

**ASKI TİPİ ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNESİ
TASARIMI, PROTOTİPİ VE TEST EDİLMESİ**

**2012
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ**

Ali İbrahim TOKAT

**ASKI TİPİ ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNESİ TASARIMI, PROTOTİPİ VE
TEST EDİLMESİ**

Ali İbrahim TOKAT

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Ekim 2012**

Ali İbrahim TOKAT tarafından hazırlanan “ASKI TİPİ ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNESİ TASARIMI, PROTOTİPİ VE TEST EDİLMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarız.

Yrd. Doç. Dr. Muhammet KAYFECİ

Tez Danışmanı, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı



Yrd. Doç. Dr. Engin ÖZBAŞ

Tez Danışmanı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 11/ 10/ 2012

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

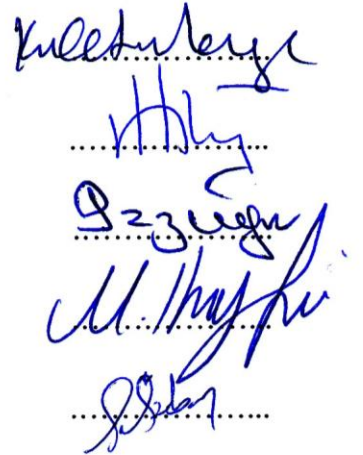
Başkan : Prof. Dr. Kerim ÇETİNKAYA (KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK (KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Ziyaddin RECEBLİ (KBÜ)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Muhammet KAYFECİ (KBÜ)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Engin ÖZBAŞ (OMÜ)



...../...../2012

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nizamettin KAHRAMAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Ali İbrahim TOKAT

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ASKI TİPİ ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNESİ TASARIMI, PROTOTİPİ VE TEST EDİLMESİ

Ali İbrahim TOKAT

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanları:

Yrd. Doç. Dr. Muhammet KAYFECİ

Yrd. Doç. Dr. Engin ÖZBAŞ

Ekim 2012, 51 sayfa

Çamaşır kurutma işlemlerinde baca tipi, kondenser tipi ve ısı pompalı çamaşır kurutucuları gibi makineler hızlı ve verimli kurutma yapabilmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada çamaşır kurutma işlemi var olan çamaşır kurutma makinelerinden farklı olarak bir kabin içerisinde giysilerin asılarak kurutulmasını sağlayan askı tipi çamaşır kurutma makinesi tasarımı, prototipi ve testleri yapılmıştır. Makine 1400 dev/dak'da yıkanmış 6 kg'a kadar kurutma işlemlerini yapabilmektedir. Burada 1.255, 2.070, 3.065, 4.085, 5.090 ve 6.005 kg gibi farklı kütlelerde yüklenen kabin içerisinde sıcaklık ve nem miktarının zamana bağlı değişimi ölçülerek, çamaşır kütlesinin kuruma süresine etkisi belirlenmiştir. Deneysel çalışmalarda her kütledeki çamaşırılar aynı nem miktarı ile yüklenerek sonuçlar kaydedilmiştir.

Deneysel sonuçlara göre 1,255, 2,070, 3,065, 4,085, 5,090 ve 6,005 kg çamaşır yüklendiğinde kurutma süresi sırasıyla 30, 40, 45, 50, 60 ve 75 dak olarak ölçülmüştür. Çamaşır kütlesi arttıkça toplam nem miktarı ve kabin içerisindeki hava sirkülasyonunun azalmasına bağlı olarak kuruma süresi artmıştır. Kurutma işlemi esnasında enerji tüketimi 1,255 kg çamaşır kütlesi için yaklaşık 0,5 kWh olurken, bu değer 6,005 kg çamaşır için yaklaşık 1,25 kWh olmuştur. Diğer kurutma makineleri ile karşılaştırıldığında ısı pompalı olanlar 1400 devir/dak' da sıkılmış 6 kg çamaşır 1,62 kWh enerji tüketerek kurutmaktadır. Baca tipi ve kondenser tipi çamaşır kurutma makineleri ise 1400 dev/dak'da sıkılmış 6 kg çamaşır yaklaşık 3,36 kWh enerji tüketerek kurutmaktadır. Askı tipi çamaşır kurutma makinesinin daha az enerji tüketimi, kurutma süresi ve daha az ütü gerektirmesi gibi avantajlarıyla var olan sistemlere göre üstünlük gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler : Askı tipi kurutma, çamaşır, enerji verimliliği.

Bilim Kodu : 708.1.090

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

SUSPENSION-TYPE LAUNDRY DRYER DESIGN, PROTOTYPE AND TESTING

Ali İbrahim TOKAT

Karabük University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Energy Systems Engineering

Thesis Advisors:

Assist. Prof. Dr. Muhammet KAYFECİ

Assist. Prof. Dr. Engin ÖZBAŞ

October 2012, 51 pages

Laundry drying processes chimney type, and type of heat pump condenser tumble dryers, drying quickly and efficiently in order to make such machines are used. In this study, tumble dryer, washing drying machines, which are in the process of garments hanging in a cabin in a different type of suspension which dry tumble dryer design, prototype and tested. Host 1400 rev / min, drying the washed capable of up to 6 kg. Here, 1255, 2070, 3065, 4085, 5090, and 6005 kg of different masses, such as time-dependent change in the amount of installed measuring the temperature and humidity in the cabin, washing determined the effect of mass of the drying period. Loaded with the same amount of moisture in the laundry experimental studies, the results of each mass were recorded.

According to the experimental results 1.255, 2.070, 3.065, 4.085, 5.090, and 6.005 kg of laundry drying time is loaded respectively to 30, 40, 45, 50, 60 and 75 min. As the mass of the total amount of moisture in the washing and drying time is increased due to decreased air circulation in the cabin. During the drying process of about 0.5 kWh of energy consumption, while the mass of 1.255 kg of laundry, this value is approximately 1.25 kWh to 6.005 kg of laundry. Compared with other heat pump dryers first 1400 rev / min at 6 kg of squeezed 1.62 kWh energy consumed to dry laundry. Flue type and tumble dryers condenser type is 1400 rev / min about 3.36 kWh of energy consumed squeezed 6 kg of laundry to dry. Suspension type machine, tumble dryer, less energy consumption, such as drying time and requires less board determined that the benefits of advantages over existing systems.

Key Words : Suspension type, washing, dryer.

Science Code : 708.1.090

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasının fikrini öneren Filmaksan firması ve Ekrem Akkaő' a, tasarım aőamasında Prof. Dr. Kerim ÇETİNKAYA hocama, planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Muhammet KAYFECİ' ye, Yrd. Doç. Dr. Engin ÖZBAŞ' a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Çalıőmalarım süresince maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve arkadaőım Neslin HASAR' a yürekten teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	3
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	3
BÖLÜM 3.	8
KURUTUCULAR.....	8
3.1. ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNELERİNİN TARİHİ GELİŞİMİ.....	8
3.2. KURUTUCU MAKİNELERİNİN TANIMI VE YAPISI.....	8
3.3. KURUTMA MAKİNELERİNİN ÇEŞİTLERİ.....	9
3.3.1. Kurutuculu Çamaşır Makineleri ve Çalışma Prensibi.....	9
3.3.2. Bacalı Kurutma Makineleri ve Çalışma Prensibi.....	10
3.3.3. Kondenserli / Bacasız Kurutma Makineleri ve Çalışma Prensibi.....	10
3.3.4. Isı Pompalı Kurutma Makineleri ve Çalışma Prensibi.....	12
3.3.5. Mikrodalga Kurutucular.....	13
3.3.6. Buhar Sıkıştırılmalı Mekanik Kurutma Makinesi.....	13
3.3.7. Buharlı Ütü Kabini.....	14

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 4.	15
MATERYAL VE METOT.....	15
4.1. DENEYLER.....	15
4.2. DENEY CİHAZININ ÖZELLİKLERİ.....	15
4.2.1. SHT11 Sıcaklık Ve Nem Sensörü.....	15
4.3. ASKI TİPİ ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNESİ.....	16
4.3.1. Askı Tipi Çamaşır Kurutma Makinesi Modellenmesi ve Teknik Resmi.....	16
4.4. ASKI TİPİ ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNESİ PARÇALARI.....	17
4.4.1. Fan.....	17
4.4.2. Kondanser.....	18
4.4.3. Rezistans.....	19
4.4.4. Askı Teli.....	19
4.4.5. Kutu Profil.....	20
4.4.6. Kabini Oluşturan Sac Gövde.....	20
4.4.7. Sıcak Hava Kanalı Sacı.....	21
4.4.8. Eğimli Sac.....	21
4.4.9. Toplama Kabı.....	22
4.4.10. İzolasyon Malzemesi.....	22
4.4.11. Tel Filtre.....	22
4.4.12. Elektrik Panosu.....	23
4.5. ASKI TİPİ ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNESİ ÇALIŞMA PRENSİBİ.....	23
4.6. ELEKTRONİK DEVRE TASARIMI.....	24
4.7. KULLANILACAK MALZEMELERİN SEÇİLMESİ.....	25
4.7.1. Mikro Denetleyici.....	26
4.7.2. PIC 16F628 Mikro Denetleyicisi.....	26
4.7.3. 2X16 Karakter LCD Ekran.....	26
4.7.4. Otomatik Sigorta (V Otomat).....	27
4.7.5. Kontaktör.....	28
4.7.6. Sinyal Lambaları.....	28
4.8. ELEKTRONİK SİSTEM.....	29

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 5.....	30
DENEY ÇALIŞMALAR VE SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	30
5.1. DENEYLERİN YAPILIŞI.....	30
5.2. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	40
BÖLÜM 6.....	47
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
6.1. SONUÇLAR.....	47
6.2. ÖNERİLER.....	48
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	51

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Kurutuculu çamaşır makinesinde sıcak hava dolaşımı.....	9
Şekil 3.2. Baca tipi çamaşır kurutma makinesi.....	10
Şekil 3.3. Kondenserli kurutma makinesi kondenseri.....	11
Şekil 3.4. Kondenserli çamaşır kurutma makinesi.....	12
Şekil 3.5. Isı pompalı kurutma makinesinin parçaları.....	13
Şekil 3.6. StreamRail ütü kabini.....	14
Şekil 4.1. SHT11 ısı ve nem sensörü. a) genel görünüş, b) kablo mesafesinin arttırılması.....	16
Şekil 4.2. Sistemin model resmi.....	16
Şekil 4.3. Sistemin teknik resmi.....	17
Şekil 4.4. Fan.....	18
Şekil 4.5. Kondenser.....	18
Şekil 4.6. Isıtıcı (Rezistans).....	19
Şekil 4.7. Askı teli.....	19
Şekil 4.8. Sistemin iskeleti.....	20
Şekil 4.9. Sac gövde.....	20
Şekil 4.10. Sıcak hava kanalı sacı. a) taban sacı, b) yan duvar sacı.....	21
Şekil 4.11. Eğimli sac.....	21
Şekil 4.12. İzolasyon malzemesi.....	22
Şekil 4.13. Elektrik panosu.....	23
Şekil 4.14. Sistemin çalışma prensibi.....	24
Şekil 4.15. Devre 3D çizimi.....	24
Şekil 4.16. Devre çizimi.....	25
Şekil 4.17. PIC16F628. a) genel görünüşü, b) bağlantı uçları.....	26
Şekil 4.18. LCD ekran	27
Şekil 4.19. V otomat temel parçaları	27
Şekil 4.20. Kontaktörün içyapısı	28
Şekil 4.21. Lamba simgesi.....	29
Şekil 4.22. Askı tipi çamaşır kurutma makinesi elektronik sistem görüntüsü.....	29

