toplam hava miktarı, 51200 m^3/h olarak hesaplanmıştır. 1 ve 2 noktası şartları için;

1 noktası yani karışım bataryasına giren dış hava; 38 °C sıcaklık, %43 bağıl neme sahiptir. Psikrometrik diagramda (Çizelge-6.1) 1 noktası bulunur ve işaretlenir. Aynı işlem iç ortam şartları olan 2 noktası, 24 °C sıcaklık ve %60 bağıl nem için de yapılır. Çizelge-6.1 'e işaretlenir. Her iki nokta bir doğru ile birleştirilir. Karışım noktası bu doğrunun üzerindedir.

Karışım noktası, klima santralının %20 dış hava ile çalışması dikkate alınarak bulunur. Yani cihazın karışım oranı için toplam debinin %20 'si kadar dış hava, %80 'i kadar iç hava kullanılır.

51200 m³/h debisinde, %57 bağıl neminde ve 26.9 °C kuru termometre sıcaklığındaki nemli hava, 14 °C sıcaklığında doymuş hale getirilene kadar, klima santralının soğutucu serpantini üzerinden geçirilir. Soğutucu serpantine giren karışım havasının,

Antalpisi $h_3 = 59.2$ kJ/kg,

Özgül nemi $W_3 = 12.7$ g/kg kuru hava,

Özgül hacmi $V_3 = 0.867$ m³/kg kuru hava değerlerindedir.

Soğutucu bataryadan çıkan havanın şartlarını da 4 olarak sembolize edelim. 4 şartlarında 14 °C sıcaklıkta serpantinden çıkan havanın doymuş havanın;

Antalpisi $h_4 = 38$ kJ/kg,

Özgül nemi $W_4 = 9.5$ g/kg kuru hava

değerlerindedir. Çizelge-6.2 yardımıyla sistemi terkeden yoğunlaşmış suyun antalpisi $h_{w4} = 58.88$ kJ/kg (su) olarak bulunur. Sistemdeki kuru hava miktarı;

$$m_a = F / V_3 \quad (6.4)$$

m_a : Havanın soğutucu serpantine girmeden önceki kütleli debisi. (kg_{kuru hava} / h),

F : Ortama birim zamanda yollanacak hava debisi. (m³/h), Eşitlik 6.2 'den 51200 m³/h olarak hesaplanmıştı.

V_3 : Havanın soğutucu serpantine girmeden önceki özgül hacmi. (m^3/kg), psikrometrik diagram üzerinden (Çizelge-6.1) belirlenmiştir.

$$m_a = 51200 \text{ m}^3/\text{h} / 0.867 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$m_a = 59055 \text{ kg(kuru hava)/h}$$

olduğundan dolayı eşitlik (6.3) 'den;

$$Q = m_a \times [(h_{GİREN} - h_{ÇIKAN}) - (W_{GİREN} - W_{ÇIKAN}) \times h_{ÇIKAN}]$$

$$Q = m_a \times [(h_3 - h_4) - (W_3 - W_4) \times h_{W4}]$$

$$Q = 59055 \times [(59.2 - 38) - ((12.7/1000) - (9.5/1000)) \times 58.88]$$

$$Q = 1240805 \text{ kJ/h}$$

eder. Bu da;

$$Q = 1240805 \text{ kJ/h} / 3600 = 344.6 \text{ kJ/s} = 344.6 \text{ kW}$$

elde edilir.

Soğutucu batarya için hesaplamada bir diğer yol;

$$Q = F \times \rho \times \Delta h \quad (6.5)$$

Q : Kapasite (kW),

F : Debi (m^3/s), 6.2 eşitliği yardımıyla $14.22 \text{ m}^3/s$ olarak hesaplanmıştır.

ρ : Havanın özgül ağırlığı. 1.075 kg/m^3 'tür.

Δh : Antalpi farkı.

$$\Delta h = h_1 - h_2 \quad (6.6)$$

h_1 : Klima santrali soğutucu serpantinine girmeden önceki havanın entalpi değeri. (kJul/kg), karışım noktası bulunduktan sonra, karışım noktasına ait ve psikrometrik diagramdan (Çizelge-6.1) okunan entalpi değeridir.

h_2 : Klima santrali soğutucu serpantininden çıktıktan sonraki havanın entalpi değeri. (kJul/kg), bu değer de Çizelge 6.1 'den okunmaktadır.

$$h_3 = 59.2 \text{ kJul/kg}$$

$h_4 = 38 \text{ kJul/kg}$ buna göre eşitlik 6.6 yardımıyla entalpi farkı Δh :

$$\Delta h = 59.2 - 38 = 21.2 \text{ kJul/kg}$$

olur. Kapasite ise eşitlik 6.5 'e göre;

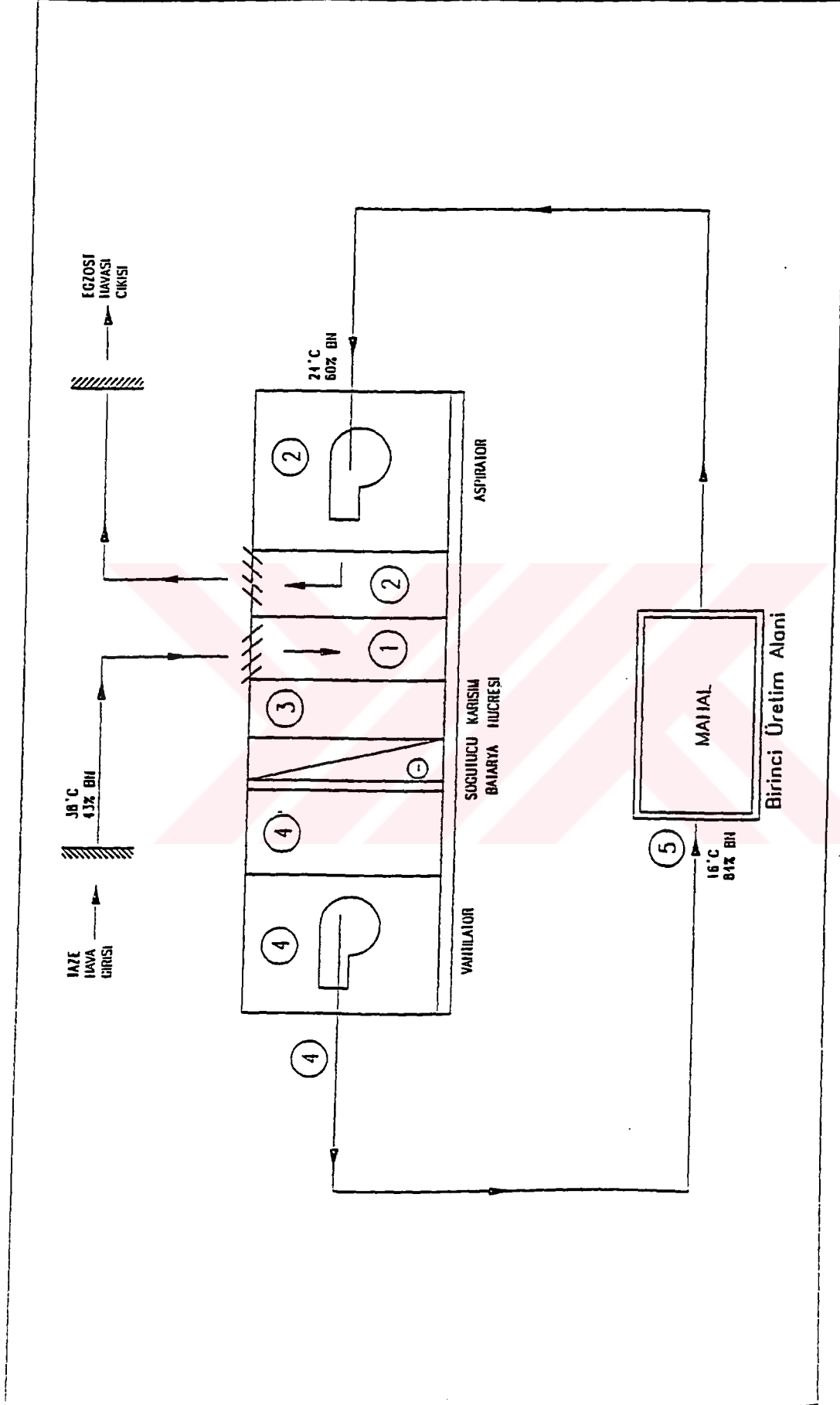
$$Q = 14.22 \text{ m}^3/\text{s} \times 1.075 \text{ kg/m}^3 \times 21.2 \text{ kJul/kg}$$

$$Q = 324.07 \text{ kW} \approx 325 \text{ kW} \text{ 'tır.}$$

Emniyet faktörünü % 10 olarak alırsak;

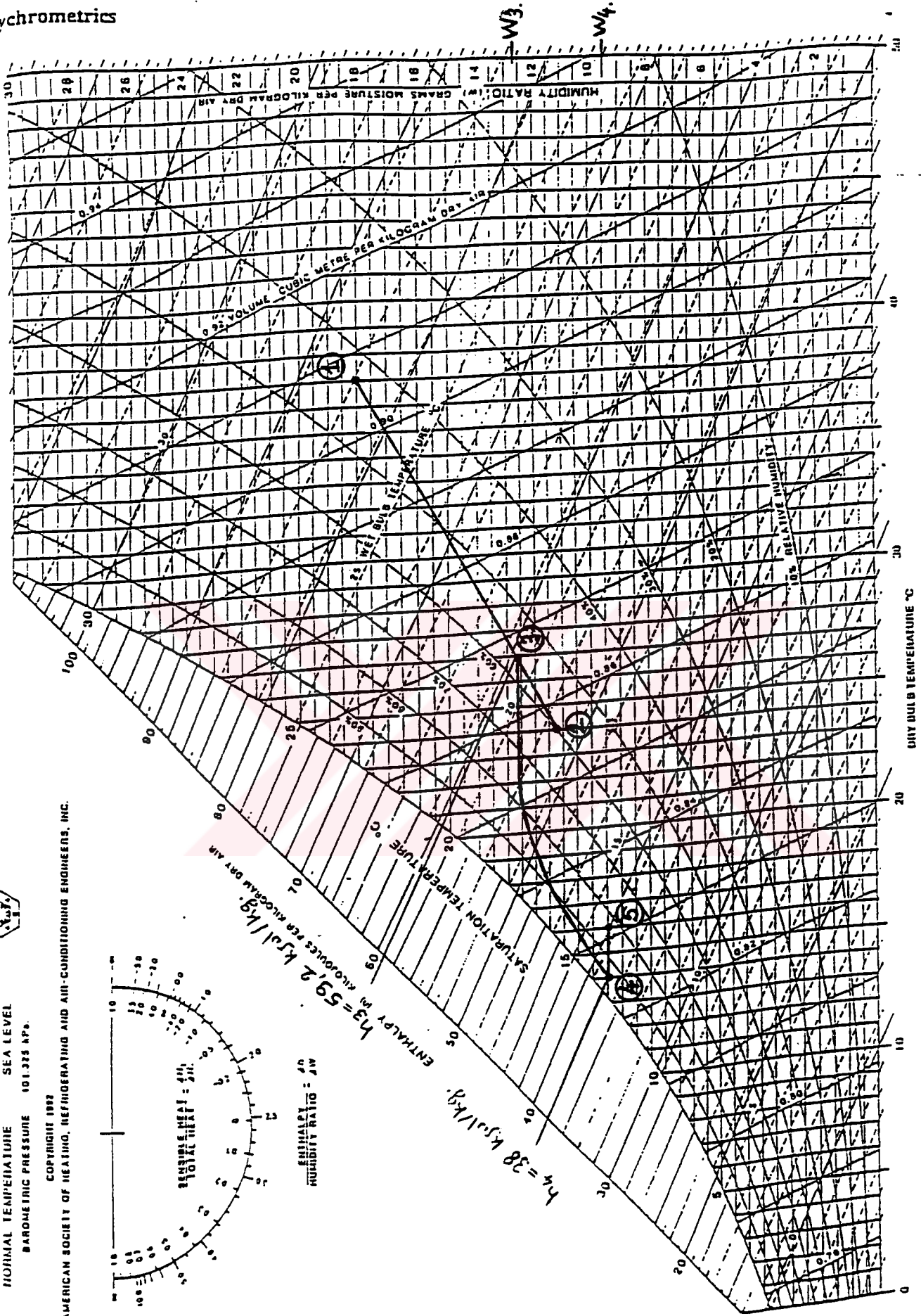
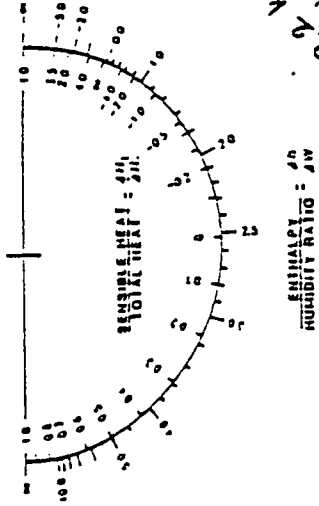
$$Q = 325 \times 1.1 = 357.5 \text{ kW}$$

bulunur.



Şekil 6.1 - Birinci Üretim Alanı klima santrali soğutucu batarya şematik hava akışı

ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1
 NORMAL TEMPERATURE SEA LEVEL
 BAROMETRIC PRESSURE 101.325 kPa
 COPYRIGHT 1992
 AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.



Çizelge 6.1- Birinci Üretim Alanı klima santrali soğutucu serpantin psikrometrik diagram hava akışı. (Çizelge, ASHRAE Fundamentals)

6.1.2. Isıtıcı batarya için hesaplama

Isıtıcı batarya için hesaplamada;

Dış ortam sıcaklığı $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$, %95 bağıl nem; iç ortam sıcaklığı ise $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve %50 bağıl nem şartlarına göre hesap yapılacaktır. Psikrometrik diagramda (Çizelge-6.3), iç ortam şartlarını 1; dış ortam şartlarını ise 2 olarak sembolize edip, işaretleyelim.

İnceleme konusu yapılan Sigara Fabrikasında kış şartlarında kritik dış sıcaklık çok düşük olduğu için, mevcut klima santrallerinin tümünde ısıtıcı bataryadan önce, havayı $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa getirmek için yerleştirilmiş bir Frost Bataryası vardır. Isıtıcı bataryanın ısıtma kapasitesinden önce Frost bataryasının kapasitesini hesaplamamız gerekir.