Sayfa

Şekil 5.1. Çamaşır tartımı. a) yıkanmış (1,255 kg), b) kurutulmuş (0,875 kg).....	31
Şekil 5.2. 1,255 kg kütledeki çamaşırın sisteme asılması.....	31
Şekil 5.3. Çamaşır tartımı. a) yıkanmış (2,070 kg), b) kurutulmuş (1,850 kg).....	32
Şekil 5.4. 2,070 kg kütledeki çamaşırın sisteme asılması.....	33
Şekil 5.5. Çamaşır tartımı. a) yıkanmış (3,065 kg), b) kurutulmuş (2,845 kg).....	34
Şekil 5.6. 3,065 kg kütledeki çamaşırın sisteme asılması.....	34
Şekil 5.7. Çamaşır tartımı. a) yıkanmış (4,085kg), b) kurutulmuş (3,775 kg).....	35
Şekil 5.8. 4,085 kg kütledeki çamaşırın sisteme asılması.....	36
Şekil 5.9. Çamaşır tartımı. a) yıkanmış (5,090 kg), b) kurutulmuş (4,780 kg).....	37
Şekil 5.10. 5,090 kg kütledeki çamaşırın sisteme asılması.....	37
Şekil 5.11. Çamaşır tartımı. a) yıkanmış (6,005kg), b) kurutulmuş (5,870 kg).....	39
Şekil 5.12. 6,005 kg kütledeki çamaşırın sisteme asılması.....	39
Şekil 5.13. 1,255 kg çamaşırın zamana bağlı sıcaklık- nem değer ölçümleri.....	41
Şekil 5.14. 2,070 kg çamaşırın zamana bağlı sıcaklık- nem değer ölçümleri.....	42
Şekil 5.15. 3,065 kg çamaşırın zamana bağlı sıcaklık- nem değer ölçümleri.....	43
Şekil 5.16. 4,085 kg çamaşırın zamana bağlı sıcaklık- nem değer ölçümleri.....	43
Şekil 5.17. 5,090 kg çamaşırın zamana bağlı sıcaklık- nem değer ölçümleri.....	44
Şekil 5.18. 6,005 kg çamaşırın zamana bağlı sıcaklık- nem değer ölçümleri.....	45
Şekil 5.19. Farklı kütlelerdeki yıkanmış çamaşırların zamana bağlı sıcaklık ve nem ölçümleri.....	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Asarak kurutma test standartları (adidas)	5
Çizelge 2.2. Tamburlu kurutma test standartları (adidas).....	5
Çizelge 4.1. Elektronik sistem malzemeleri.....	25
Çizelge 4.2. LCD bağlantı uçları	28
Çizelge 5.1. 1,255 kg kütleli çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.....	32
Çizelge 5.2. 2,070 kg kütleli çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.....	33
Çizelge 5.3. 3,065 kg kütleli çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.....	35
Çizelge 5.4. 4,085 kg kütleli çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.....	36
Çizelge 5.5. 5,090 kg kütleli çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.....	38
Çizelge 5.6. 6,005 kg kütleli çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.....	40

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

%	: Yüzde
T	: Sıcaklık
°C	: Santigrat
MJ	: Megajoule
kWh	: Kilowatt saat
W	: Watt
mm	: Milimetre
Kg	: Kilogram
V	: Volt

KISALTMALAR

LCD	: Ekran
SHT11	: Sıcaklık ve nem sensörü
PIC 16F628	: Çevresel üniteleri denetleyici arabirim

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Kurutma işlemi, bir maddenin nemini almak için yaygın olarak kullanılan işlemlerden biridir. Günlük yaşam sürecinde yoğun miktarda enerji gerektiren bir işlemdir. Gelişmiş ülkelerde toplam sanayide tüketilen enerjinin % 12'ye kadar olan kısmı kurutma işlemi için kullanılmaktadır [1].

Kurutma usullerinin tamamında esas olan; kurutulmak istenilen materyal içinde bulunan nemin alınarak istenilen değerlere düşürülmesidir. Materyaldeki nemin alınması, değişik yöntemlerle yapılmaktadır. Bunlardan en yaygın olanlarını; güneşte, açık havada tabii kurutma, sıcak hava ile kurutma, vakumla kurutma, kimyasal maddelerin yardımı ile kurutma ve kurutma makineleriyle kurutma gibi sıralamak mümkündür [2].

Normal şartlarda çamaşır kurutmak için çamaşır kurutma makinesini banyo, balkon vb. gibi bu iş için elverişli yerler kullanılmaktadır. Kurutma makineleri çamaşırları döndürerek kurutma işini yaptığı için çamaşırlar gereğinden fazla kırışma ve yıpranma gibi olumsuz etkilerle karşılaşır. Ayrıca kurutma makinelerinin fazla yer işgal etme ve fiyatlarının yüksek olmasından dolayı tercih edilememektedir. Asarak güneşte kurutma yöntemi ile görüntü kirliliği, kirli ve tozlu çevre havası ve her mekanın dış cepheye asma imkanı olmadığından, mekanın iç imkanlarıyla kurutulmaktadır. Bu yöntem ise her zaman elverişli olmamakla birlikte, yıkanmış çamaşırlar iç mekanın düzensiz görünmesine sebep olmaktadır. Ayrıca güneş görmeyen mekanlarda hijyen kuralları da ihlal edilebilmektedir. Diğer yandan kurutma makinelerinin enerji tüketimleri oldukça yüksektir. Çamaşır kurutma makinelerinin enerji tüketimi İngiltere gibi bir ülkede kurutma işlemleri için yılda 7109 MJ çevresinde enerji tüketir ve toplam kurutma işlemi için tüketilen enerji miktarı İngiltere'nin toplam enerji tüketiminin % 5,5 kısmını oluşturmaktadır [3].

Askı tipi çamaşır kurutma makinesinin çalışma prensibinde kabin içerisine giysiler asılarak kurutulmaktadır. Sistemde bulunan ısıtıcı ile kabinin içi giysilerin özelliğine göre belirli bir dereceye kadar ısıtılır, ısıtılan hava fan yardımıyla kabinin içine dağıtılır ve giysilerin nemini alarak nem yüklü Şekilde yoğunlaştırma bölümüne aktarılır, nemli hava oda koşulundaki hava ile beraber bir fan yardımıyla kondenserin içinden geçirilir ve nemi alınır, nemi alınan hava tekrar kurutma işleminde kullanılmak üzere kabin içine gönderilir.

Bu tez çalışmanın amacı kıyafetlerin asılarak kurutulmasından dolayı kırışık miktarının azaltılması, kurutma süresini daha kısa zamanda gerçekleştirmesi, görüntü ve ses kirliliğini en aza indirmeyi, t süresini minimum zaman seviyelerine düşürülerek enerji kazancı elde etmeyi hedeflemiştir. Bu amaçla çamaşır kurutma makinesi estetik bir görüntü kazanarak mekanın istenilen herhangi bir yerinde askılık ve dekoratif amaçlı bir ürün olarak kullanılabilir, 2000x900x360 mm llerinde bir askı tipi çamaşır kurutma makinesi tasarımı yapılarak, bir adet prototip yapılmıştır. Kurutma makinesi yaklaşık 6 kg çamaşır kurutma kapasitesine sahiptir. Deneysel çalışmalarda 1,255, 2,070, 3,065, 4,085, 5,090 ve 6,005 kg kütleli çamaşır yüklerinde kabin içerisindeki nem ve sıcaklığın zamana ve kütleye bağlı değişimleri llmştir. Elde edilen sonuçlar tablo ve grafiklerle gösterilmiştir.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Luikov vd. (1967), kurutma işlemi kinetiğinin hesaplanması konusunda yapmış oldukları çalışmada, kurutma makinesi içinde çamaşır kurutma işlemi kinetiği zamana bağlı sıcaklık ve nem içerik değerlerinin sürekli değişimin gösterdiğini ve bu değişkenler için ortalama entegral değerleri kılcal gözenekli maddenin nem ve ısı transferini bulabilmek için ilgili diferansiyel denklemler kullanılmıştır. Bununla birlikte, bu çözümleri kullanmak için, nakil katsayısı değerleri bilinmelidir. Nem ve ısı transferi katsayıları zamanla değiştiğini ortaya koymuştur [4].

Lambert vd., (1991), kurutma işlemi sırasında enerji tasarrufu önlemleri konusunda geliştirdikleri model üzerinde yapmış oldukları çalışmada, kurutma işlemi için kuru hava, nem ve tekstil malzemeleri kütle ve enerji korunumu yasalarına sadık kalınmıştır. Denklemler kurutma işlemi sırasında hava ve su kütlesi aktarımı prosesini modellemek için tanımlanmıştır. Bir matematiksel model ile birleştiğinde Soğurma-izotermeleri kurutma işlemi tanımlamak için kullanılmaktadır. Yazarlar kurutma makinesi toplam enerji kullanımında% 8'lik bir azalma olduğu kanısına varmışlardır. Oluşturulan bilgisayar modelinde egzozdan çıkan havanın tekrar geri kazanımı ve sirkülasyonunu simüle etmek için bir bilgisayar destekli model geliştirilmiştir [5].

Erera ve Rahman (1997), ısı pompalı sistemlerin kurutma işlemi için kullanılması konusunda yapmış oldukları çalışmada, ısı pompalı sistemlerin yüksek enerji verimliliği, daha iyi ürün kalitesi, ortam hava koşulları dışında bağımsız çalışabilme yeteneği dâhil olmak üzere gıda ürünlerinin kurutulması için konvansiyonel sıcak hava kurutucu üzerinde çeşitli avantajlar sunmaktadır. Ayrıca, bu teknoloji düşük enerji gereksinimi ve atmosfer gazları, dumansız çalışması nedeniyle çevre dostu olduğu görülmüştür [6].

Deans vd. (2001), oluşturdukları model ile kurutma süresini etkileyen unsurların ne olduğu konusunda yaptıkları çalışmada, kuruma süresini etkileyen faktörleri bulmak için giysi kütlesi miktarına göre kurutma işlemi için gerekli güç girişi olması gerektiğini kaydetmiştir. Bunun için ise basit bir model geliştirip farklı ısıtıcı gleri ile yapmış oldukları kurutma işlemleri sonucunda kurutma sürelerinin değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir [7].

Bansal vd. (2001), açık ve kapalı çevrim ile çalışan çamaşır kurutma makinelerinin enerji verimliliği konusunda karşılaştırmalı olarak bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, geleneksel hava bacalı çamaşır kurutma makinesi performansı açık çevrim yoğunlaştırmalı kurutma makinesi ve ısı geri kazanımı ile kapalı-çevrim yoğunlaştırmalı kurutucu arasında önemli ölçüde verimlilik farkının olduğunu ve hava bacalı kurutma makinesi verimi % 7 kapalı-çevrim kurutma makinesi verimi % 14 olduğu bulunmuştur [8].

Braun vd. (2002), hava çevrimi ve ısı enerjisi verimliliği analizi konusunda yapmış oldukları çalışmada, ısı pompalı ev tipi çamaşır kurutma makinesinin performansının ısının geri kazanımı sayesinde açık çevrim sistemlere göre % 40 daha fazla enerji verimliliği sağladığı belirlenmiştir [9].

Bassily ve Colver (2003), elektrikli giysi kurutma performansları analizi konusunda yapmış oldukları çalışmada, kurutma işlemi için kullanılan makinelerin özelliklerine bağlı olarak kurutma parametreleri olan zaman, kurutma sırasındaki enerji tüketimi ve kuruma etkisi incelenmiştir. Giyside bulunan su miktarı, tambur yükü (giysi ağırlığı), hava akış alanı gibi özellikler buharlaşma oranını etkilemektedir. Dolayısıyla, giysilerin kurutulmasında kg başına enerji tüketimi değişkenlik gösterecektir. Isıtıcının gücünün arttırılması ise buharlaşma hızını arttırdığı tespit edilmiştir. Fan hızı buharlaşma hızı üzerinde çok az etkiye sahip olduğu ve kuruma süresini azalttığı belirlenmiştir [10].

Demirhan ve Meriç (2005), rme kumaş ve giysilerde yıkama ve kurutma sonrası boyut değişimlerinin incelenmesi konusunda yaptıkları çalışmada, yıkama ve

kurutma işleminin sonrasında giysilerin boyut değişimi Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2’de verilmiştir [11]. Bu çalışma kapsamında örnek alınan kumaşlarda yıkama sonrası yapılan asarak ve tamburlu kurutma işlemlerinde ortaya çıkan boyut değişimleri incelenmiştir. Üç iplik ve iki iplik kumaşlarda, kumaş yapısındaki polyester oranı arttıkça kurutma yöntemleri arasında enine ve boyuna yöndeki çekme farklılıklarının azaldığı görülmüştür. Farklı ilmek yapılarının ve farklı kalınlıkta ipliklerin bir arada kullanıldığı üç iplik ve iki iplik türündeki kumaşlarda boyut stabilizesi sağlamak için ön ipliklerinde % 100 pamuk yerine pamuk / polyester karışımlarının veya bağlantı ipliklerinde % 100 polyester kullanılmasının kumaşlardaki çekmelerin azalması açısından uygun olacağı sonucuna varmışlardır.

Çizelge 2.1. Asarak kurutma test standartları (adidas) [11].

		ÖRME Kumaşlar Beden Kumaşı	RIB Elastansız	RIB Elestanlı Beden Kumaşı
Kumaş Özellikleri	İçerik	Standart Boy&En	Standart Boy&En	Standart Boy&En
%100 Doğal Elyaf	%100 Doğal Elyaf	(%+/-5)x(%+/-5) Max.	(%+3/-5)x(%+0/-5) Max.	(%+0/-5)x(%+0/-5) Max.
Karışım	%50 ve fazlası doğal elyaf	(%+/-5)x(%+/-5) Max.	(%+0/-5)x(%+0/-5) Max.	(%+0/-5)x(%+0/-5) Max.
% 100 Sentetik	% 100 Sentetik	(%+/-3)x(%+/-3) Max.	(%+0/-3)x(%+0/-3) Max.	(%+0/-3)x(%+0/-3) Max.
Karışım	%50 ve fazlası sentetik	(%+/-3)x(%+/-3) Max.	(%+0/-3)x(%+0/-3) Max.	(%+0/-3)x(%+0/-3) Max.
Ribana	Aksesuar olarak kullanılanlar.	(%+0/-8)x(%+0/-8) Max.		

Çizelge 2.2. Tamburlu kurutma test standartları (adidas) [11].

		ÖRME Kumaşlar Beden Kumaşı	RIB Elastansız	RIB Elestanlı Beden Kumaşı
Kumaş Özellikleri	İçerik	Standart Boy&En	Standart Boy&En	Standart Boy&En
%100 Doğal Elyaf	%100 Doğal Elyaf	(%+/-5)x(%+/-8) Max.	(%+3/-8)x(%+0/-8) Max.	(%+0/-8)x(%+0/-8) Max.
Karışım	%50 ve fazlası doğal elyaf	(%+/-5)x(%+/-8) Max.	(%+3/-5)x(%+0/-8) Max.	(%+0/-8)x(%+0/-8) Max.
% 100 Sentetik	% 100 Sentetik	(%+/-4)x(%+/-4) Max.	(%+0/-3)x(%+0/-3) Max.	(%+/-4)x(%+/-4) Max.
Karışım	%50 ve fazlası sentetik	(%+5/-7)x(%+5/-7) Max.	(%+3/-7)x(%+3/-7) Max.	(%+0/-7)x(%+0/-7) Max.
Ribana	Aksesuar olarak kullanılanlar.	(%+3/-12)x(%+0/-8) Max.		

Söylemez (2006), atık ısıyı kullanan ısı pompalı kurutma sistemlerinin termo ekonomik analizi konusunda yapmış olduğu çalışmada, kurutma sistemlerinde sistemdeki atık ısıyı kullanan ısı pompalı kurutucuların termo ekonomik analizini yapmıştır. Sistemin termo ekonomik analizi için sistem elemanlarının ısıl analizi ile birlikte basit bir ekonomik analiz yapılması gerektiğini ortaya koymuştur [12].

Cooper vd. (2006), ev tipi çamaşır kurutma makinesi enerji verimliliği konusunda yaptıkları çalışmada, çamaşır kurutma performansının analiz ve kurutma çevriminde artan enerji miktarı tüketiminin fazla olduğu sistemlere göre kurutma gücünü % 75 azaltmayı planlamıştır, ancak güç girişini % 50 kadar azaltarak bir iyileşme göstermişlerdir. Bu azalan güç girişi kuruma süresini arttırmış olması, nem emme oranı üzerinde çok az bir etki yapmıştır ve hava kütle akımının artması enerji verimliliğine katkı sağlamadığı sonucuna varılmıştır [13].

Ceylan ve Aktaş (2008), ısı pompası destekli bir kurutucuda fındık kurutulması konusunda yaptıkları çalışmada, ısı pompalı bir kurutma fırınında egzoz havasının bir kısmı evaporatör üzerinden geçirilmiş ve böylece egzoz havasının ısısından yararlanılarak sistemdeki soğutucu akışkan buharlaştırılmıştır. Böylece sistemde ısı atımı kondenserde daha rahat gerçekleştirilmiştir. Isı pompalarında en önemli husus buharlaşma için gizli ısısının çekileceği ortamda bir ısı kaynağının olabilmesi sonucu çıkartılmıştır [14].

Çolak ve Hepbaşı (2009), enerji dönüşümü ve yöntemleri konusunda yapmış oldukları çalışmada, sürdürülebilir enerji gelişimi için, üç önemli teknolojik değişikliğin gerekli olduğu tespit edilmiştir. Bunların başında enerji tasarrufu, enerji üretiminde verimlilik, yenilenebilir enerji ve çeşitli kaynaklar tarafından fosil yakıtların yenilenmesi olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda, ısı pompalı sistemlerde enerji verimliliğini artırmaya ve daha az fosil yakıt tüketimine neden olur. Bu çalışmada, ısı pompalı sistemlerin enerji gelişimi için büyük bir adım olduğu belirtilmiştir [15].

Bansal vd. (2010), bir kurutucuya ilave özellikler ekleyerek oluşturdukları yeni sistem ile var olan sistemin karşılaştırılması konusunda yapmış oldukları çalışmada,

A tipi bir kurutucuda değişiklik yaparak B tipi bir kurutma ünitesi ekleyip kurutma zamanı, verimlilik ve nem çıkarma oranları gibi deneysel performanslar değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda var olan sisteme B tipi bir kurutma ünitesi eklenerek sistemin verimliliği arttırılmıştır [16].

BÖLÜM 3

KURUTUCULAR

3.1. ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNELERİNİN TARİHİ GELİŞİMİ

İlk giysi kurutma makinesi Fransa'dan M. Pochon tarafından 1800 yılında kurulmuştur. Elektrikli kurutucular 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır. Endüstriyel tasarımcı Brooks Stevens 1940'larda cam pencerele ilk elektrikli kurutma makinesi geliştirmiştir. 1906'da Ala Fischer, çamaşır makinesini icat etmiştir. Makinenin içine yatay olarak yerleştirilmiş metal tambura kirli çamaşırlar konuluyordu. Tambur, elektrik yardımıyla döndürülüyor ve hareket sırasında çamaşırlar sürekli suyla temas ederek temizlenmiş oluyordu. İlk kurutuculu çamaşır makinesi ise 1924'te üretilmiştir [17].

3.2. KURUTUCU MAKİNELERİNİN TANIMI VE YAPISI

Kurutma işlemi ısıtılmış hava yükünü giysi ve tekstil ürünlerinin nemini buharlaştırmak için sıcak havanın bir tambur içerisinde sirkülasyonu ile gerçekleştirilir. Isıtılmış hava sahasını korumak amacıyla tambur döndürülür. Bu makineleri kullanarak giysi kurutma işleminin gerçekleşmesi sırasında çamaşırın yıpranması ve küçülmesi gibi olumsuz etkilerden dolayı genelde asarak kurutma işlemi tercih edilmektedir [17].