Klima santrali %15 dış hava, %85 iç hava ile çalışmakta ve karışım yapmaktadır. Mahalle verilen havanın, %15 'i dış ortamdan alınmaktadır. En kritik değer olan $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki havayı, hiçbir ön işlem yapmaksızın dönüş havasının %85 'i ile karışım hücresine sokamayız. Öncelikle belirlenmiş frost sıcaklığı olan $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'a ısıtmamız gerekmektedir.

$$Q = F_f \times C_p \times \rho \times \Delta t \quad (6.7)$$

Q : Frost bataryasının kapasitesi. (kW),

$$F_f = F \times 0.15 \quad (6.8)$$

F_f : Hacimsel debi. (m^3/s),

F : Toplam hacimsel debi. (m^3/s), eşitlik 6.2 'den $14.22\text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştı. Eşitlik 6.8 yardımıyla;

$$F_f = 14.22\text{ m}^3/\text{s} \times 0.15$$

$$F_f = 2.14\text{ m}^3/\text{s}$$

bulunur.

C_p : Havanın sabit basınçtaki özgül ısısı. Sabit bir değerdir.

$$C_p = 0.24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

ρ : Havanın özgül ağırlığı.

$$\rho = 1.075 \text{ kg/m}^3 \text{ 'tür.}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (6.9)$$

Δt : Frost bataryasına girmeden önceki sıcaklık ile Frost sıcaklığı olan $+5^\circ\text{C}$ 'ın farkıdır.

$t_1 = -28^\circ\text{C}$. (En kritik dış ortam sıcaklığı),

$t_2 = +5^\circ\text{C}$. (Frost sıcaklığı),

buna göre 6.9 eşitliğinden faydalanılarak;

$$\Delta t = 5 - (-28)$$

$$\Delta t = 33^\circ\text{C}$$

bulunur. Değerleri 6.7 eşitliğinde yerlerine koyarsak;

$$Q = 2.14 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \times 1.075 \text{ kg/m}^3 \times 33^\circ\text{C}$$

$$Q = 18.22 \text{ kcal/s}$$

olarak hesap edilir. Bu değer;

$$1 \text{ kcal/s} \times 4.1863 = 1 \text{ kW}$$

$$Q = 18.22 \text{ kcal/s} \times 4.1863$$

$$Q = 76.27 \text{ kW}$$

olarakta yazılabilir. %10 emniyet ile bu değer;

$$Q = 76.27 \text{ kW} \times 1.1$$

$$Q = 83.9 \text{ kW}$$

olur. Böylelikle frost serpantin kapasitesi bulunmuş olur. Bu aşamadan sonra ısıtıcı serpantin kapasitesini hesaplayabiliriz.

$$Q = F \times C_p \times \rho \times \Delta t \quad (6.10)$$

Q : Isıtıcı bataryasının kapasitesi. (kW),

F : Toplam hacimsel debi. (m³/s), eşitlik 6.2 'den 14.22 m³/s olarak hesaplanmıştı.

$$\Delta t = t_5 - t_4 \quad (6.11)$$

t₄ : Isıtıcı bataryaya girmeden önceki karışım havasının sıcaklığı. 16.2 °C.

t₅ : Ortama verilen havanın sıcaklığı. 22 °C.

$$\Delta t = 22 - 16.2$$

$$\Delta t = 5.8 \text{ °C}$$

bulunur. Değerleri 6.10 eşitliğinde yerlerine koyalım;

$$Q = 14.22 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \times 1.075 \text{ kg/m}^3 \times 5.8 \text{ °C}$$

$$Q = 21.28 \text{ kcal/s}$$

olarak hesap edilir. Bu değer;

$$1 \text{ kcal/s} \times 4.1863 = 1 \text{ kW}$$

$$Q = 21.28 \text{ kcal/s} \times 4.1863$$

$$Q = 89.08 \text{ kW}$$

olarakta yazılabilir. %10 emniyet ile bu değer;

$$Q = 89.08 \text{ kW} \times 1.1$$

$$Q = 98 \text{ kW}$$

böylelikle ısıtıcı serpantin yükünü de hesaplamış olduk.

6.1.3. Buharlı nemlendirici kapasitesi

Buharlı nemlendirici kapasitesini hesaplayabilmek için;

$$Q = F \times \rho \times \Delta W \quad (6.12)$$

Q : Buharlı nemlendiricinin kapasitesi. (kg/h),

F : Havanın hacimsel debisi. (m³/s), eşitlik 6.2 'den 14.22 m³/s olarak hesaplanmıştır.

ρ : Havanın özgül ağırlığı.

$$\rho = 1.075 \text{ kg/m}^3 \text{ 'tür.}$$

ΔW : Buharlı nemlendiriciden çıkan hava ile giren havanın özgül nemlerinin farkıdır.

(g_{Tnem}/kg_{kuru hava}),

$$\Delta W = W_3 - W_5 \quad (6.13)$$

W_3 : Buharlı nemlendiriciden çıkan havanın özgül nemi, $6.4 \text{ gr}_{nem}/\text{kg}_{kuru hava}$,

W_5 : Buharlı nemlendiriciye giren havanın özgül nemi, $5.5 \text{ gr}_{nem}/\text{kg}_{kuru hava}$,

eşitlik 6.13 'ten;

$$\Delta W = 6.4 - 5.5$$

$$\Delta W = 0.9 \text{ gr}_{nem}/\text{kg}_{kuru hava} ,$$

olarak bulunur. Eşitlik 6.12 'de değerleri yerlerine koyarsak buharlı nemlendirici kapasitesi;

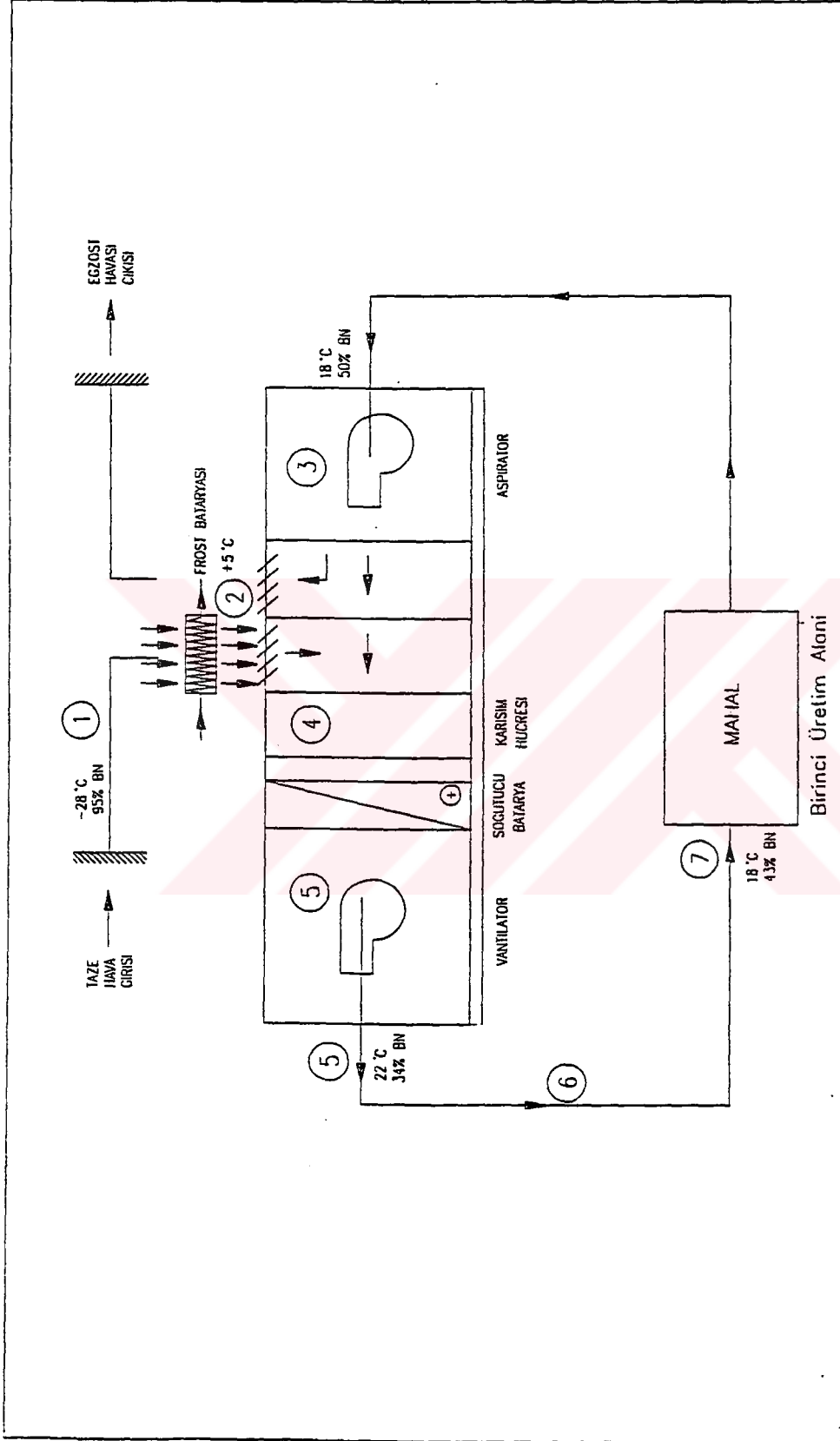
$$Q = 14.22 \text{ m}^3/\text{s} \times 1.075 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 0.9 \text{ gr}_{nem}/\text{kg}_{kuru hava} / 1000 \text{ gr}/\text{kg}$$

$$Q = 0.013 \text{ kg}/\text{s}$$

$$Q = 0.013 \text{ kg}/\text{s} \times 3600$$

$$Q = 50.4 \text{ kg}/\text{h}$$

olarak bulunur.



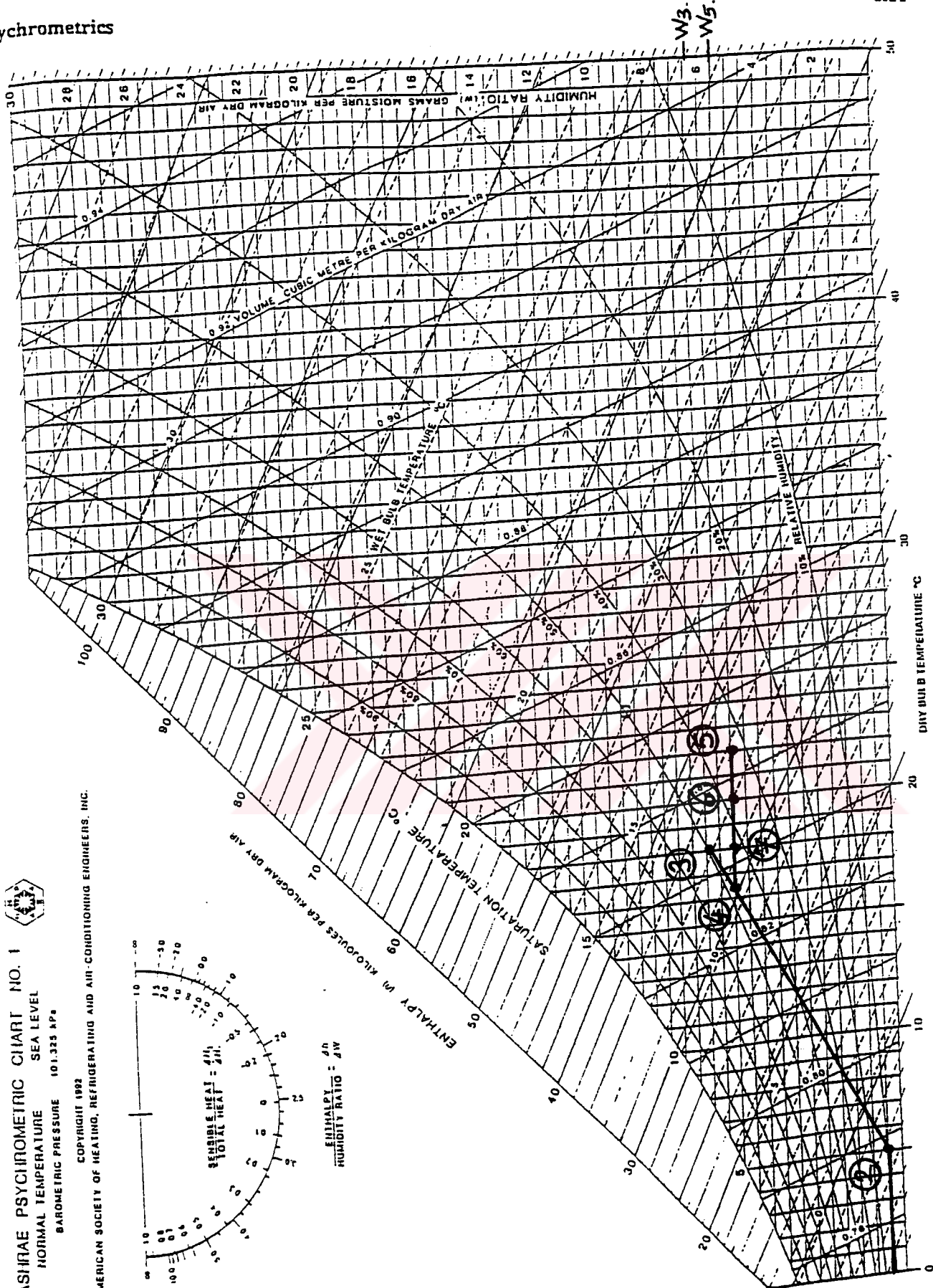
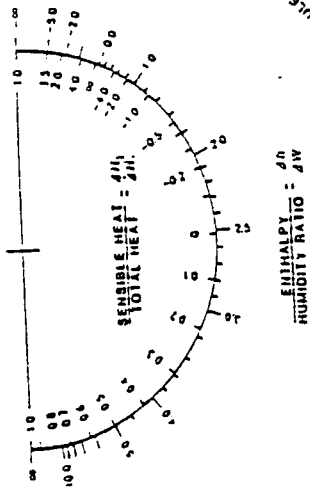
Şekil 6.2- Birinci Üretim Alanı klima santrali ısıtıcı batarya şematik hava akışı

psychrometrics



ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1
 NORMAL TEMPERATURE SEA LEVEL
 BAROMETRIC PRESSURE 101.325 kPa

COPYRIGHT 1992
 AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.



Çizelge 6.3- Birinci Üretim Alanı klima santrali ısıtıcı serpantin psikrometrik diagram hava akışı. (Çizelge, ASHRAE Fundamentals)

6.2. Kesilmiş Tütün Deposu

Kesilmiş Tütün Deposu, yaklaşık olarak 1200 m² kapalı alana sahiptir. Bu mahale toplamda tipik üç adet klima santrali hitap etmektedir. Her santralin hitap ettiği alan 400 m² 'dir. Bu mahalde, saatte 8 hava değişimi öngörülmüştür. Hacim olarak eşitlik 6.1 'den;

$$V = 400 \text{ m}^2 \times 8 \text{ m} = 3200 \text{ m}^3$$

bulunur. Hava değişim katsayısına bağlı olarak, saatte değişecek ortam havasının miktarı ise eşitlik 6.2 'den;

$$F = 3200 \text{ m}^3 \times 8 \text{ h}^{-1} = 25600 \text{ m}^3/\text{h}$$

olur. Buradan da;

$$25600 \text{ m}^3/\text{h} / 3600 = 7.1 \text{ m}^3/\text{s}$$

olarak hesaplanır.

6.2.1. Soğutucu batarya için hesaplama

Klima santrali %20 dış hava, %80 iç hava ile çalışmakta ve karışım yapmaktadır. Soğutucu bataryanın kapasitesini hesaplayabilmek için, öncelikle karışım noktasını bulmamız gerekir. Dış hava şartlarına, 1 şartları; iç hava şartlarına da 2 şartları diyelim. Karışım noktasını da 3 olarak sembolize edelim.

Mahale verilecek toplam hava miktarı, 25600 m³/h olarak hesaplanmıştı. 1 ve 2 noktası şartları için;

1 noktası yani karışım bataryasına giren dış hava; 38 °C sıcaklık, %43 bağıl neme sahiptir. Psikrometrik diagramda (Çizelge-6.4) 1 noktası bulunur ve işaretlenir. Aynı işlem iç ortam

şartları olan 2 noktası için de yapılır. Bölüm 5 'te anlatıldığı gibi, Kesilmiş Tütün Deposunda, iç mahal şartları, yaz ve kış için 27 °C sıcaklık, %62.5 bağıl nemdir. Çizelge-6.4 'e bu değerler de işaretlenir. Her iki nokta bir doğru ile birleştirilir. Karışım noktası bu doğrunun üzerindedir.

Karışım noktası, klima santralinin %20 dış hava ile çalışması dikkate alınarak bulunur. Yani cihazın karışım oranı için toplam debinin %20 'si kadar dış hava, %80 'i kadar iç hava kullanılır.

Mahalden emiş yapılan hava ile mahalle üflenen hava arasında 8 °C sıcaklık farkı olduğuna göre;

$$27\text{ °C} - 8\text{ °C} = 19\text{ °C}$$

mahalle üflenen havanın sıcaklığı bulunur. 2 °C kanallardaki kayıp olarak kabul edersek;

$$19\text{ °C} - 2\text{ °C} = 17\text{ °C}$$

olarak santralden çıkan havanın sıcaklığı bulunur.

25600 m³/h debisinde, %57 bağıl neminde ve 29.3 °C kuru termometre sıcaklığındaki nemli hava, 17 °C sıcaklığında doymuş hale getirilene kadar, klima santralinin soğutucu serpantini üzerinden geçirilir. Soğutucu serpantine giren karışım havasının,

Antalpisi $h_3 = 67$ kJ/kg,

Özgül nemi $W_3 = 14.8$ g/kg kuru hava,

Özgül hacmi $V_3 = 0.877$ m³/kg kuru hava değerlerindedir.

Soğutucu bataryadan çıkan havanın şartlarını da 4 olarak sembolize edelim. 4 şartlarında 17 °C sıcaklıkta serpantinden çıkan havanın doymuş havanın;

Antalpsi $h_4 = 46.5$ kJ/kg,

Özgül nemi $W_4 = 11.8$ g/kg kuru hava

değerlerindedir. Çizelge-6.2 yardımıyla sistemi terkeden yoğuşmuş suyun antalpsi;

$h_{w4} = 58.88$ kJ/kg (su)

olarak bulunur. Sistemdeki kuru hava miktarı ise eşitlik 6.4 yardımıyla;

$m_a = 25600 \text{ m}^3/\text{h} / 0.877 \text{ m}^3/\text{kg}$

$m_a = 29190$ kg(kuru hava)/h

olduğundan dolayı eşitlik (6.3) 'den;

$Q = 29190 \times [(67 - 46.5) - ((14.8/1000) - (11.8/1000)) \times 71.44]$

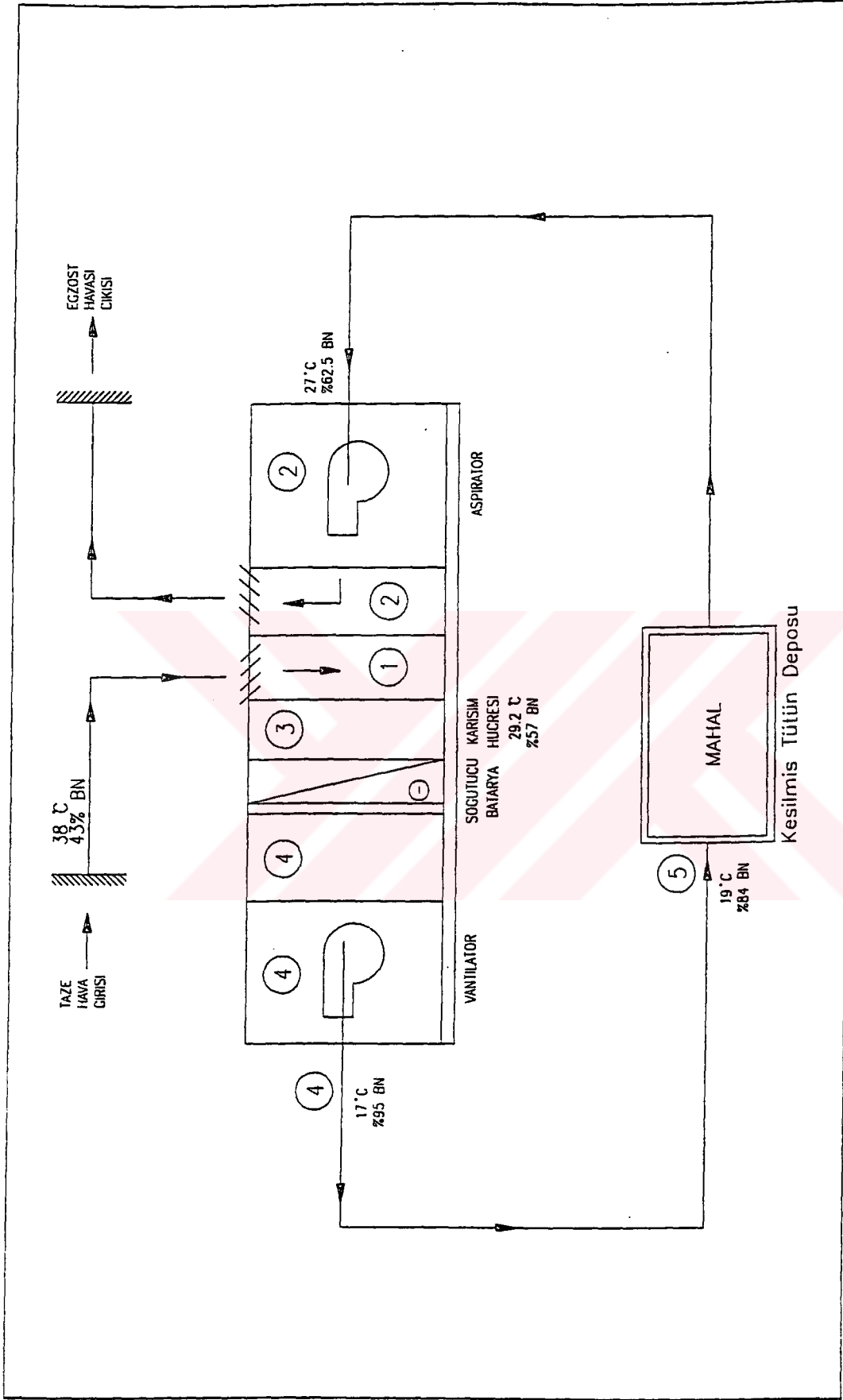
$Q = 622570$ kJ/h

eder. Bu da;

$Q = 622570 \text{ kJ/h} / 3600 = 172.9 \text{ kJ/s} = 172.9 \text{ kW}$

$Q = 172.9 \text{ kW}$

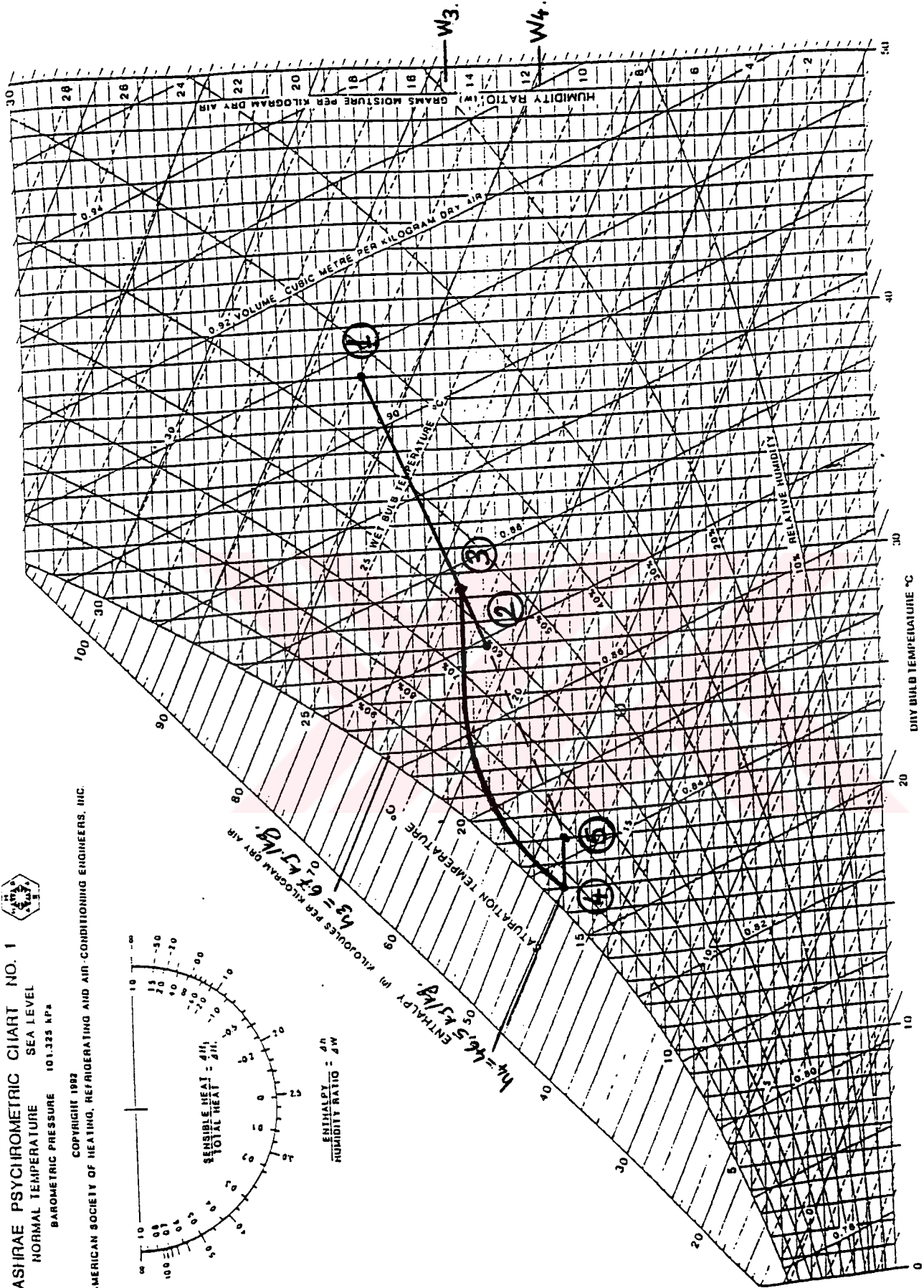
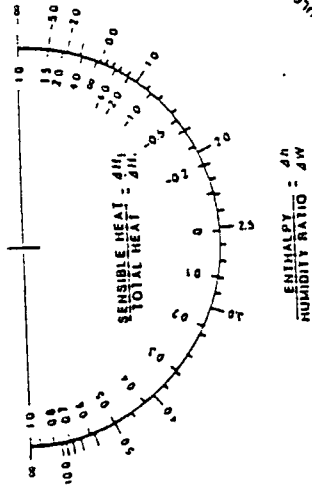
elde edilir.



Şekil 6.3- Kesilmiş Tütün Deposu klima santrali soğutucu batarya şematik hava akışı

ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1
NORMAL TEMPERATURE
SEA LEVEL
BAROMETRIC PRESSURE 101.325 kPa

COPYRIGHT 1982
AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.



Çizelge 6.4- Kesilmiş Tütün Deposu klima santrali soğutucu serpantin psikrometrik diagram hava akışı. (Çizelge, ASHRAE Fundamentals)

6.2.2. Isıtıcı batarya için hesaplama

Isıtıcı batarya için hesaplamada;

Dış ortam sıcaklığı $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$, %95 bağıl nem; iç ortam sıcaklığı ise $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ kuru termometre ve %62.5 bağıl nem şartlarına göre hesap yapılacaktır. Psikrometrik diagramda (Çizelge-6.5), iç ortam şartlarını 1; dış ortam şartlarını ise 2 olarak sembolize edip, işaretleyelim.

Klima santrali %10 dış hava, %90 iç hava ile çalışmakta ve karışım yapmaktadır. Mahalle verilen havanın, %10 'u dış ortamdan alınmaktadır. En kritik değer olan $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki havayı, hiçbir ön işlem yapmaksızın dönüş havasının %90 'i ile karışım hücresine sokamayız. Öncelikle belirlenmiş frost sıcaklığı olan $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'a ısıtmamız gerekmektedir.

Eşitlik 6.7 'deki Q değerine ulaşabilmemiz için öncelikle eşitlik 6.8 'deki F_f değerini bulmamız gerekir;

$$F_f = 7.1\text{ m}^3/\text{s} \times 0.10$$

$$F_f = 0.71\text{ m}^3/\text{s}$$

bulunur. Eşitlik 6.9 'dan sıcaklık farkı olan Δt bulunur.

$$\Delta t = 5 - (-28)$$

$$\Delta t = 33\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Değerleri 6.7 eşitliğinde yerlerine koyarsak;

$$Q = 0.71\text{ m}^3/\text{s} \times 0.24\text{ kcal}/\text{kg}^{\circ}\text{C} \times 1.075\text{ kg}/\text{m}^3 \times 33\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 6.05\text{ kcal}/\text{s}$$

olarak hesap edilir. Bu değer;

$$1 \text{ kcal/s} \times 4.1863 = 1 \text{ kW}$$

$$Q = 6.05 \text{ kcal/s} \times 4.1863$$

$$Q = 25.32 \text{ kW}$$

olarakta yazılabilir. %10 emniyet ile bu değer;

$$Q = 25.32 \text{ kW} \times 1.1$$

$$Q = 27.86 \text{ kW}$$

olur. Böylelikle frost serpantininin kapasitesi bulunmuş olur. Bu aşamadan sonra ısıtıcı serpantin kapasitesini eşitlik 6.10 yardımıyla hesaplayabiliriz.