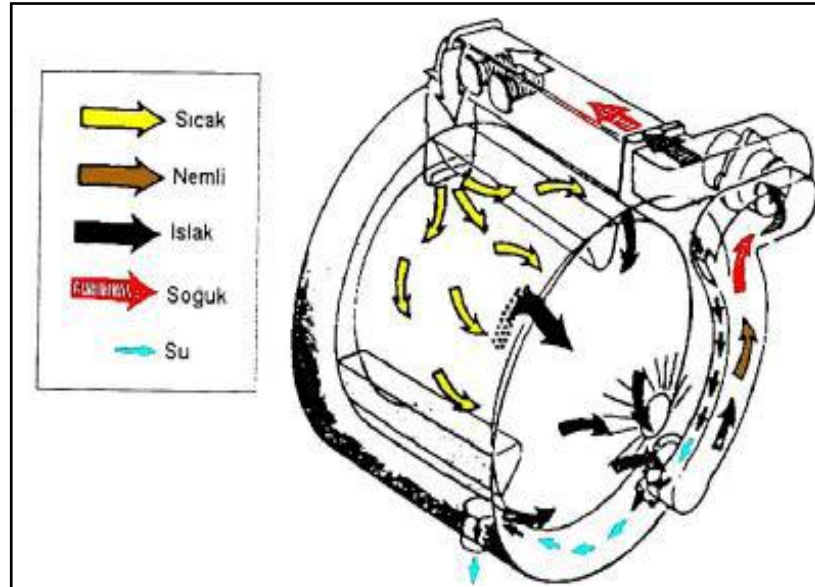
Açık havada yapılan kurutma işlemi kış aylarında zorlu bir hal alır. Bunun sebebi nemli çamaşırın donabilmesinden kaynaklanmaktadır. Genellikle kış aylarında büyük şehirlerde meydana gelen çevre kirliliğinden dolayı çamaşırlar kirlenmektedir. Çamaşır kurutma makinesi hijyen açısından önemli bir avantaj sağlar. Çamaşırlar açık havada kurutulduğunda mikroorganizmalara ve polenlere maruz kalır, kurutma makinelerinde bulunan polen filtresi sayesinde, toz ve polenlerden uzak, hijyenik

şartlarda kurutulma işlemi yapılabilmektedir. Çamaşır kurutma makinesi, güneşte kurutulan çamaşırlarda oluşan renk solmalarını da ortadan kaldırır. Kurutma makinesinde kurutulan çamaşırlar renklerini daha uzun süre muhafaza ederken, çamaşırları kurutma esnasında kırışık oluşumu da minimuma indirdiği için, ütü de kolaylaşmaktadır. Ayrıca kurutma makinesi sadece kurutma değil, çamaşıra sinmiş kötü kokuları da temizlemektedir. Kurutma makineleri, çamaşırları yıkamanın hemen sonrasında kullanılır.

3.3. KURUTMA MAKİNELERİNİN ÇEŞİTLERİ

3.3.1. Kurutuculu Çamaşır Makineleri ve Çalışma Prensibi

Bu makineler yapı olarak çamaşır makinelerine çok benzemektedir. Şekil 3.1’ de çamaşır makinesinin içerisine rezistans ve bu sıcaklığı tambur içindeki çamaşıra ulaştırmak için gerekli olan düzenekler gösterilmiştir. Bu makinelerde diğer çamaşır makinelerinde olduğu gibi termostat düğmesi yoktur. Program düğmesi üzerinde çamaşır özelliğine göre program seçimi yapılır. Bunun için ayrıca sıcaklık ayarı yapmaya gerek yoktur. Program cihazı otomatik olarak seçtiğimiz programa göre sıcaklığı ayarlamaktadır [17].



Şekil 3.1. Kurutuculu çamaşır makinesinde sıcak hava dolaşımı [17].

3.3.2. Bacalı Kurutma Makineleri ve Çalışma Prensibi

Bacalı kurutma makinesinde motor tarafından tambur ve fan döndürülür sıcak hava tambur içersinden geçirilir hava tamburun içersinden geçerken bir nem yüküne sahip olur, nemli hava kütlesi baca yardımı ile ortamdan dışarı atılır. Kullanılan baca borusu esnek yapıda olup camlardan dışarıya veya duvara açılan baca deliği yardımıyla dış ortama nemin atılmasını sağlar. Şekil 3.2' de Baca tipi çamaşır kurutma makinesinde baca çıkışında galvanizli dirsek boru ve ona bağlı olan esneyebilen plastik boru gösterilmiştir.

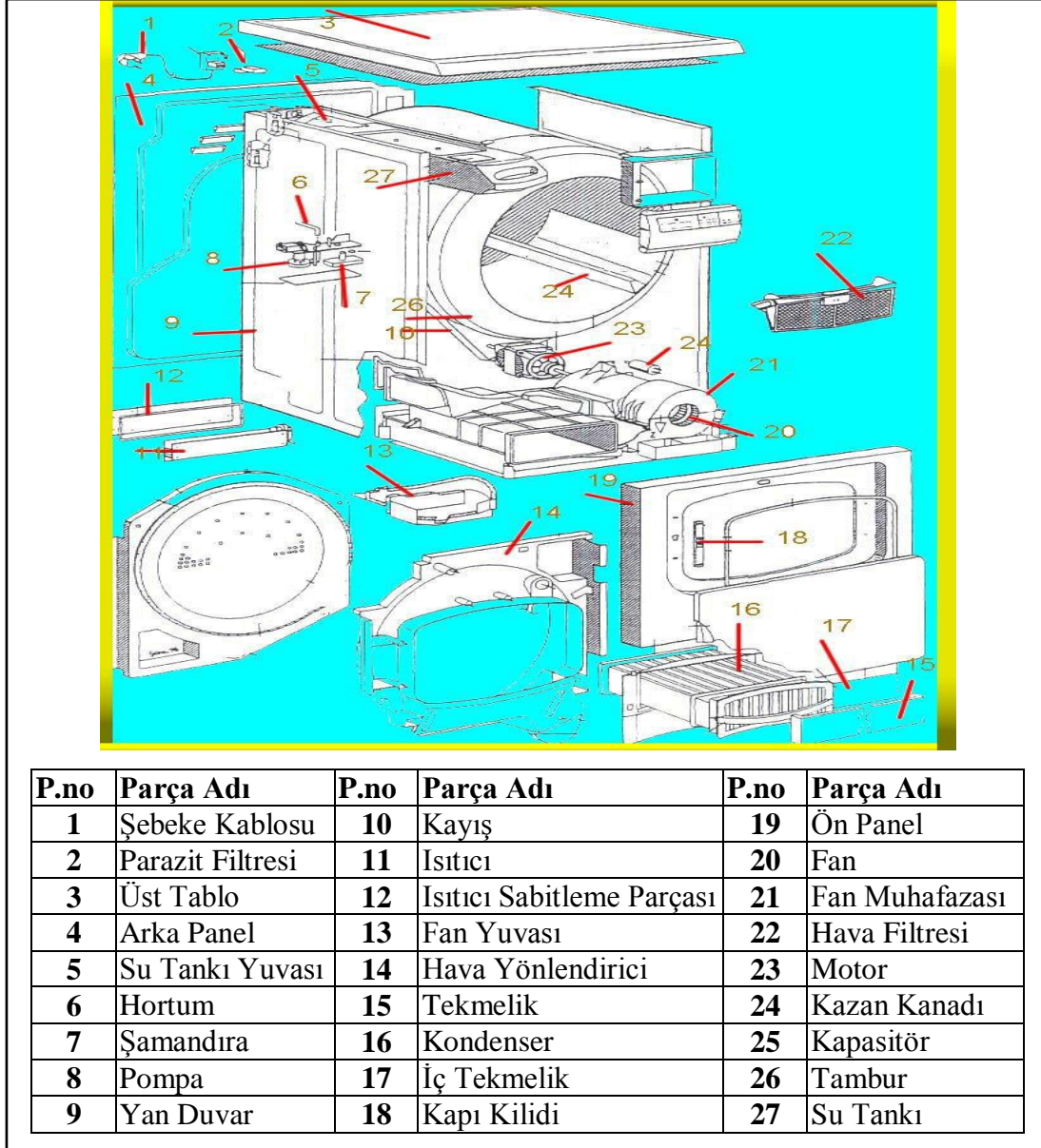
Havalandırma borusunun temiz olması kurutma verimliliğini artırır. Kurutma kanalının kısmen tıkalı olması kurutma zamanını uzatır ve daha fazla enerji kullanımına sebep olur. Kurutma kanalının tıkanmış olması tambur içerisinde sıcaklığın çok fazla artmasına sebep olacağından yangınlara sebep olabilir.



Şekil 3.2. Baca tipi çamaşır kurutma makinesi.

3.3.3. Kondenserli / Bacasız Kurutma Makineleri ve Çalışma Prensibi

Bu kurutucu tipinde bacalı tipe göre biraz daha geliştirilmiştir. Şekil 3.3' te kondenserli kurutma makinesini oluşturan parçalar gösterilmiştir. Bu makinede çamaşırdan gelen nemli hava dışarı atılmamaktadır.



Şekil 3.3. Kondenserli kurutma makinesi kesiti [17].

Nemli hava yoğuşturma için tamburdan sonra şekil 3.4' te gösterilen yoğuşturucu kondensere gelmektedir. Yoğuşturucudan çıkan suyu toplamak için bir su tankı konulmuştur. Kondenserden çıkan hava tekrar kurutucu içerisinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu makinede çift fan bulunmaktadır. Çalışması ise; motor dışarıdan aldığı havayı ısıtıcılar üzerine üfler. Burada ısınan hava yönlendiriciler yardımı ile tambur arkasındaki deliklerden çamaşır üzerine gönderilir. Tambura verilen sıcak hava çamaşırın nemini alır. Nemli hava kondenserdeki filtreden geçerek nemini bırakır. Nemi alınmış hava ısıtıcı fan tarafından rezistans üzerine üflenir, sürekli bir hava

çevrimiyle çamaşırlar kurutulmuş olur. Kondenserli kurutucularda kondenser önu kapatılmamalıdır. Şekil 3.3'te iyi bir kurutma istiyorsak her kurutmadan sonra kondenserin kontrol edilip gerekli bakım yapılması gösterilmiştir.

Kondenser tipi kurutma makinelerinde yüksek ısı üretebilecek ısıtıcılara ihtiyaç duyulduğundan enerji kullanımı diğer sistemlere göre daha fazladır.



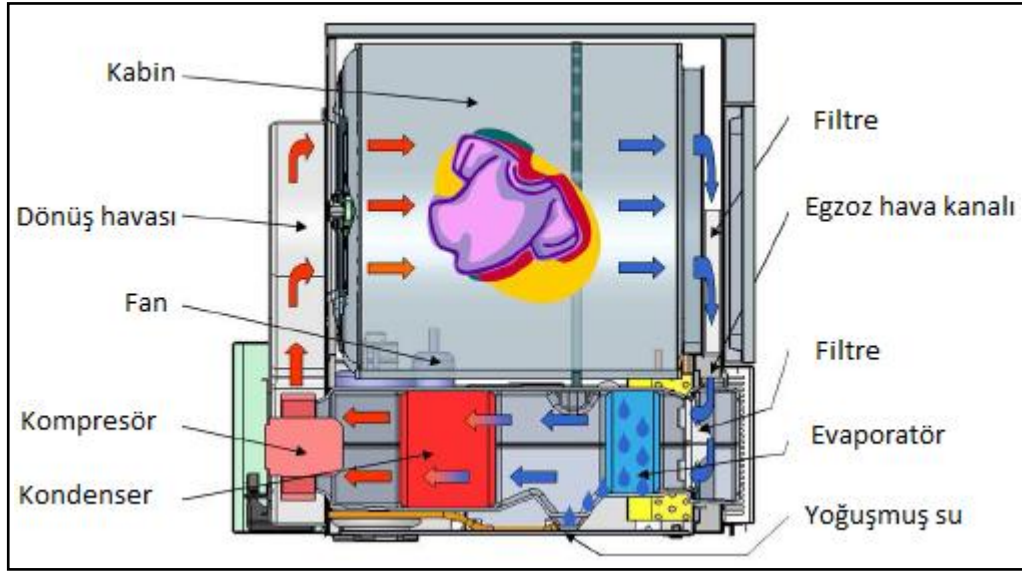
Şekil 3.4. Kondenserli çamaşır kurutma makinesi.

3.3.4. Isı Pompalı Kurutma Makineleri ve Çalışma Prensibi

Kurutucularda mevcut olan ve enerji tüketiminin artmasında ana rol oynayan ısıtıcı (200-2500 W) ısı pompalı kurutucularda yoktur. Kurutucularda gerçek anlamda enerji tasarrufu ısı pompalı kurutucular ile sağlanmaktadır. Isı pompalı kurutucularda klimalarda olduğu gibi kompresör kullanılmıştır. Kompresör yardımı ile R-134a gazı çeşitli evrelerden geçirilerek çamaşırların kurutulması sağlanır.

Çalışması ise: Kompresör içerisindeki gaz kondenser içerisinde sıkıştırılır. Sıkışan gazda bir ısı açığa çıkar. Açığa çıkan bu ısı hava yönlendiricileri ile tambur içindeki çamaşır üzerine verilerek çamaşırın kuruması sağlanır, yani nemi alınır. Şekil 3.5' te nemli hava evaporatörün bakır borularından geçerek yoğunlaşması ve böylece havanın ısını ve nemini bırakarak kondensere gelmesi gösterilmiştir. Çevrim bu

şekilde devam eder. Çamaşır üzerine üflenen havanın nemi alındığı için kurutma daha kısa sürede ve daha az enerji sarfiyatı ile gerçekleştirilir. Isı pompalı kurutucu da diğer kurutuculara göre sıcaklık düşüktür. Bu da çamaşırın zarar görmesini ve tehlikeleri en aza indirir. Isı pompalı çamaşır kurutma makinelerinde sürekli aynı hava kullanılır. Bu sebepten diğer sistemlere göre daha çok hijyeniktir. Ayrıca enerji verimliliği yüksektir.



Şekil 3.5. Isı pompalı kurutma makinesinin parçaları.

3.3.5. Mikrodalga Kurutucular

Mikrodalga fırınlarda radyasyon kullanımı yüksek olmasına rağmen verimli çamaşır kurutma işlemi için geliştirilmiştir. Giysi içersindeki nemin hızlı bir şekilde buharlaştırılabilmesi için kullanılmaktadır. Birçok avantajı vardır; kısa kurutma süreleri (% 25 daha az). Enerji tasarrufu (% 17-25 daha az) ve alt kurutma sıcaklıkları bakımından mikrodalga kurutma ABD pazarı için geliştirilmiştir.

3.3.6. Buhar Sıkıştırılmalı Mekanik Kurutma Makinesi

Kurutma işleminin yeni bir türü olan bu sistemde sıcak hava kullanılır tamburun sıcaklığı 100 °C' ye kadar ısıtılır. Nem ile yüklenen sıcak havanın çıkışına izin verildikten sonra sıcak su buharı genişlemeye başlar ve yoğunlaşma işlemi gerçekleşir

buhar sıkıştırırmalı mekanik kurutma makinesi enerji verimliliği ve kurutma süresi bakımından diğer sistemlere göre iki kat daha fazla verimlilik sağlamaktadır.

3.3.7. Buharlı Ütü Kabini

İngiltere’ de Displaysense adlı firmanın ürünü olan StreamRail (buharlı ütü kabini) adlı ütüleme sistemi Şekil 3.6’ da gösterilmiştir. Bu sistemde bir buhar makinesi ile su kaynatılıp oluşan buhar giysi kabinine üflenir. Sıcak su buharı kıyafetlerin kırışıklıkları gidererek ütüleme işlemi gerçekleştirilir. Bu ütü kabini 35 parça elbiseyi 9 dakikada kurutmaktadır. Ütü kabininin katlanıp saklanması sayesinde, fazla yer işgal etmemektedir.



Şekil 3.6. StreamRail ütü kabini.

BÖLÜM 4

MATERYAL VE METOT

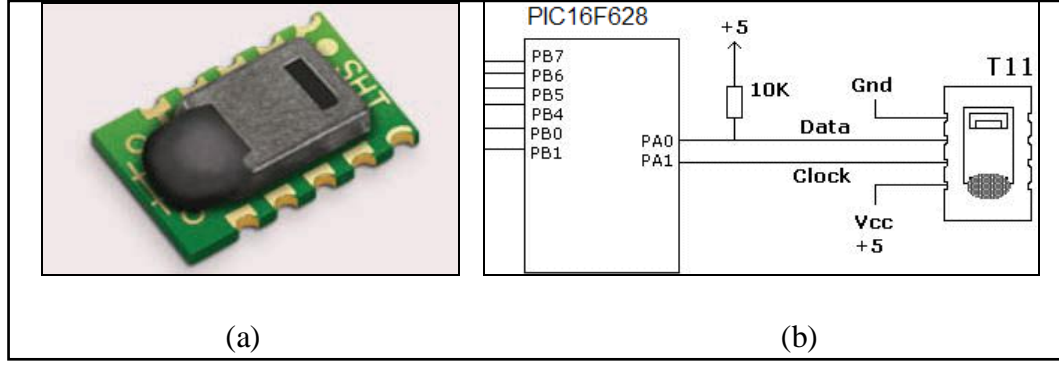
4.1. DENEYLER

Deneysel çalışmalar Teknoloji Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Askı tipi çamaşır kurutma makinesi kurutma işlemi yaparken çamaşır miktarına göre kabin içerisindeki nem ve sıcaklık değişimini ölçmek amacıyla Ağustos-Eylül 2012 tarihlerinde deneyler yapılmıştır. Gerekli cihazlar KBÜ Teknoloji Fakültesi'nden temin edilmiştir. Deneyler ısı ve nem ölçümü yapan sensörler kullanılmıştır.

4.2. DENEY CİHAZININ ÖZELLİKLERİ

4.2.1. SHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü

Sayısal çıkış veren sıcaklık ve bağıl nem sensörüdür. SHT11' in içerisinde seri haberleşme ünitesi vardır. Algılama sonucu seri haberleşme birimi ile iki kablo üzerinden mikro denetçiye sayısal olarak iletilir. Sıcaklık değeri 14 bit çözünürlükte (varsayılan değerdir, istendiğinde 12 bit seçilebilmektedir) , bağıl nem değeri ise 12 bit çözünürlükte (varsayılan değerdir, istendiğinde 8 bir seçilebilmektedir) mikro denetçiye iletilmektedir. -40 °C ile +128 °C sıcaklıkları arasında ± 0.5 °C hata ile sıcaklık ölçümü, $\pm \% 3.5$ hata ile de bağıl rutubet ölçümü yapabilmektedir(daha hassas uygulamalarda SHT15 veya SHT75 sensörü kullanılabilir).



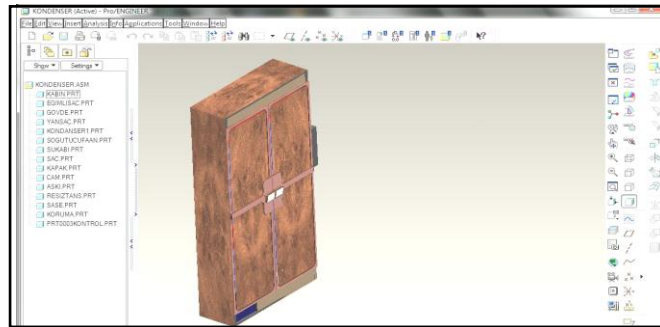
Şekil 4.1. SHT11 ısı ve nem sensörü. a) genel görünüşü, b) kablo mesafesinin artırılması.

Şekil 4.1’ de ısı ve nem ölçümünde oldukça iyi performans veren hata oranı %1 in altında olan SHT11 sensörü gösterilmiştir. Düşük hata oranı nedenle oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Uzun mesafelerde sensör bilgi alışverişi mikro denetleyiciye ulaşmadan kaybolmaktadır. Bu nedenle iletişim hattı kablo mesafesi veri kartında en fazla 10 cm olarak verilmiştir. Kablo mesafesini arttırmak için cat5 kablo kullanılması gerekmektedir.