Δt sıcaklık farkı değeri eşitlik 6.11 'den;

$$\Delta t = 31 - 7.5$$

$$\Delta t = 23.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

bulunur. Değerleri 6.10 eşitliğinde yerlerine koyalım;

$$Q = 7.1 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \times 1.075 \text{ kg/m}^3 \times 23.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 43.05 \text{ kcal/s}$$

olarak hesap edilir. Bu değer;

$$1 \text{ kcal/s} \times 4.1863 = 1 \text{ kW}$$

$$Q = 43.05 \text{ kcal/s} \times 4.1863$$

$$Q = 180.22 \text{ kW}$$

olarakta yazılabilir. %10 emniyet ile bu değer;

$$Q = 180.22 \text{ kW} \times 1.1$$

$$Q = 198.24 \text{ kW}$$

böylelikle ısıtıcı serpantinin yükünü de hesaplamış olduk.

6.2.3. Buharlı nemlendirici kapasitesi

Buharlı nemlendirici kapasitesini hesaplayabilmek için eşitlik 6.12 'den faydalanırız. Bu da;

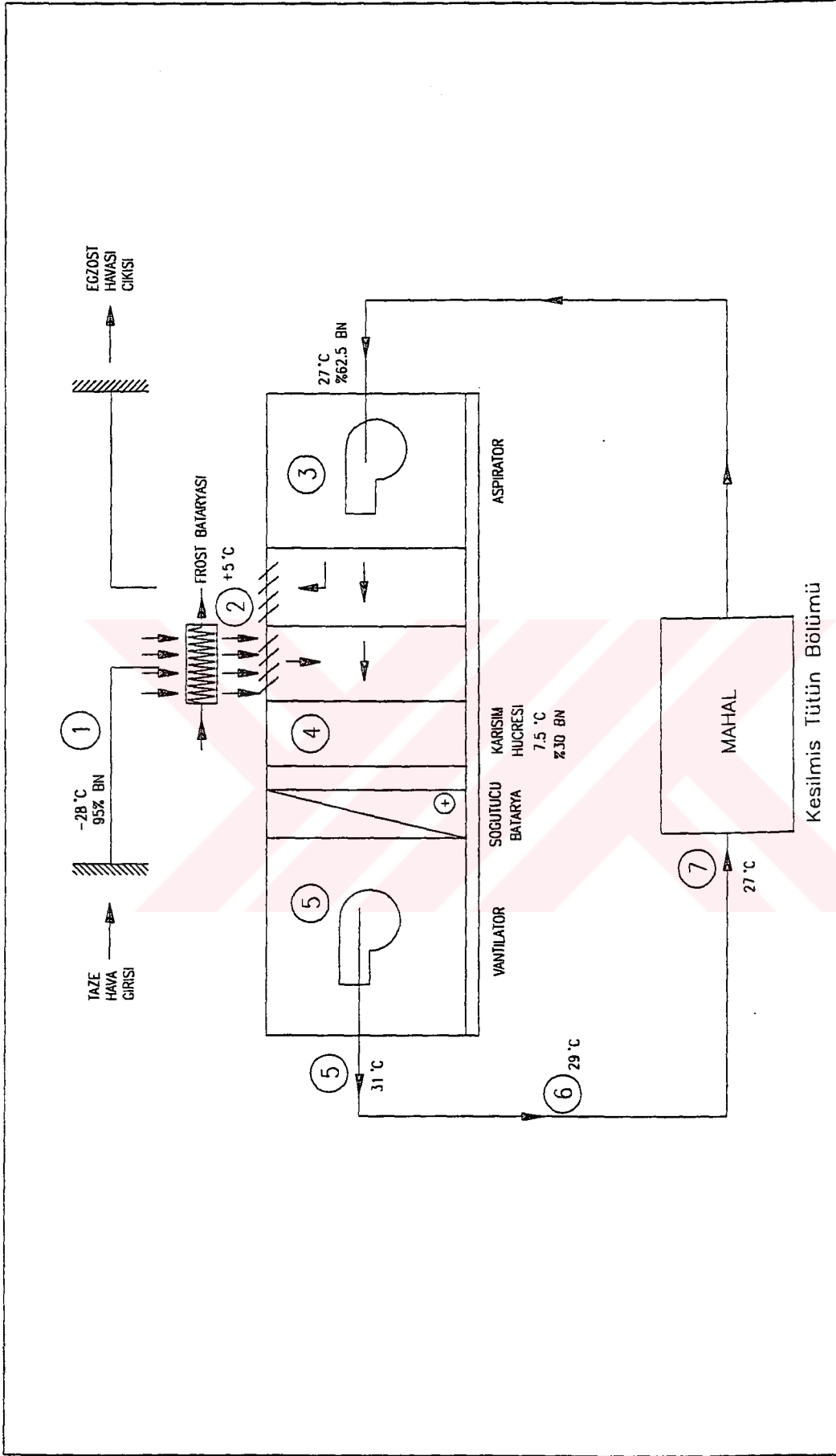
$$Q = 7.1 \text{ m}^3/\text{s} \times 1.075 \text{ kg}/\text{m}^3 \times (14 - 2) \text{ gr}_{\text{nem}}/\text{kg}_{\text{kuruhava}} / 1000 \text{ gr}/\text{kg}$$

$$Q = 0.091 \text{ kg}/\text{s}$$

$$Q = 0.091 \text{ kg}/\text{s} \times 3600$$

$$Q = 327.6 \text{ kg}/\text{h}$$

olarak bulunur.

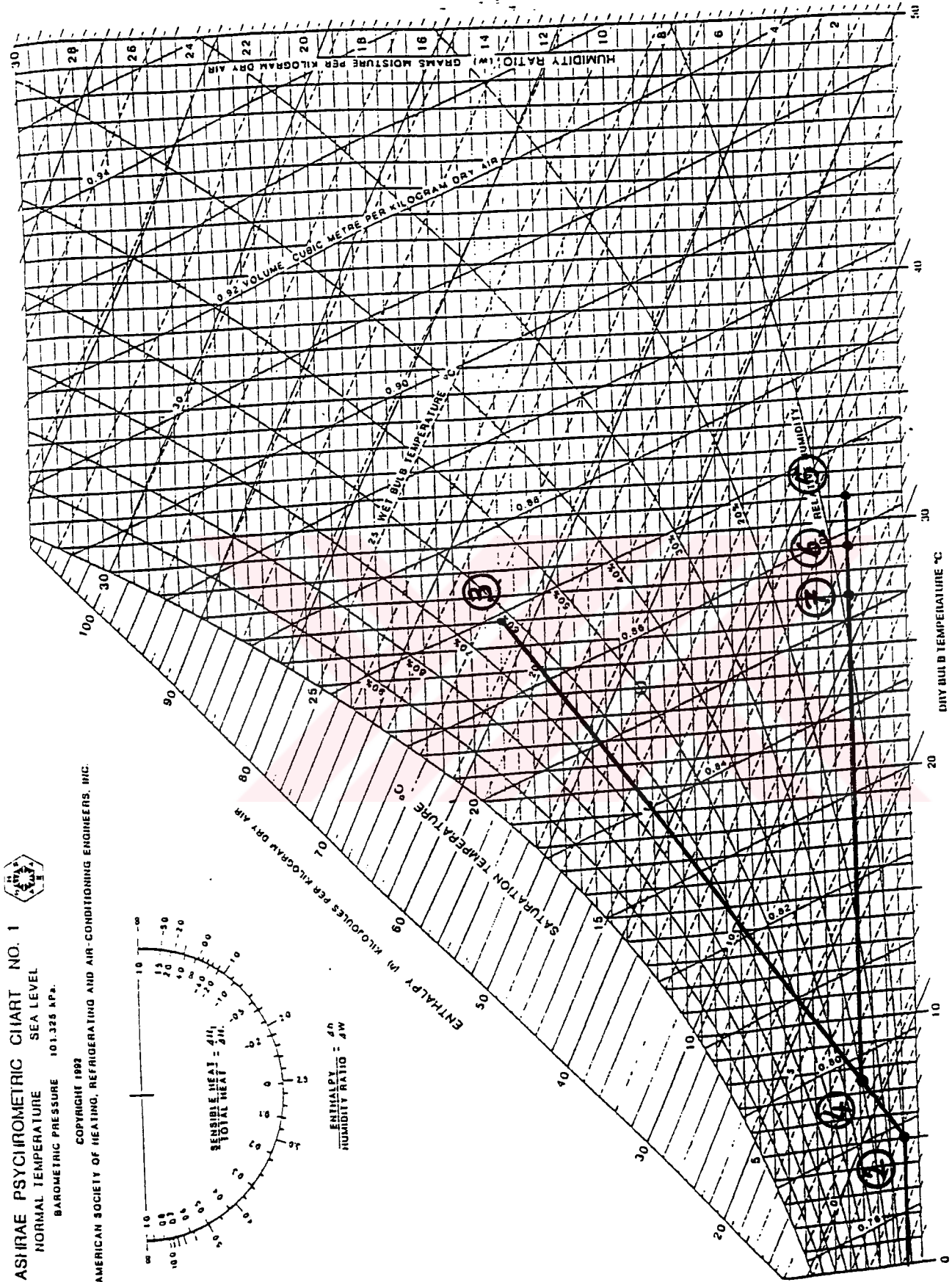
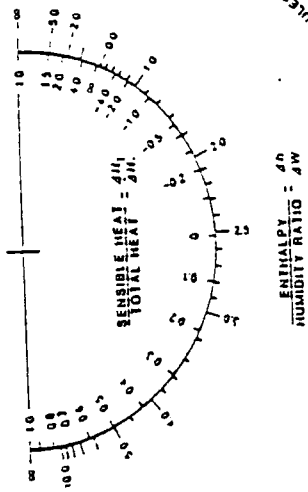


Şekil 6.4- Kesilmiş Tütün Deposu klima santrali ısıtıcı batarya şematik hava akışı

ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1

NORMAL TEMPERATURE
SEA LEVEL
BAROMETRIC PRESSURE 101.325 kPa.

COPYRIGHT 1982
AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.



Çizelge 6.5- Kesilmiş Tütün Deposu klima santrali ısıtıcı serpantin psikrometrik diagram hava akışı. (Çizelge, ASHRAE Fundamentals)

6.3. Son Üretim Alanı

Son Üretim Alanı, yaklaşık olarak 4600 m² kapalı alana sahiptir. Fabrikanın bu bölümüne, toplamda tipik beş adet klima santrali hitap etmektedir. Her santralin hitap ettiği alan 920 m² 'dir. Bu mahalde, saatte 8 hava değişimi öngörülmüştür. Hacim olarak eşitlik 6.1 'den;

$$V = 920 \text{ m}^2 \times 8 \text{ m} = 7360 \text{ m}^3$$

bulunur. Hava değişim katsayısına bağlı olarak, saatte değişecek ortam havasının miktarı ise eşitlik 6.2 'den;

$$F = 7360 \text{ m}^3 \times 8 \text{ h}^{-1} = 58880 \text{ m}^3/\text{h}$$

olur. Buradan da;

$$58880 \text{ m}^3/\text{h} / 3600 = 16.36 \text{ m}^3/\text{s}$$

olarak hesaplanır.

6.3.1. Soğutucu batarya için hesaplama

Klima santrali %25 dış hava, %75 iç hava ile çalışmakta ve karışım yapmaktadır. Soğutucu bataryanın kapasitesini hesaplayabilmek için, öncelikle karışım noktasını bulmamız gerekir. Dış hava şartlarına, 1 şartları; iç hava şartlarına da 2 şartları diyelim. Karışım noktasını da 3 olarak sembolize edelim.

Mahale verilecek toplam hava miktarı, 58880 m³/h olarak hesaplanmıştı. 1 ve 2 noktası şartları için;

1 noktası yani karışım bataryasına giren dış hava; 38 °C sıcaklık, %43 bağıl neme sahiptir. Psikrometrik diagramda (Çizelge-6.6) 1 noktası bulunur ve işaretlenir. Aynı işlem iç ortam

şartları olan 2 noktası için de yapılır. Kesilmiş Tütün Deposunda, iç mahal şartları, yaz ve kış için 26 °C sıcaklık, %60 bağıl nemdir. Çizelge-6.6 'ya bu değerler de işaretlenir. Her iki nokta bir doğru ile birleştirilir. Karışım noktası bu doğrunun üzerindedir.

Karışım noktası, klima santralinin %25 dış hava ile çalışması dikkate alınarak bulunur. Yani cihazın karışım oranı için toplam debinin %25 'si kadar dış hava, %75 'i kadar iç hava kullanılır.

Mahalden emiş yapılan hava ile mahalle üflenen hava arasında 9 °C sıcaklık farkı olduğuna göre;

$$26 \text{ °C} - 9 \text{ °C} = 17 \text{ °C}$$

mahalle üflenen havanın sıcaklığı bulunur. 2 °C kanallardaki kayıp olarak kabul edersek;

$$17 \text{ °C} - 2 \text{ °C} = 15 \text{ °C}$$

olarak santralden çıkan havanın sıcaklığı bulunur.