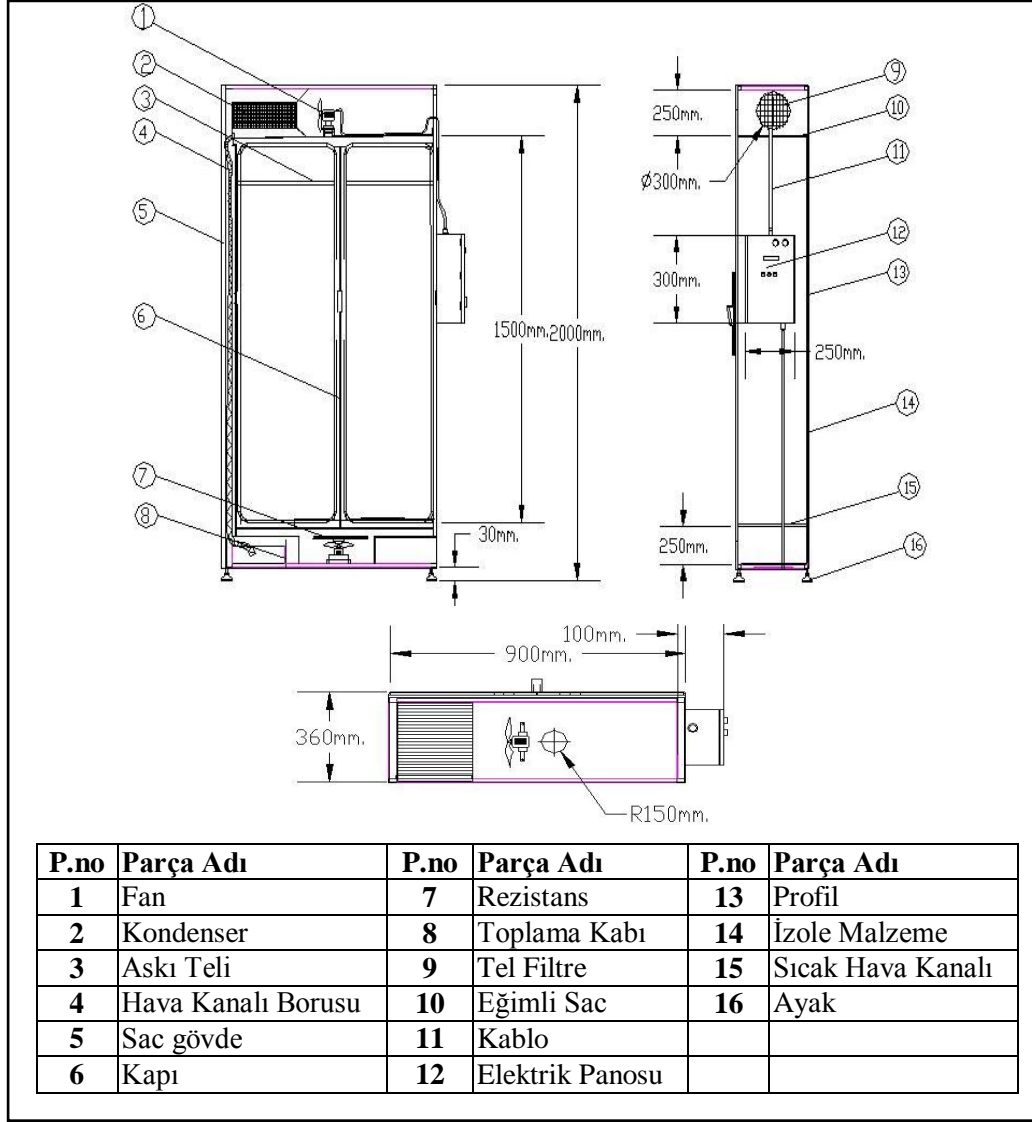
4.3. ASKI TİPİ ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNESİ

4.3.1. Askı Tipi Çamaşır Kurutma Makinesi Modellenmesi ve Teknik Resmi

Şekil 4.2’ de askı tipi çamaşır kurutma makinesinin model resmi, Şekil 4.3’ te, imalat aşamaları ve çalışabilirlik göz önüne alınarak sistemin 2000x900x360 mm ölçülerinde Pro/Engineer paket programında modellenmesi gösterilmektedir.



Şekil 4.2. Sistemin model resmi.



Şekil 4.3. Askı tipi çamaşır kurutma makinesi teknik detayları

4.4. ASKI TİPİ ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNESİ PARÇALARI

4.4.1. Fan

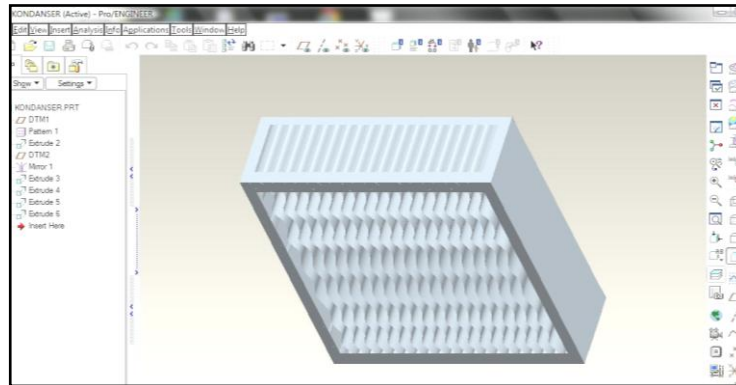
Isıtıcının ürettiği ısıyı çamaşır lar üzerine üfler. Soğutucu ve ısıtıcı olmak üzere iki adet fan vardır. Askı tipi çamaşır kurutma makinesi kurutuma işlemini kapalı bir çevrimde havayı dolaştırarak yapmaktadır. Şekil 4.4' te, fanlardan biri sıcak havayı kabine üfler. Diğer fan ise kondenser üzerine dışarıdan aldığı hava ile birlikte kabin içinden nemli hava kütlelerini emerek üflemeyle kapalı çevrimin tamamlanması gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Fan.

4.4.2. Kondenser

Kurutma işlemi için giysilerin üzerindeki nem yükünün yoğunlaştırılıp sıvı haline dönüşmesini sağlayan bir ekipman olan kondenser şekil 4.5’ te, gösterilmiştir. Askı tipi çamaşır kurutma makinesinde Fan motoru sıcak havayı çamaşır üzerine üfler. Isınan hava ıslak çamaşır ile temas ettiğinde ısı alışverişinden dolayı nemlenir. Bu nemli hava kondenser içerisine girerek soğutma sisteminde nemi alınır ve sıvı hale gelir. Bu işlem soğutucu fanın dışarıdan aldığı soğuk havayı kondenser üzerine üflemesi sayesinde olur. Kondenser üzerine baktığımızda yatay ve dikey alüminyum plakaları görürüz. Bunlardan biri havanın ısınmasını diğer plakalar ise havanın soğumasını sağlar. Kondenser plakalarını ve atık suyu her kurutma işlemi sonrasında temizlemek gerekir.



Şekil 4.5. Kondenser.

4.4.3. Rezistans

Makine içerisindeki çamaşırlara sıcak havayı sağlayan rezistansın şekil 4.6’ da, gösterilmiştir. Rezistans 220 volt ile çalışır ve 1000 W gücündedir. Isıtıcının kontrolü röle ile yapılmaktadır. Rölenin enerjisi devresindeki SHT11 sensörü ile kumanda edilmektedir. Isıtıcı üzerindeki ısı 160–170 °C sıcaklıklara ulaştığında devreyi keser ve röle bobin enerjisi kesildiği için röle kontakları konum değiştirir ve böylece ısıtıcı devreden çıkmaktadır.



Şekil 4.6. Isıtıcı (Rezistans).

4.4.4. Askı Teli

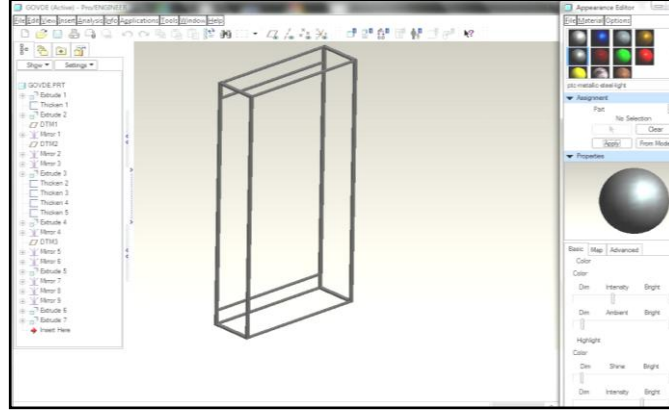
Giysilerin kabin içerisinde sıralı olarak askıyla beraber asılmasını sağlayan paslanmaz malzemeden yapılmış askılıktır. Şekil 4.7’ de, askı teli sisteminin kabin içerisine montajı gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Askı teli.

4.4.5. Kutu Profil

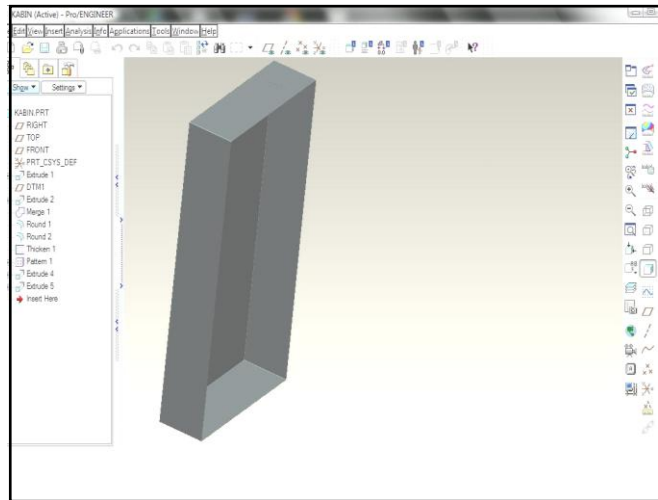
Sistemin iskeletini oluşturmak için kullanılmıştır sac gövdenin ve diğer parçaların ayakta durmasını sağlar. Şekil 4.8’ de, kutu profilden oluşturulan iskeletin model resmi gösterilmektedir.



Şekil 4.8. Sistemin iskeleti.

4.4.6. Kabini Oluşturan Sac Gövde

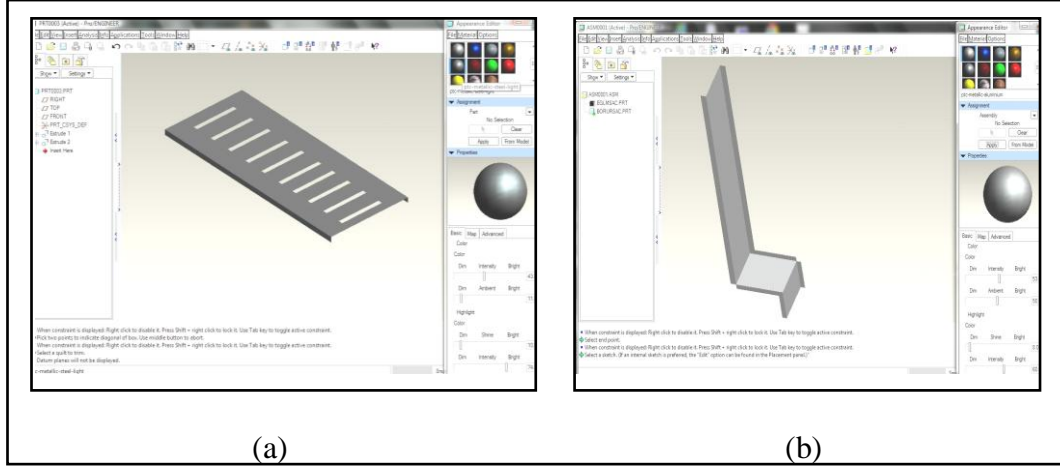
Gövde, ana parçaları üzerinde taşıyan kısımdır. Bunlar; askı teli, ısıtıcı, fan, pano, yoğuşan su tankı ve kondenserdir. Gövde çelik sacdan yapılmış olup üzeri fırın boyalıdır. Şekil 4.9’ da sac gövdenin modellenmesi gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Sac gövde.