58880 m³/h debisinde, %56 bağıl neminde ve 29 °C kuru termometre sıcaklığındaki nemli hava, 15 °C sıcaklığında doymuş hale getirilene kadar, klima santralinin soğutucu serpantini üzerinden geçirilir. Soğutucu serpantine giren karışım havasının,

$$\text{Antalpisi } h_3 = 65 \text{ kJ/kg,}$$

$$\text{Özgül nemi } W_3 = 14 \text{ g/kg kuru hava,}$$

$$\text{Özgül hacmi } V_3 = 0.875 \text{ m}^3/\text{kg kuru hava değerlerindedir.}$$

Soğutucu bataryadan çıkan havanın şartlarını da 4 olarak sembolize edelim. 4 şartlarında 15 °C sıcaklıkta serpantinden çıkan havanın doymuş havanın;

$$\text{Antalpisi } h_4 = 40 \text{ kJ/kg,}$$

Özgül nemi $W_4 = 10$ g nem/kg kuru hava

değerlerindedir. Çizelge-6.2 yardımıyla sistemi terkeden yoğuşmuş suyun entalpisi;

$$h_{w4} = 63.07 \text{ kJ/kg (su)}$$

olarak bulunur. Sistemdeki kuru hava miktarı ise eşitlik 6.4 yardımıyla;

$$m_a = 58880 \text{ m}^3/\text{h} / 0.875 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$m_a = 67292 \text{ kg(kuru hava)/h}$$

olduğundan dolayı eşitlik (6.3) 'den;

$$Q = 67292 \times [(65 - 40) - ((14/1000) - (10/1000)) \times 63.07]$$

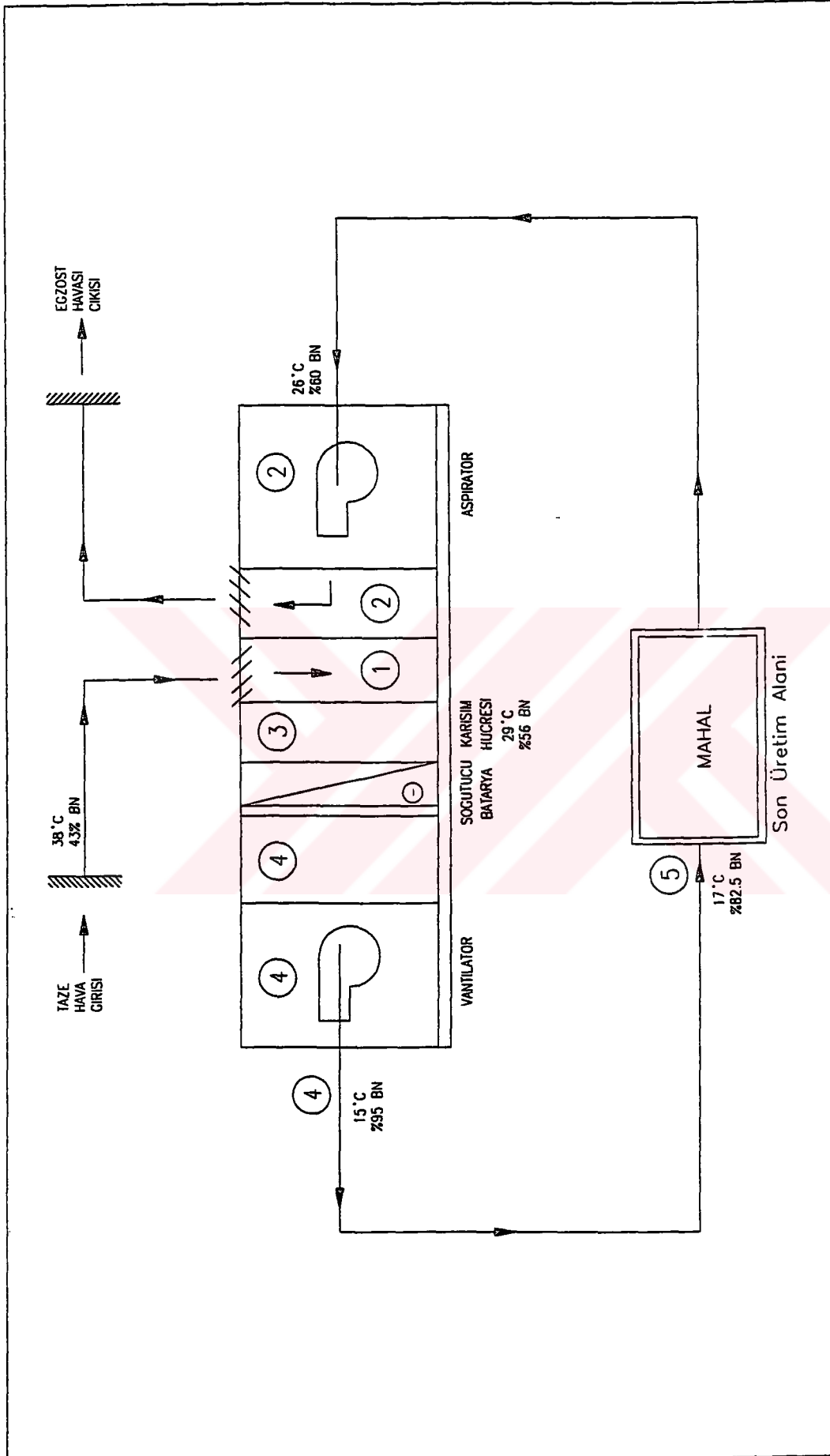
$$Q = 1723799 \text{ kJ/h}$$

eder. Bu da;

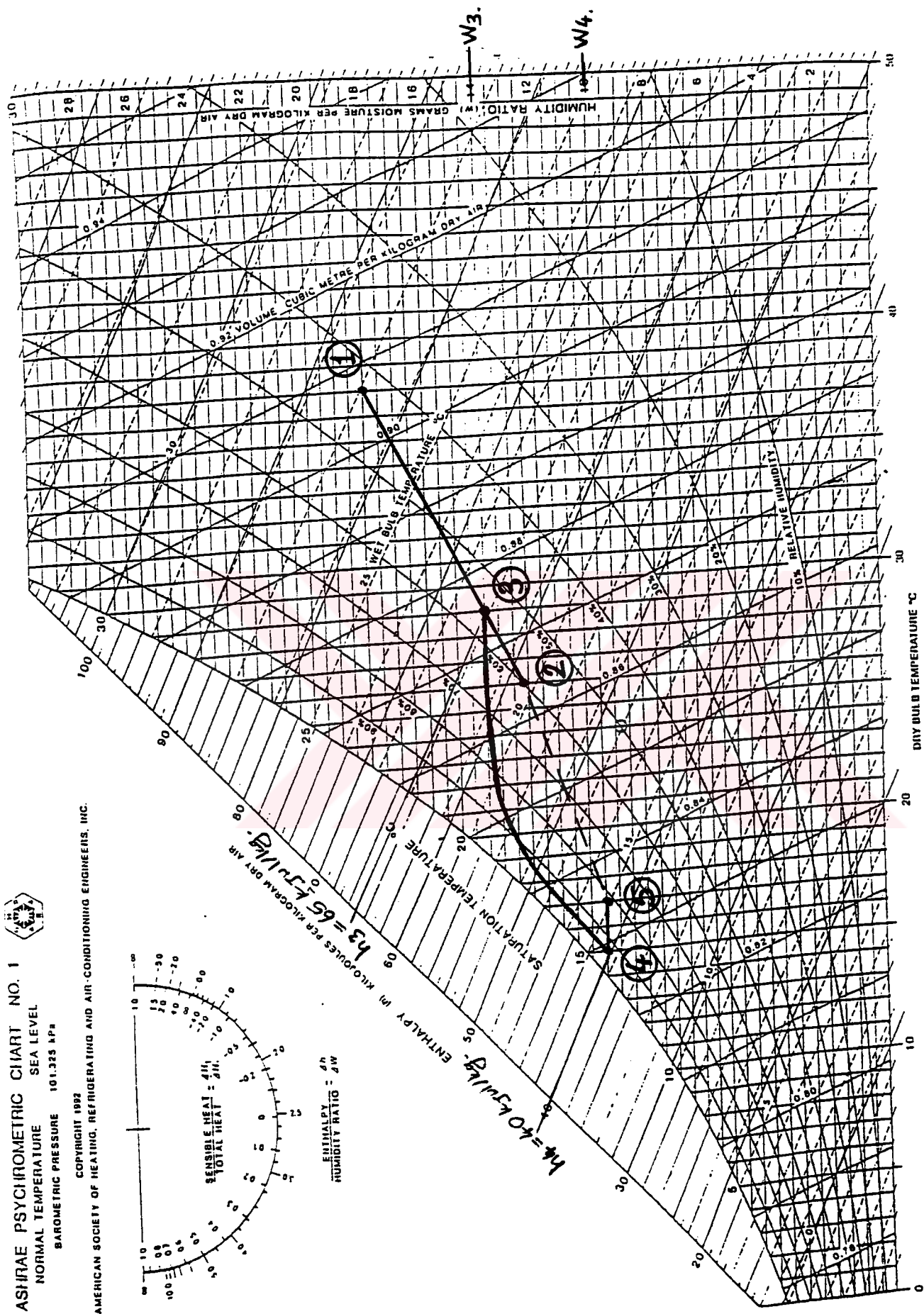
$$Q = 1723799 \text{ kJ/h} / 3600 = 479 \text{ kJ/s}$$

$$Q = 479 \text{ kW}$$

elde edilir.



Şekil 6.5- Son Üretim Alanı klima santralı soğutucu batarya şematik hava akışı



Çizelge 6.6- Son Üretim Alanı klima santrali soğutucu serpantin psikrometrik diagram hava akışı. (Çizelge, ASHRAE Fundamentals)

6.3.2. Isıtıcı batarya için hesaplama

Isıtıcı batarya için hesaplamada;

En kritik dış ortam şartları olan, -28 °C kuru termometre, %95 bağıl nem ve iç ortam şartları ise 24 °C kuru termometre ve %60 bağıl nem şartlarına göre hesap yapılacaktır. Psikrometrik diagramda (Çizelge-6.7), iç ortam şartlarını 1; dış ortam şartlarını ise 2 olarak sembolize edip, işaretleyelim.

Klima santrali kış şartlarında %10 dış hava, %90 iç hava ile çalışmakta ve karışım yapmaktadır. Mahalle verilen havanın, %10 'u dış ortamdan alınmaktadır. En kritik değer olan -28 °C sıcaklıktaki havayı, hiçbir ön işlem yapmaksızın dönüş havasının %90 'i ile karışım hücresine sokamayız. Öncelikle belirlenmiş frost sıcaklığı olan +5 °C 'a ısıtmamız gerekmektedir.

Eşitlik 6.7 'deki Q değerine ulaşabilmemiz için öncelikle eşitlik 6.8 'deki F_f değerini bulmamız gerekir;

$$F_f = 16.36 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.10$$

$$F_f = 1.636 \text{ m}^3/\text{s}$$

bulunur. Eşitlik 6.9 'dan sıcaklık farkı olan Δt bulunur.

$$\Delta t = 5 - (-28)$$

$$\Delta t = 33 \text{ }^\circ\text{C}$$

Değerleri 6.7 eşitliğinde yerlerine koyarsak;

$$Q = 1.636 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.24 \text{ kcal}/\text{kg}^\circ\text{C} \times 1.075 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 33 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 13.93 \text{ kcal}/\text{s}$$

olarak hesap edilir. Bu değer;

$$1 \text{ kcal/s} \times 4.1863 = 1 \text{ kW}$$

$$Q = 13.93 \text{ kcal/s} \times 4.1863$$

$$Q = 58.31 \text{ kW}$$

olarakta yazılabilir. %10 emniyet ile bu değer;

$$Q = 58.31 \text{ kW} \times 1.1$$

$$Q = 64.2 \text{ kW}$$

olur. Böylelikle frost serpantin kapasitesi bulunmuş olur. Bu aşamadan sonra ısıtıcı serpantin kapasitesini eşitlik 6.10 yardımıyla hesaplayabiliriz.

Δt sıcaklık farkı değeri eşitlik 6.11 'den;

$$\Delta t = 29 - 7$$

$$\Delta t = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

bulunur. Değerleri 6.10 eşitliğinde yerlerine koyalım;

$$Q = 16.36 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \times 1.075 \text{ kg/m}^3 \times 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 92.85 \text{ kcal/s}$$

olarak hesap edilir. Bu değer;

$$1 \text{ kcal/s} \times 4.1863 = 1 \text{ kW}$$

$$Q = 92.85 \text{ kcal/s} \times 4.1863$$

$$Q = 388.8 \text{ kW}$$

olarakta yazılabilir. %10 emniyet ile bu değer;

$$Q = 388.8 \text{ kW} \times 1.1$$

$$Q = 427.7 \text{ kW}$$

böylelikle ısıtıcı serpantinin yükünü de hesaplamış olduk.

6.3.3. Buharlı nemlendirici kapasitesi

Buharlı nemlendirici kapasitesini hesaplayabilmek için eşitlik 6.12 !den faydalanırız. Bu da;

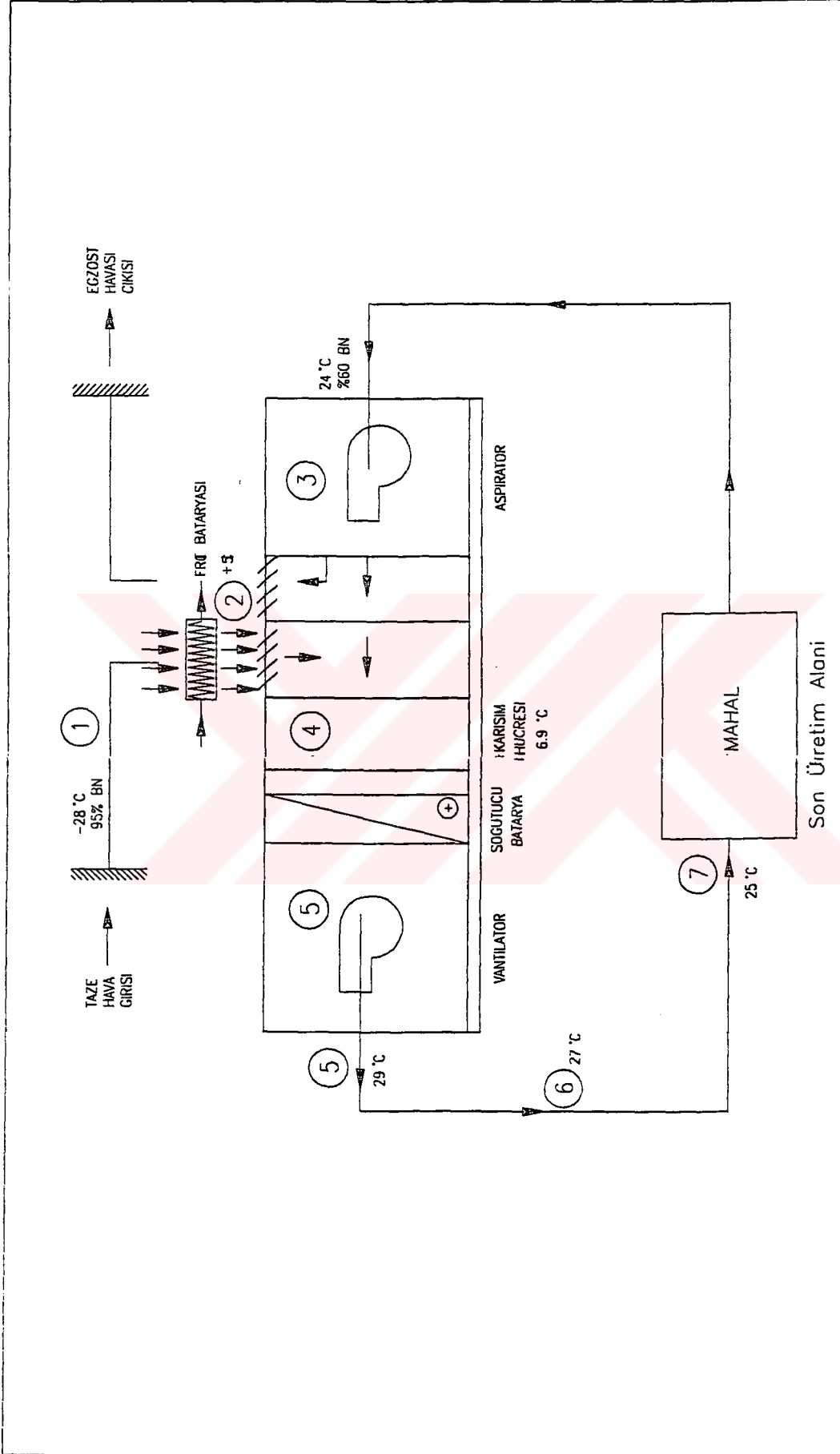
$$Q = 16.36 \text{ m}^3/\text{s} \times 1.075 \text{ kg}/\text{m}^3 \times (11.25 - 1.5) \text{ gr}_{nem}/\text{kg}_{kuru\text{hava}} / 1000 \text{ gr}/\text{kg}$$

$$Q = 0.171 \text{ kg}/\text{s}$$

$$Q = 0.171 \text{ kg}/\text{s} \times 3600$$

$$Q = 617.3 \text{ kg}/\text{h}$$

olarak bulunur.