4.4.7. Sıcak Hava Kanalı Sacı

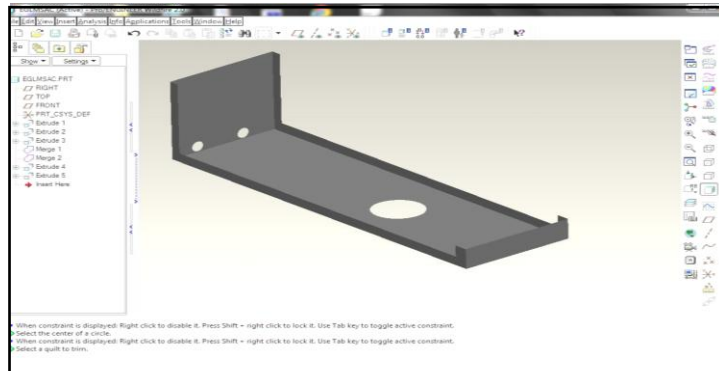
Fan yardımı ile rezistansın üzerine gelen sıcak havanın kabin içersine eşit şekilde dağıtılabilmesi ve kurutma süresi, kurutma verimliliği gibi kıstasların sağlanmasında önemli rol oynar. Hava kanalları şekil 4.10' da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Sıcak hava kanalı sacı. a) taban sacı, b) yan duvar sacı.

4.4.8. Eğimli Sac

Yoğuşturma kabini ile giysi kabinini birbirinden ayırmak için kullanılan eğimli sac, kabin içerisinde elbiseden düşen veya yoğuşan nemin toplama kabına dökülmesini sağlamak amacıyla eğimli şekilde imal edilmiştir. Şekil 4.11' de, eğimli sac model resmi gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Eğimli sac.

4.4.9. Toplama Kabı

Kondenser içerisinde sıvılaşılan suyun toplandığı kaptır. Toplama kabı plastik malzemeden yapılmıştır. Bu su toplama kabının her kurutmadan sonra mutlaka boşaltılması gerekir. Boşaltılmadığı takdirde kurutma makinesi bir sonraki kurutma işleminde su toplama kabı dolu olduğundan kapta taşmalar meydana gelir.

4.4.10. İzolasyon Malzemesi

Askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kabin içi sıcaklığın muhafaza edilebilmesi için ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Bu malzeme ekstrüzyon yöntemi ile üretilen polietilen içeren levhadır. Kullanım sıcaklığı $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındadır ve malzemenin yoğunluğu 35 kg/m^3 tür. Askı tipi çamaşır kurutma makinesinde, ısı yalıtımı üzerine alüminyum plaka kaplanıp ısıyı muhafaza edebilirliği ve homojen ısı dağılımı özelliği arttırılmıştır. Isıtma kabini ve yoğunlaştırma kabininin birbirini etkilememesi için kabinler arası yüzey yalıtım malzemesi ile kaplanmıştır. Yalıtım malzemesi şekil 4.12' de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. İzolasyon malzemesi.

4.4.11. Tel Filtre

Yoğunlaştırma işlemi için gerekli olan oda koşullarında ki hava fan yardımıyla kabin içersine çekilir havanın girişinde istenilmeyen yabancı maddelerin girmesini engeller ayrıca güvenlik açısından önem taşımaktadır.

4.4.12. Elektrik Panosu

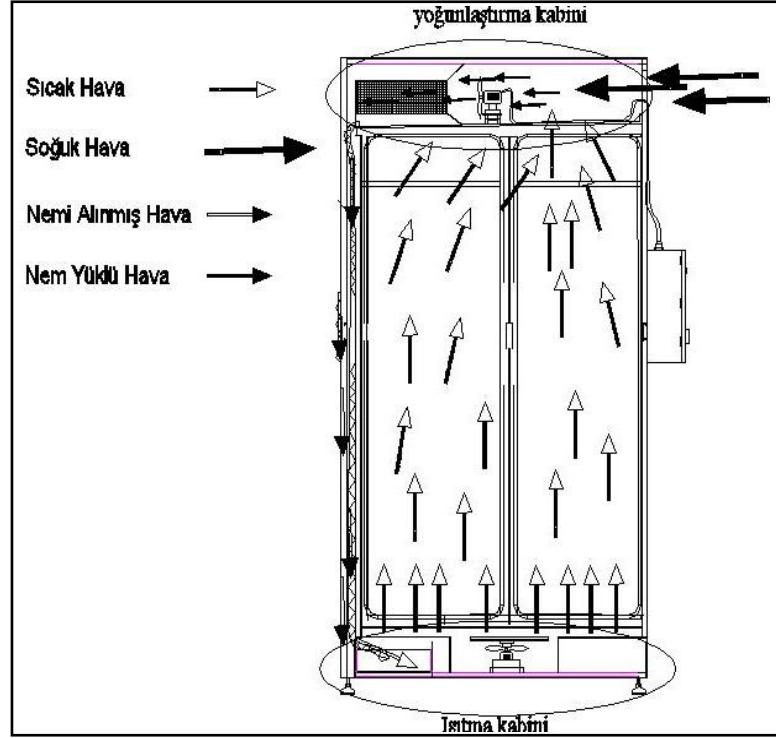
Askı tipi çamaşır kurutma makinesinin kontrol devresini, sigortasını, LCD ekranı ve elektronik kısımları içersinde barındıran koruma kabinidir. Şekil 4.13' te elektrik panosu görünüşü verilmiştir.



Şekil 4.13. Elektrik panosu.

4.5. ASKI TİPİ ÇAMAŞIR KURUTMA MAKİNESİ ÇALIŞMA PRENSİBİ

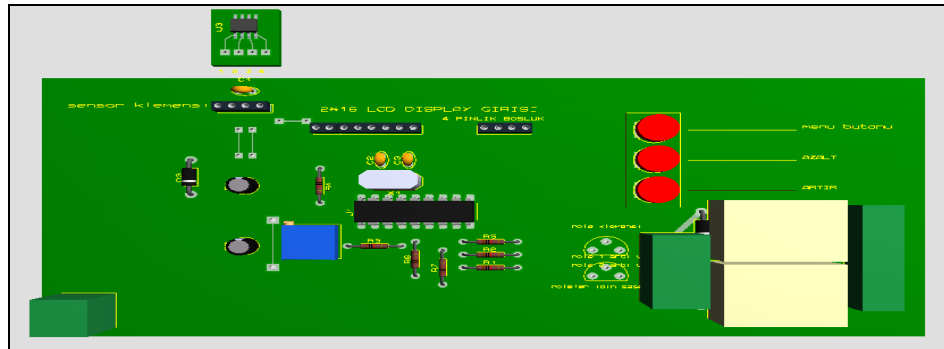
Askı tipi çamaşır kurutma makinesi çalışma prensibi; Bir rezistans ile ısıtılan hava kütlesi ısıtma fanı yardımıyla kabin içerisine dağıtılır, ısınan hava nemli çamaşırın nem yükünü alarak yoğunlaştırma kabine geçer yoğunlaştırma kabinde ki soğutucu fan ile dışarıdan hava ve nem yüklü hava kondenserin üzerinden geçirilir. Hava sirkülasyonundan dolayı nem yüklü hava, nem yükünü kondenser üzerinde bırakarak kurutma işlemi için tekrar kullanılmak üzere ısıtma kabine aktarılır. Yoğuşan su yoğunlaşma kabına dökülerek, tahliye edilir. Çalışma kabin içerisindeki nem %22 seviyesine düşünceye kadar devam eder. Nem istenen değerlere düştüğünde kontrol ünitesi devreyi kesmektedir. Şekil 4.14' te askı tipi çamaşır kurutma makinesi çalışma prensibi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.14. Sistemin çalışma prensibi.

4.6. ELEKTRONİK DEVRE TASARIMI

Elektronik devre 40 °C ile +128 °C sıcaklıkları arasında ± 0.5 °C hata ile sıcaklık ölçümü, $\pm \% 3.5$ hata ile de bağıl rutubet ölçümü yapabilmektedir. Ayarlanan sıcaklık değerine göre bir fan ve rezistansı çalıştıran elektronik devre tasarlanmıştır. Sıcaklık sensörü olarak SHT11, kontrol birimi olarak PIC 16f28 mikro denetleyici, gösterge olarak 2X16 LCD Ekran kullanılmıştır. Şekil 4.15 ve 4.16' da, devre şeması verilmiştir.



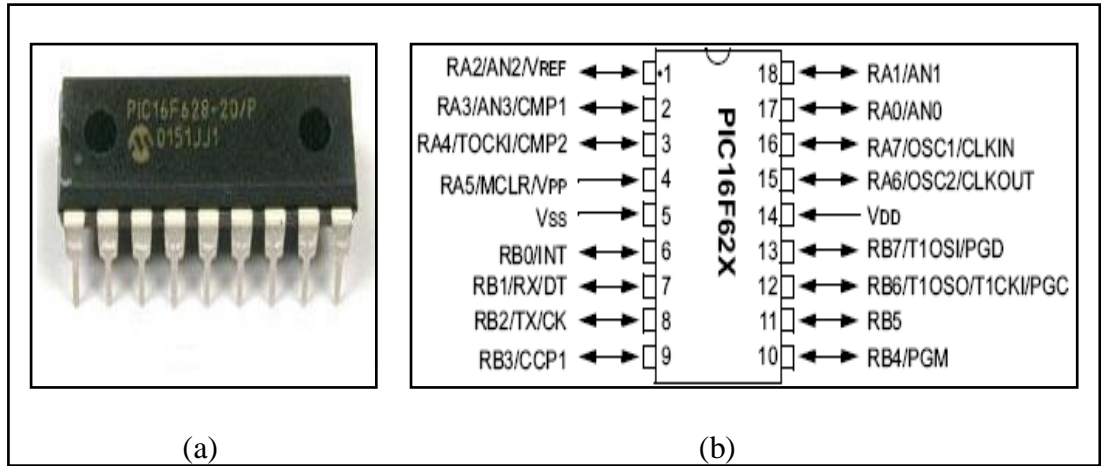
Şekil 4.15. Devre 3D çizimi.

4.7.1. Mikro Denetleyici

Mikro denetleyici programlanabilme, bir programı içerisinde depolayıp daha sonra çalıştırabilme özelliklerine sahip tek bir çipten oluşan bilgisayardır. Bu özelliği mikro denetleyicileri mikro işlemcilerden ayıran özelliğidir.