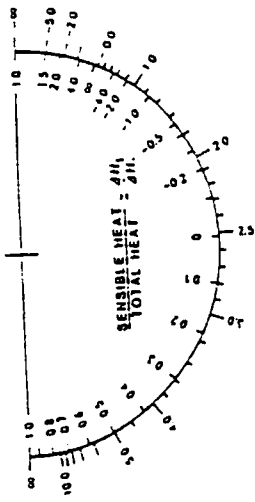


Şekil 6.6- Son Üretim Alanı klima santrali ısıtıcı batarya şematik hava akışı

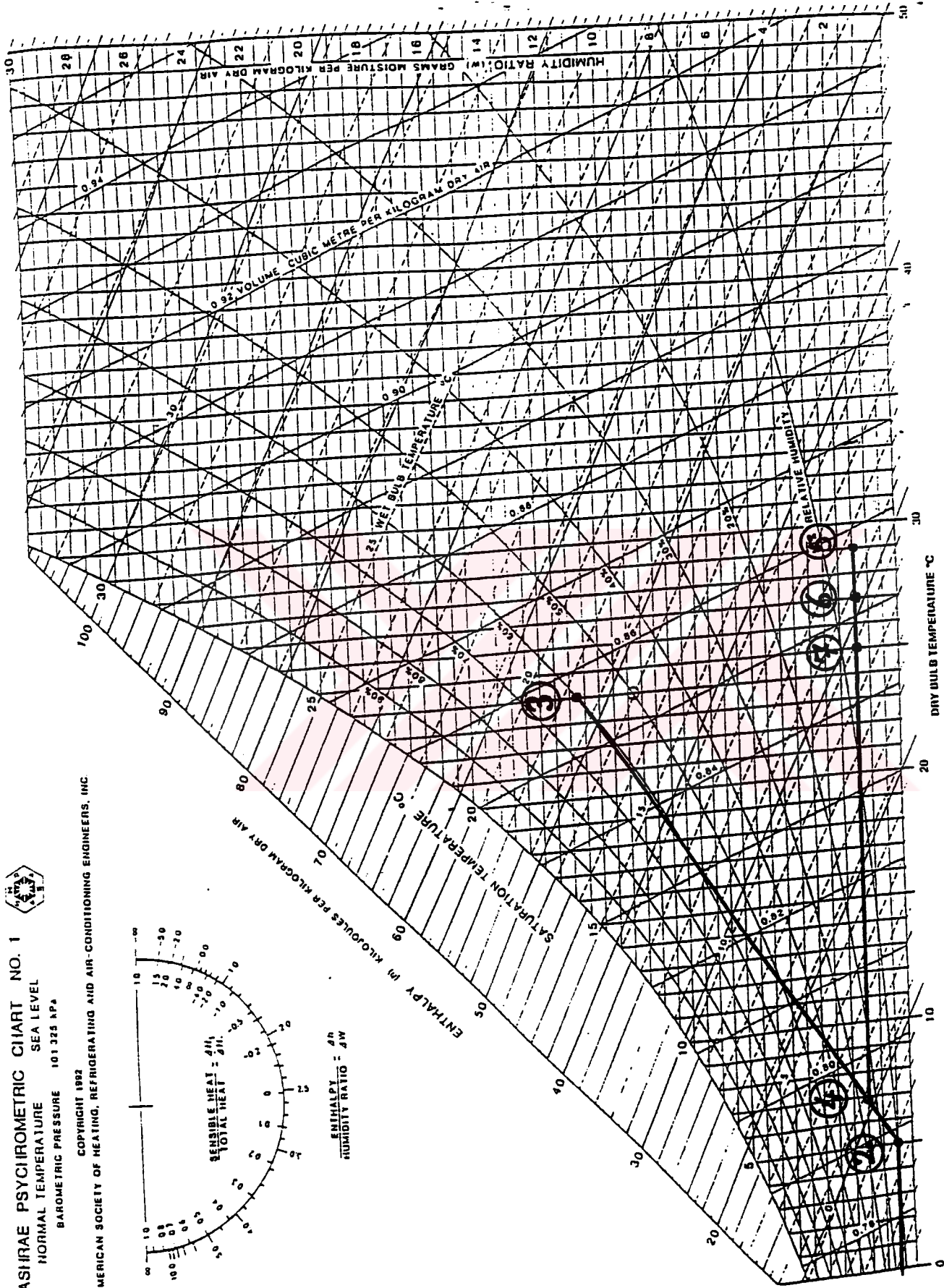


ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1
NORMAL TEMPERATURE
SEA LEVEL
BAROMETRIC PRESSURE 101.325 kPa

COPYRIGHT 1992
AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.



ENTHALPY (kJ) KILOJULER PER KILOGRAM DRY AIR
HUMIDITY RATIO = Δh



Çizelge 6.7- Son Üretim Alanı klima santrali ısıtıcı serpantin psikrometrik diagram hava akışı. (Çizelge, ASHRAE Fundamentals)

6.4. Bitmiş Ürün ve Kağıt Depoları

Önceki bölümde de belirtildiği gibi bu mahalde hava şartlandırma işlemi yapılmamaktadır. Bu sebeple örnek hesap yapılmamıştır.

6.5. Üretim Destekleme Alanları

Üretim Destekleme Alanları olarak geçen mahallerden sadece büro kısımlarında şartlandırma yapılmaktadır. Bu işlem için de genel olarak split tipi soğutucular ile ısı pompaları, merkezi ısıtma ve soğutma sistemine bağlı fan coil üniteleri kullanılmıştır.



7. MEVCUT SİSTEM ile MERKEZİ SİSTEMİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bundan önceki bölümde, fabrikanın üretimle direkt olarak bağlantılı bölümlerine hitap eden klima santrallerine ait örnek hesaplamalar gösterilmiştir. Mevcut sistem modüler sistemdir. Fabrikanın her bölümünde, istenen ortam şartlarına göre, ayrı ayrı santraller vardır. Her bölümün kendi içerisindeki santralleri tipik aynı özelliklere sahiptir. Bölümler arasında farklılıklar olmasına rağmen tüm bölümlerin santralleri otomasyonla bir ana servere bağlıdır. Bu server üzerinden bütün cihazlar kontrol edilebilir. Ayrıca mahale yerleştirilmiş olan otomatik kontrol ekipmanları yardımıyla da, ortam şartları, cihazın istenilen verimde çalışıp çalışmadığı izlenebilir.

Bu bölümde, fabrikadaki mevcut sistemin, aynı yerleşim, iklimlendirme ve havalandırma ihtiyaçlarına cevap verecek merkezi bir sistem ile karşılaştırılması yapılmaktadır.

Fabrikanın, üretime direkt bağlantılı üç ana bölümünde iklimlendirme yapılmaktadır. Bunlar; Birinci Üretim Alanı, Kesilmiş Tütün Deposu ve Son Üretim Alanıdır. Bu üç mahal için toplam 13 adet klima santrali yerleştirilmiştir.

Merkezi sistemde, üç ana bölge için tek bir merkezden şartlandırılmış hava gönderilir. Üretim alanlarına yollanacak olan havanın hacimsel debisi, mahale girmeden önce kanal üzerindeki debi ayar damperleri vasıtasıyla, hava reglajı yaparken ayarlanır.

Dış ortam dizayn değerleri; yaz için 38 °C kuru termometre, % 43 bağıl nem, kış için -28 °C kuru termometre, % 95 bağıl nemdir. İç ortam dizayn değerleri; yaz için 24 °C kuru termometre, % 65 bağıl nem, kış için 22 °C kuru termometre, % 60 bağıl nemdir.

Soğutucu ve ısıtıcı serpantin kapasitelerini hesaplayabiliriz.

7.1. Soğutucu Batarya İçin Hesaplama

Üç ana mahal, yaklaşık olarak 9800 m² kapalı alana sahiptir. Saatte 8 hava değişimi öngörülmüştür. Hacim olarak eşitlik 6.1 'den;

$$V = 9800 \text{ m}^2 \times 8 \text{ m} = 78400 \text{ m}^3$$

bulunur. Hava değişim katsayısına bağlı olarak, saatte değişecek ortam havasının miktarı ise eşitlik 6.2 'den;

$$F = 78400 \text{ m}^3 \times 8 \text{ h}^{-1} = 627200 \text{ m}^3/\text{h}$$

olur. Buradan da;

$$627200 \text{ m}^3/\text{h} / 3600 = 174.22 \text{ m}^3/\text{s}$$

olarak hesaplanır.

Klima santrali, yaz şartlarında %20 dış hava, %80 iç hava ile çalışmakta ve karışım yapmaktadır. Soğutucu bataryanın kapasitesini hesaplayabilmek için, öncelikle karışım noktasını bulmamız gerekir. Dış hava şartlarına, 1 şartları; iç hava şartlarına da 2 şartları diyelim. Karışım noktasını da 3 olarak sembolize edelim.

Mahale verilecek toplam hava miktarı, 627200 m³/h olarak hesaplanmıştır. 1 ve 2 noktası şartları için;

1 noktası yani karışım bataryasına giren dış hava; 38 °C sıcaklık, %43 bağıl neme sahiptir. Psikrometrik diagramda (Çizelge-7.1) 1 noktası bulunur ve işaretlenir. Aynı işlem iç ortam şartları olan 2 noktası için de yapılır. Çizelge-7.1 'e bu değerler de işaretlenir. Her iki nokta bir doğru ile birleştirilir. Karışım noktası bu doğrunun üzerindedir.

Karışım noktası, klima santralının %20 dış hava ile çalışması dikkate alınarak bulunur. Yani cihazın karışım oranı için toplam debinin %20 'si kadar dış hava, %80 'i kadar iç hava kullanılır.

Mahalden emiş yapılan hava ile mahalle üflenen hava arasında 9 °C sıcaklık farkı olduğuna göre;

$$24 \text{ °C} - 9 \text{ °C} = 15 \text{ °C}$$

mahalle üflenen havanın sıcaklığı bulunur. 2 °C kanallardaki kayıp olarak kabul edersek;

$$15 \text{ °C} - 2 \text{ °C} = 13 \text{ °C}$$

olarak santralden çıkan havanın sıcaklığı bulunur.

627200 m³/h debisinde, %60 bağıl neminde ve 26.8 °C kuru termometre sıcaklığındaki nemli hava, 13 °C sıcaklığında doymuş hale getirilene kadar, klima santralının soğutucu serpantini üzerinden geçirilir. Soğutucu serpantine giren karışım havasının,

Antalpisi $h_3 = 61 \text{ kJ/kg}$,

Özgül nemi $W_3 = 13.4 \text{ g/kg}$ kuru hava,

Özgül hacmi $V_3 = 0.8655 \text{ m}^3/\text{kg}$ kuru hava değerlerindedir.

Soğutucu bataryadan çıkan havanın şartlarını da 4 olarak sembolize edelim. 4 şartlarında 13 °C sıcaklıkta serpantinden çıkan havanın doymuş havanın;

Antalpisi $h_4 = 35.4 \text{ kJ/kg}$,

Özgül nemi $W_4 = 8.8 \text{ g nem/kg}$ kuru hava

değerlerindedir. Çizelge-6.2 yardımıyla sistemi terkeden yoğuşmuş suyun antalpisi;

$$h_{w4} = 54.69 \text{ kJ/kg (su)}$$

olarak bulunur. Sistemdeki kuru hava miktarı ise eşitlik 6.4 yardımıyla;

$$m_a = 627200 \text{ m}^3/\text{h} / 0.8655 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$m_a = 724668 \text{ kg(kuru hava)/h}$$

olduğundan dolayı eşitlik (6.3) 'den;

$$Q = 724668 \times [(61 - 35.4) - ((13.4/1000) - (8.8/1000)) \times 54.69]$$

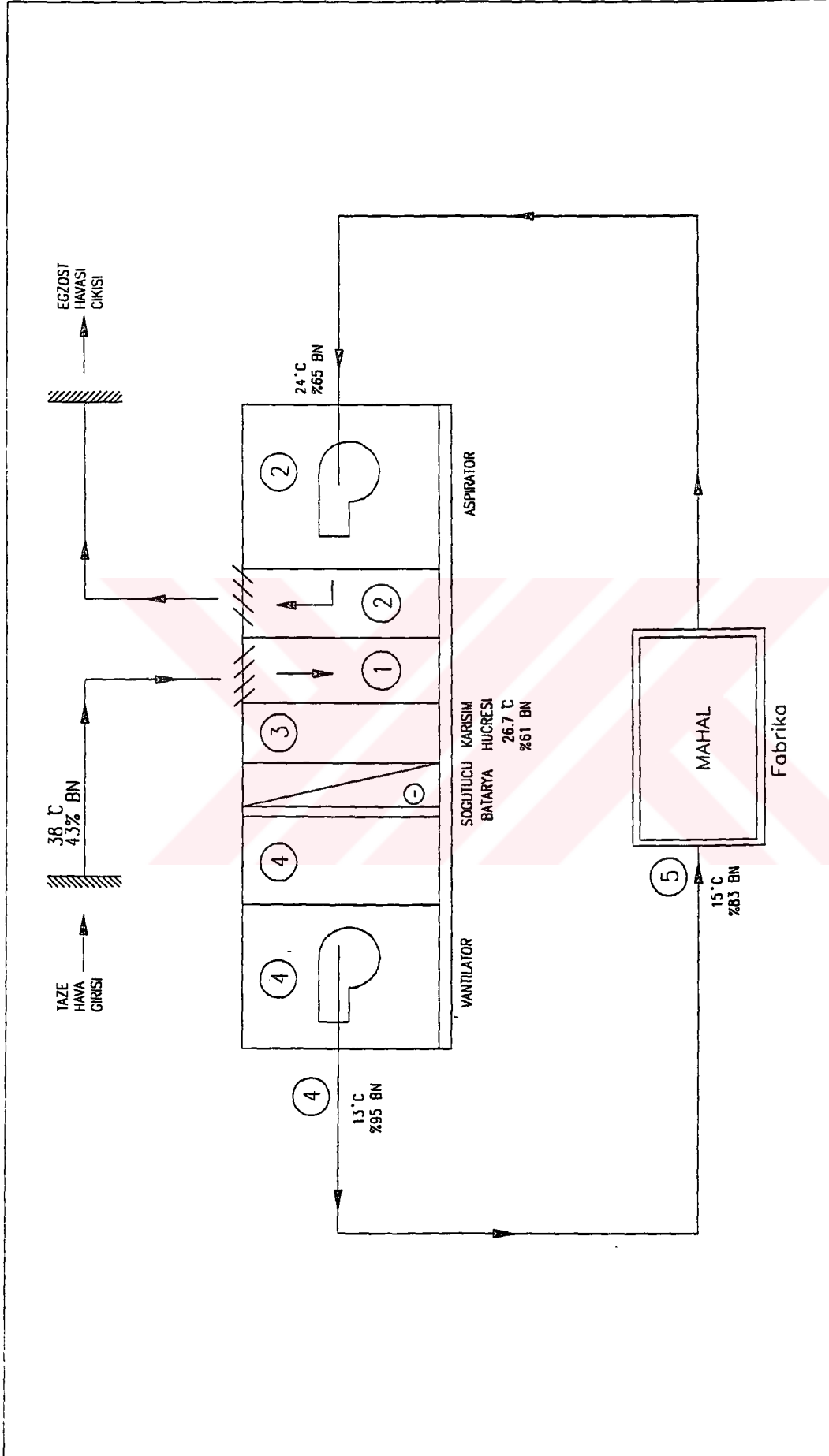
$$Q = 18890553 \text{ kJ/h}$$

eder. Bu da;

$$Q = 18890553 \text{ kJ/h} / 3600 = 5247.3 \text{ kJ/s}$$

$$Q = 5247.3 \text{ kW}$$

elde edilir.

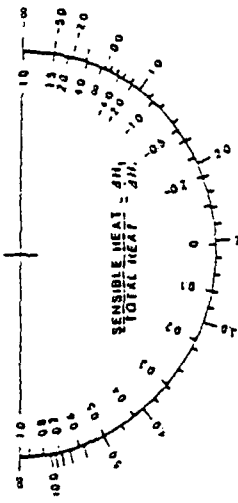


Şekil 7.1 - Merkezi sistem klima santralı soğutucu batarya şematik hava akışı

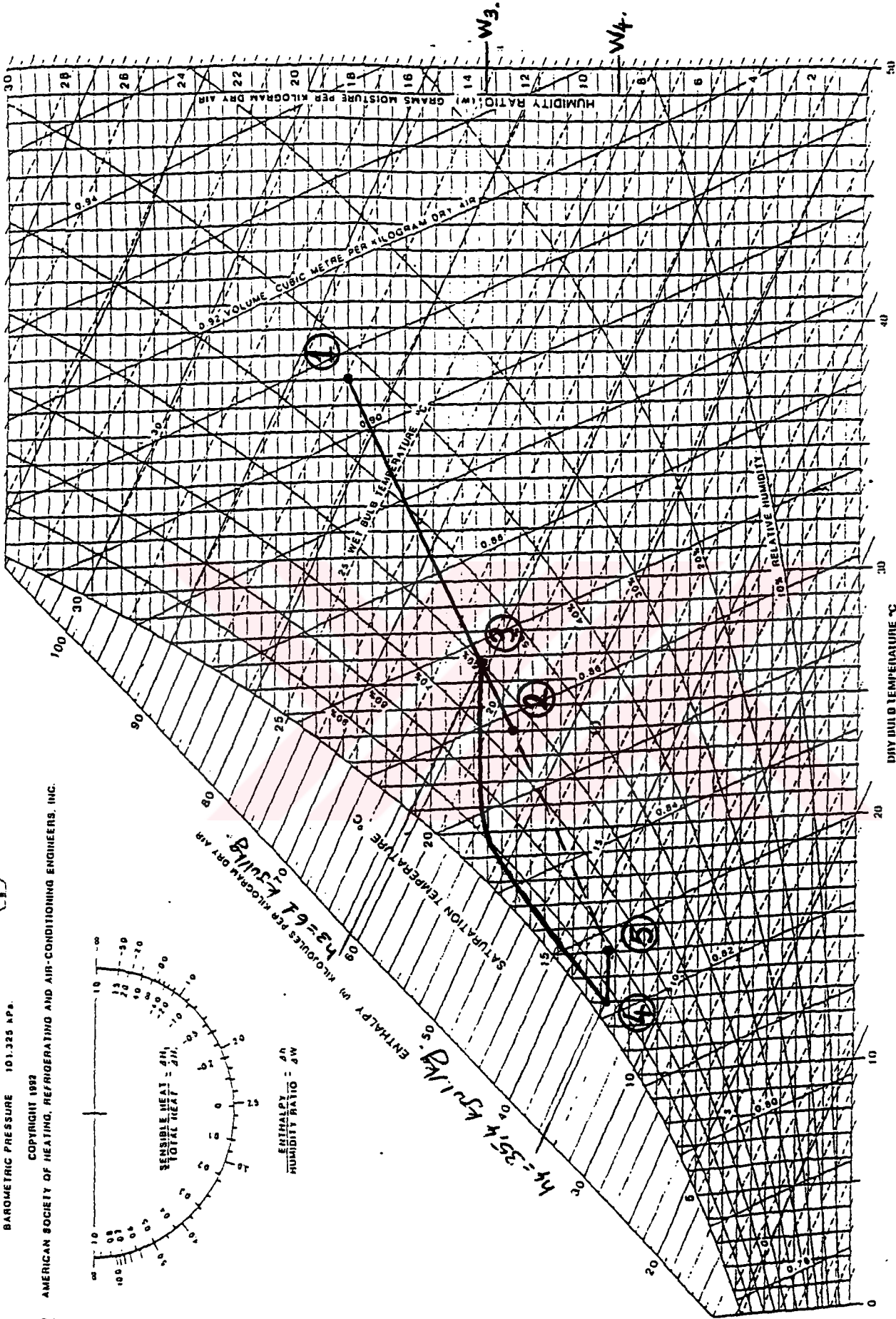
ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1
 NORMAL TEMPERATURE SEA LEVEL
 BAROMETRIC PRESSURE 101.325 kPa.



COPYRIGHT 1982
 AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.



ENTHALPY IN KILOJouLES PER KILOGRAM DRY AIR
 HUMIDITY RATIO - ΔW



Çizelge 7.1- Merkezi sistem klima santrali soğutucu serpantin psikrometrik diagram hava akışı. (Çizelge, ASHRAE Fundamentals)

7. 2. Isıtıcı batarya için hesaplama

Isıtıcı batarya için hesaplamada;

En kritik dış ortam şartları olan, -28 °C kuru termometre, %95 bağıl nem ve iç ortam şartları ise 22 °C kuru termometre ve %60 bağıl nem şartlarına göre hesap yapılacaktır. Psikrometrik diagramda (Çizelge-7.2), iç ortam şartlarını 1; dış ortam şartlarını ise 2 olarak sembolize edip, işaretleyelim.

Klima santrali kış şartlarında %15 dış hava, %85 iç hava ile çalışmakta ve karışım yapmaktadır. Mahalle verilen havanın, %15 'i dış ortamdan alınmaktadır. En kritik değer olan -28 °C sıcaklıktaki havayı, hiçbir ön işlem yapmaksızın dönüş havasının %85 'i ile karışım hücresine sokamayız. Öncelikle belirlenmiş frost sıcaklığı olan +5 °C 'a ısıtmamız gerekmektedir.

Eşitlik 6.7 'deki Q değerine ulaşabilmemiz için öncelikle eşitlik 6.8 'deki F_f değerini bulmamız gerekir;

$$F_f = 174.22 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.15$$

$$F_f = 26.133 \text{ m}^3/\text{s}$$

bulunur. Eşitlik 6.9 'dan sıcaklık farkı olan Δt bulunur.

$$\Delta t = 5 - (-28)$$

$$\Delta t = 33 \text{ }^\circ\text{C}$$

Değerleri 6.7 eşitliğinde yerlerine koyarsak;

$$Q = 26.133 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.24 \text{ kcal}/\text{kg}^\circ\text{C} \times 1.075 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 33 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 222.5 \text{ kcal}/\text{s}$$

olarak hesap edilir. Bu değer;

$$1 \text{ kcal/s} \times 4.1863 = 1 \text{ kW}$$

$$Q = 222.5 \text{ kcal/s} \times 4.1863$$

$$Q = 931.5 \text{ kW}$$

olarakta yazılabilir. %10 emniyet ile bu değer;

$$Q = 931.5 \text{ kW} \times 1.1$$

$$Q = 1024.65 \text{ kW}$$

olur. Böylelikle frost serpantin kapasitesi bulunmuş olur. Bu aşamadan sonra ısıtıcı serpantin kapasitesini eşitlik 6.10 yardımıyla hesaplayabiliriz.

Δt sıcaklık farkı değeri eşitlik 6.11 'den;

$$\Delta t = 30.2 - 7.7$$

$$\Delta t = 22.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

bulunur. Değerleri 6.10 eşitliğinde yerlerine koyalım;

$$Q = 174.22 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \times 1.075 \text{ kg/m}^3 \times 22.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 1011.34 \text{ kcal/s}$$

olarak hesap edilir. Bu değer;

$$1 \text{ kcal/s} \times 4.1863 = 1 \text{ kW}$$

$$Q = 1011.34 \text{ kcal/s} \times 4.1863$$

$$Q = 4233.8 \text{ kW}$$

olarakta yazılabilir. %10 emniyet ile bu değer;

$$Q = 4233.8 \text{ kW} \times 1.1$$

$$Q = 4657.2 \text{ kW}$$

böylelikle ısıtıcı serpantinin yükünü de hesaplamış olduk.

7.3. Buharlı nemlendirici kapasitesi

Buharlı nemlendirici kapasitesini hesaplayabilmek için eşitlik 6.12'den faydalanırız. Bu da;

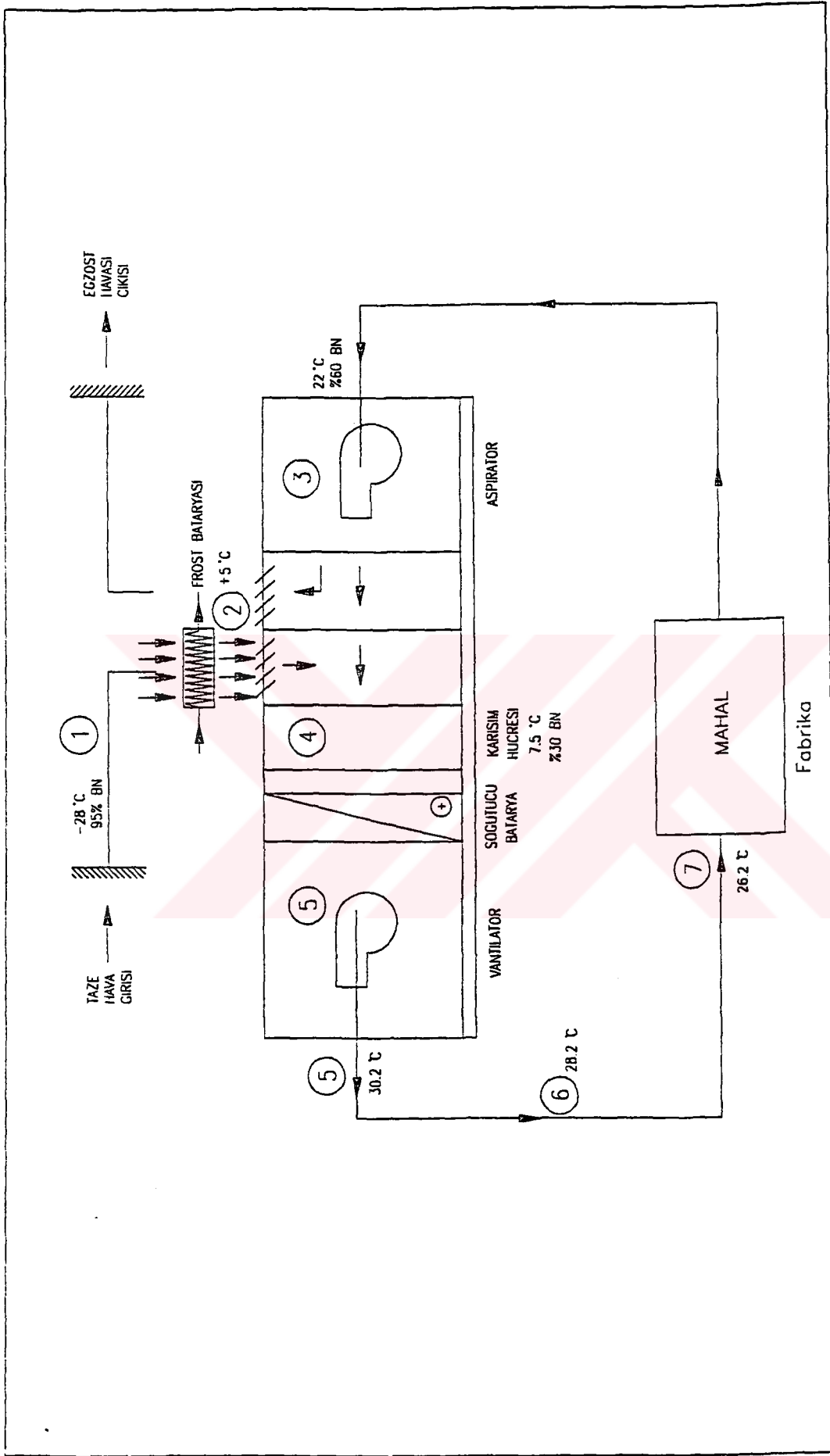
$$Q = 174.22 \text{ m}^3/\text{s} \times 1.075 \text{ kg}/\text{m}^3 \times (10 - 1.85) \text{ gr}_{\text{nem}}/\text{kg}_{\text{kuruhava}} / 1000 \text{ gr}/\text{kg}$$

$$Q = 1.526 \text{ kg}/\text{s}$$

$$Q = 1.526 \text{ kg}/\text{s} \times 3600$$

$$Q = 5494.98 \text{ kg}/\text{h}$$

olarak bulunur.

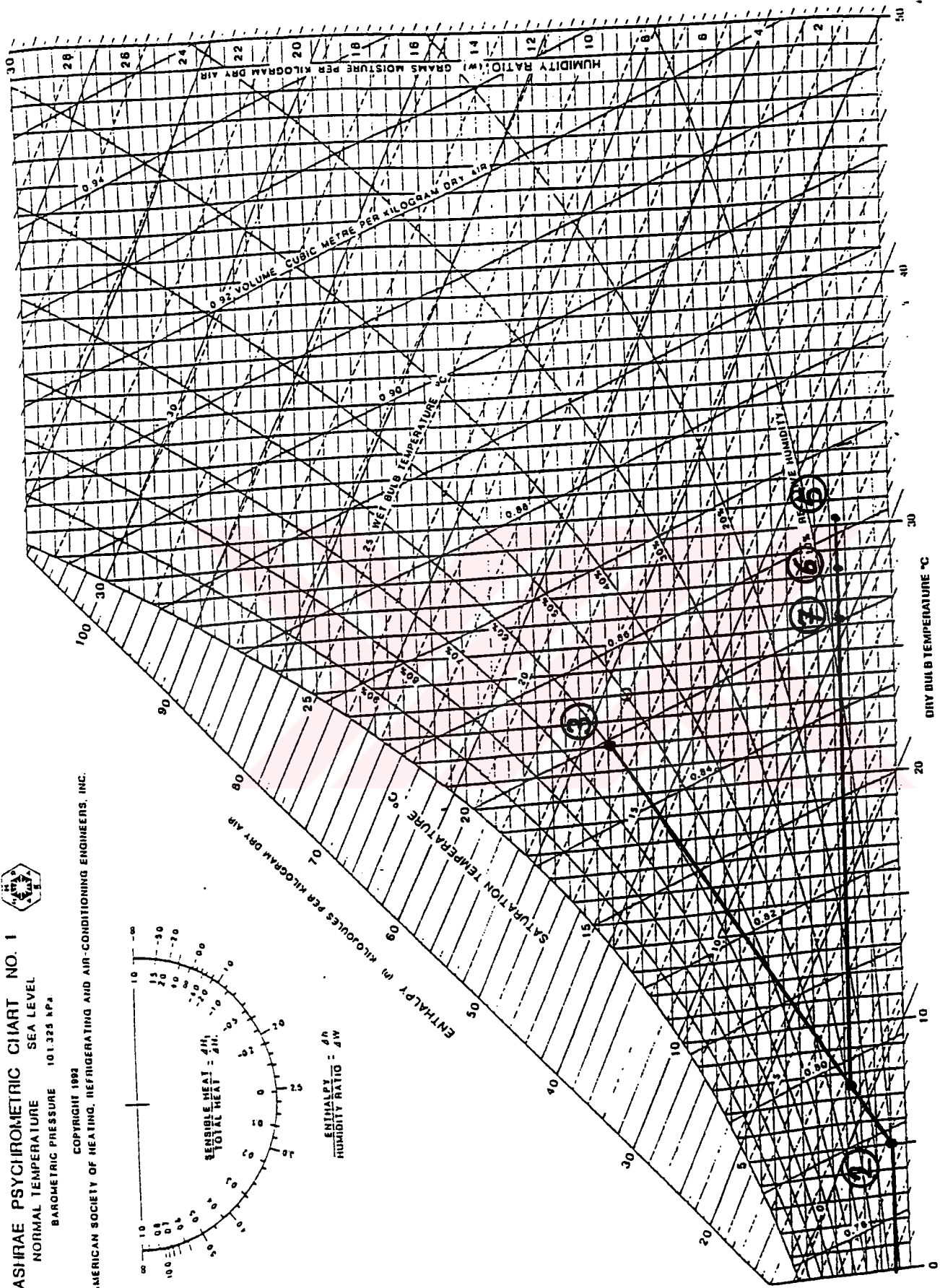
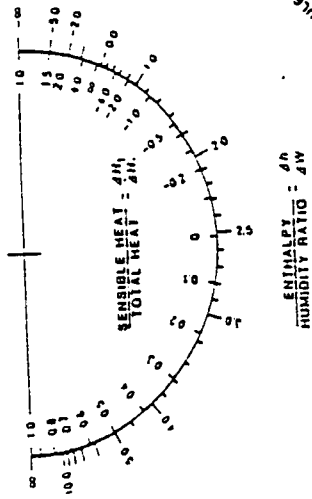


Şekil 7.2- Merkezi sistem klima santrali ısıtıcı batarya şematik hava akışı



ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1
NORMAL TEMPERATURE SEA LEVEL
BAROMETRIC PRESSURE 101.325 kPa

COPYRIGHT 1992
AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.



Çizelge 7.2- Merkezi sistem klima santrali ısıtıcı serpantin psikrometrik diagram hava akışı.
(Çizelge, ASHRAE Fundamentals)

7.3. Sistemlerin Karşılaştırması

Sigara fabrikasındaki mevcut modüler sistemin örnek hesaplamaları Bölüm 6 'da yapılmıştı. Bu bölümde de aynı dizayn değerlerindeki bir merkezi sistemin hesapları gösterilmiştir.

Yapılan hesaplamalara göre öncelikle mevcut sistemdeki soğutucu batarya kapasite değerleri;

Birinci Üretim Alanı	:	344.6 kW,
Kesilmiş Tütün Deposu	:	172.9 kW,
Son Üretim Alanı	:	479 kW.
Toplam	:	996.5 kW.

Modüler sistem ısıtıcı batarya kapasite değerleri ise;

Frost Bataryası:

Birinci Üretim Alanı	:	83.9 kW,
Kesilmiş Tütün Deposu	:	27.86 kW,
Son Üretim Alanı	:	64.2 kW.
Toplam	:	175.96 kW.

Isıtıcı Batarya:

Birinci Üretim Alanı	:	98 kW,
Kesilmiş Tütün Deposu	:	198.24 kW,
Son Üretim Alanı	:	427.7 kW.
Toplam	:	723.94 kW.

Modüler sistem buharlı nemlendirici kapasite değerleri ise;

Birinci Üretim Alanı	:	50.4 kg/h,
Kesilmiş Tütün Deposu	:	327.6 kg/h,
Son Üretim Alanı	:	617.3 kg/h.
Toplam	:	995.3 kg/h.

Bu bölümde yapılan hesaplamalara göre merkezi sistemdeki;

Soğutucu batarya kapasite değeri : 5247.3 kW,

Frost serpantin kapasitesi : 1024.65 kW,

Isıtıcı serpantin kapasitesi : 4657.2 kW,

Buharlı nemlendirici kapasitesi ise : 5494.98 kg/h.

şeklinde bulunmuştu. Buna göre soğutucu bataryadaki fark;

$$5247.3 - 996.5 = 4250.8 \text{ kW}$$

olur. Frost bataryası için fark;

$$1024.65 - 175.96 = 848.69 \text{ kW}$$

bulunur. Isıtıcı serpantin kapasitesi için fark;

$$4657.2 - 723.94 = 3933.26 \text{ kW}$$

Buharlı nemlendirici için kapasiteler arasındaki fark ise;

$$5494.98 - 995.3 = 4499.68 \text{ kg/h}$$

bulunur.

8.0. SONUÇLAR

İnceleme konusu yaptığım sigara fabrikasında, öncelikle imalat prosesleri üzerine çalışmalarda bulundum. Tütünün, ilk olarak balyalar halinde fabrikaya gelmesinden, imal edilen sigaraların grupmanlar halinde dağıtım için kolilere, oradan da stok deposuna kadar geçirdiği proses evreleri hakkında detaylı olarak araştırmalar yaptım. Proses evreleri için yaptığım çalışmaların en önemlilerinden bir tanesi de görsel incelemelerimdi.

Sigara fabrikasının imalat bölümlerinde, üretim aşamalarında kullanılan ölçü cihazlarının sayısını yeterli bulmadım. Zira, ölçü cihazlarının sayısının fazla olması, üretimdeki kalitenin artmasını sağlayacaktır. Tütünün prosese girmesiyle birlikte, ölçüm işlemleri de buna bağlı olarak başlamaktadır. Yapılan ölçümlerin değişik noktalardan, farklı sayılarda yapılması hassasiyeti beraberinde getirecektir. Örneğin; tütün nem oranı sürekli kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır. İstenilen nem oranında prosese veya ana prosese yardımcı ekipmanlara girmesi sağlanmaktadır. Bu sebeple, ana proste bu derece öneme sahip nem ölçüm işlemi daha çok sayıda cihaz ve değişik noktalardan ölçüm ile yapılmalıdır.

Sigara imalat makinalarındaki inceleme çalışmalarım esnasında gördüğüm eksiklik ise; çok yüksek devirli imalat makinasının herhangi bir sebeple durması durumunda, sigara ıskarta miktarını arttırmasıydı. Bu olay, önemli bir üretim kaybıdır. Makinanın durup, tekrardan çalışması sırasında yaklaşık 4 veya 5 sağlam paketi ıskarta olarak atmaktadır. ıskarta sigara paketleri yeniden geri kazanılsa dahi yinede bir üretim ve iş gücü kaybı yaratmaktadır.

Fabrika genelinde kalite kontrol işlemleri tüm ünitelere yayılmış durumdadır. Bu da, beraberinde üretimdeki kalite artışını getirecektir.

Fabrikanın havalandırma sistemi, inceleme yaptığım diğer bazı fabrikalara oranla iyi denilebilecek mertebededir.

Havalandırma tesisatında her fabrika bölümü için ayrı sistemler geliştirmiştir. Diğer bir deyişle ilk kuruluş aşamasında modüler sistem tesis edilmiştir. Merkezi sistem ile

karşılaştırıldığında ilk tesis masrafı fazla gibi görülmesine rağmen, fabrikanın işletmeye geçmesinden kısa bir süre sonra kendisini enerji yönünden amorte etmektedir. Bölüm 7.3 'te her iki sistem birbiri ile kapasiteler bazında karşılaştırılmıştır. Buradan varılan sonuca göre; enerji tüketimi yönünden aralarında büyük fark vardır. Modüler sistemde daha fazla enerji ekonomisi sağlanmaktadır. Enerji ekonomisi de, günümüz dünyasında ve iş piyasasında çok büyük öneme sahiptir.

Mekanik tesisat bazında değinecek olursak; hava kanallarında galvaniz sac, kanal flanş bağlantılarında silikon conta kullanılmıştır. Sızdırmazlık ve kayıpları önlemek amacıyla kanallar izole edilmiştir. Havalandırma tesisatlarında olması gereken kanal imalat ve kanal montaj kalitesi iyi düzeydedir. Klima santrallerinin dış ortam ile direkt temas halindeki kanallarında, izolasyonun yanı sıra koruma amaçlı izolasyon ve alüminyum gofrajlı sac kaplama kullanılmıştır. Mekanik tesisatta, ısı kayıplarının minimuma indirilmeye çalışılması çok olumlu bir yaklaşımdır.

Fabrikada, mekanik tesisat kapsamındaki incelemelerim esnasında dikkatimi çeken en önemli eksikliklerden bir tanesi, yangın tesisatının yeterli düzeyde olmayışıdır. Üretim alanlarında, tütün ve imalatı tamamlanmış sigara depolarında bulunan yangın tesisatında bulunmasını gerekli gördüğüm sprinkler sistemi bu fabrika için düşünülmemiştir. Halbuki, fabrikanın herhangi bir noktasında çıkacak yangının, üretimin ana hammaddesi olan tütünün kolay yanıcı yapısı itibarıyla, zincirleme olarak fabrikanın diğer bölümlerine de sıçraması olasıdır. Günümüzde yangın tesisatı bu tarz fabrikalarda büyük öneme sahiptir.

Sonuç olarak, belirtilen eksiklikler ve olumlu yönleri karşılaştırdığımız zaman inceleme konusu yaptığım fabrikanın iyi niteliklere sahip olduğunu düşünmekteyim.

KAYNAKLAR

Ashrae, (1995), "Applications", Atlanta.

Ashrae, (1993), "Fundamentals", Atlanta.

Demta Ltd., (1997), Proje Çalışmaları, Acıbadem, Kadıköy, İstanbul.

Demta Ltd., (1997), "Production Area Heat Lost and Gain Calculation Report", Acıbadem, Kadıköy, İstanbul.

Sigara Sanayi Müessesesi Müdürlüğü, (1992), "İşletme, Fabrikasyon Üretim Bilgileri" , uygulama dökümanları, Maltepe, İstanbul,

Sigara Sanayi Müessesesi Müdürlüğü, (1992), "Fabrika Proses Bilgileri" , uygulama ve eğitim dökümanları, Maltepe, İstanbul,

TMMOB, (1997), "İklimlendirme ve Soğutma Sistemlerinin İşletilmesi ve Bakımı" Seminer Notları, İstanbul

York International, (1996), Teknik Konferans Notları Alarko, Levent, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	15.09.1974	
Doğum yeri	Adana	
Lise	1988-1992	İSTEK Vakfı Florya Bilge Kağan Özel Deneme Lisesi
Lisans	1992-1996	Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1996-1999	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı
Çalıştığı kurumlar	1995-1996	Vaillant Isı Sistemleri Ltd. Şti.
	1996-1998	DEMTA Isı ve Endüstriyel Tesisler Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. Proje Mühendisliği
	1998-	DEMTA Isı ve Endüstriyel Tesisler Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.- Anadolu Grubu ISUZU Otomotiv Sanayi, Otobüs ve Kamyon Fabrikası, Gebze Şekerpınar Şantiyesi, Saha Mühendisliği

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**