4.7.2. PIC 16F628 Mikro Denetleyicisi

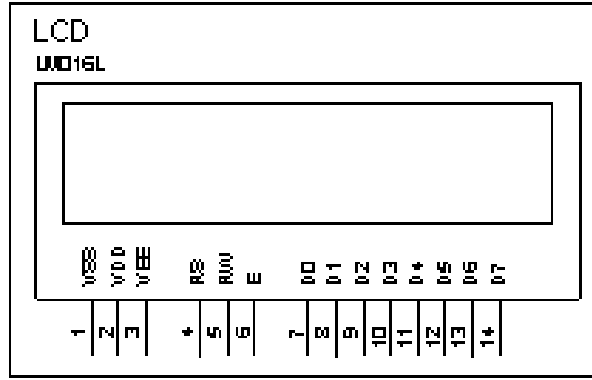
PIC 16F628 İngilizcede “Peripheral Interface Controller” kelimesinin baş harflerinden alır. Türkçe çevirisi ise “Çevresel üniteleri denetleyici arabirim”dir. Şekil 4.17’ de, PIC 16F628 mikro denetleyicisi şeması verilmiştir.



Şekil 4.17. PIC 16F628. a) genel görünüşü, b) bağlantı uçları.

4.7.3. 2X16 Karakter LCD Ekran

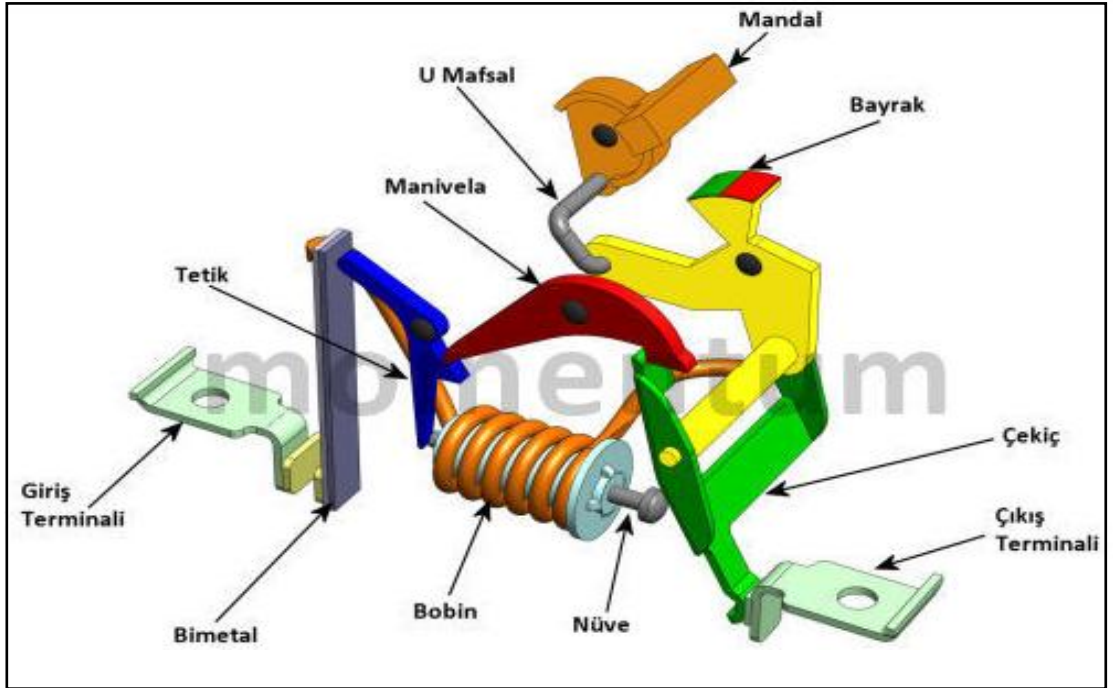
Yazdığımız programlardan elde edeceğimiz neticeleri görsel olarak takip edebilmek amacı ile PIC’ e uygun büyüklükte LCD ekran bağlanır. Devrede sıcaklık ve nem değerlerini görmek için kullanılmıştır. Şekil 4.18’ de 2X16 karakter LCD ekran verilmiştir. Çizelge 4.19’ da LCD bağlantı uçları gösterilmiştir.



Şekil 4.18. LCD ekran.

4.7.4. Otomatik Sigorta (V Otomat)

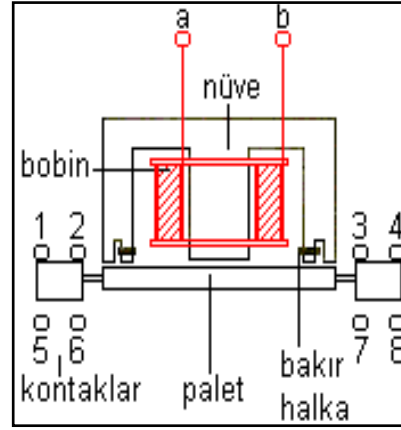
Minyatür devre kesici veya diğer adıyla otomatik sigorta bir devreyi yüksek akım ve kısa devre akımından korumak amacıyla tasarlanmış bir anahtardır. Devrede geçen akım belirli bir değerin üstüne çıkınca veya bir kısa devre durumunda otomatik sigorta elektrik bağlantısını keser. Şekil 4.19’ da V otomatı oluşturan temel parçalar ve V otomatın içyapısı şematik olarak verilmiştir.



Şekil 4.19. V otomat temel parçaları.

4.7.5. Kontaktör

Büyük güçteki elektromanyetik anahtarlara kontaktör adı verilir. Kontaktörler elektromıknatıs, palet ve kontaklar olmak üzere üç kısımdan oluşur. Kontaktörler, bir ve üç fazlı motor, ısıtıcı, kaynak makinesi, trafo vb. alıcıların otomatik olarak kumanda edilmesinde kullanılır. Bu elemanların bobinlerinin gerilimleri Dc ya da AC olarak 24 - 28 - 220 ve 380 volt olabilmektedir.



Şekil 4.20. Kontaktörün içyapısı.

Şekil 4.20' de gösterildiği gibi kontaktör bobinine bir gerilim uygulandığında kontaktör enerjilenir ve paletini çeker. Palet üzerinde bulunan 5-6 numaralı kontak ve 7-8 numaralı kontak açılır. 1-2 numaralı kontak ve 3-4 numaralı kontak kapanır. Bobinin akımı kesildiğinde, kontaktör üzerinde bulunan yay, paletin demir nüveden uzaklaşmasını sağlar. Bu durumda kapanmış olan 1-2 numaralı kontak ve 3-4 numaralı kontak açılır. Açılmış olan 5-6 numaralı kontak ve 7-8 numaralı kontak kapanır.

4.7.6. Sinyal Lambaları

Kumanda devrelerinde en çok kullanılan elemanlar sinyal lambalarıdır. Sinyal lambalarının gövdelerine neon veya akkor telli lamba takılır. Neon lambalar 220 V gibi yüksek gerilimli kumanda devrelerinde, akkor telli lambalar ise 36 V gibi düşük gerilimli kumanda devrelerinde kullanılırlar.

Genellikle yeşil sinyal lambası devrenin çalıştığını, sarı lamba durduğunu ve kırmızı lamba devrede bir arıza olduğunu gösterir. Şekil 4.21’ de sinyal lambasının görünüşü verilmiştir.



Şekil 4.21. Lamba simgesi.

4.8. ELEKTRONİK KONTROL SİSTEMİ

Sistemin elektronik ünitesinin çalıştırdığı iki adet fan ve bir adet rezistans bulunmaktadır. Sistemin çalışma prensibi ise kabin içi sıcaklığın kurutma sıcaklık değerinin üzerine çıkmasını engellemek ve sistemdeki nemin alınması ile makinenin çalışmasını sonlandırarak gerçekleşir. Şekil 4.22’ de, Askı tipi çamaşır kurutma makinesi elektronik sistem görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.22. Askı tipi çamaşır kurutma makinesi elektronik sistem görüntüsü.

BÖLÜM 5

DENEY ÇALIŞMALAR VE SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

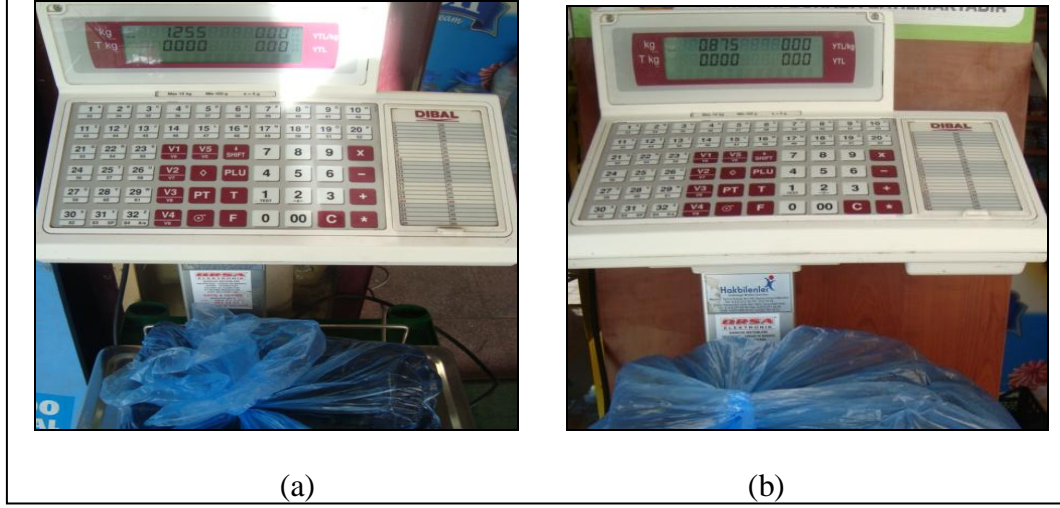
Askı tipi çamaşır kurutma makinesi Filmaksan şirketi ortaklığında santez projesi olarak yazılmıştır. Ancak projenin reddedilmesi nedeniyle askı tipi çamaşır kurutma makinesi tasarımı yapılarak KBÜ laboratuvarında prototipi yapılmış ve test edilmiştir. Askı tipi çamaşır kurutma makinesi tasarlanmadan önce farklı firmalara ait çamaşır kurutma makineleri ve bu makinelerin test kriterleri incelenmiştir.

5.1. DENEYLERİN YAPILIŞI

Deney sistemi, nem yüklü çamaşır kütlelerinin kurutulması işleminde kabin içindeki sıcaklık ve nem değişimi 5'er dakikalık zaman aralıklarında LCD ekrandan okunarak veriler bilgisayar ortamında kaydedilmiştir. Sıcaklık ve nem miktarları ölçümünde SHT11 sensörü kullanılmıştır.

Deneylere başlayabilmek için kullanılacak giysiler önce yıkama işlemine tabi tutulmuş daha sonra 1,255, 2,070, 3,065, 4,085, 5,090 ve 6,005 kg'lık paketler halinde hassas terazi kullanılarak tartılıp kurutulmak üzere askı tipi çamaşır kurutma makinesinin içine asılıp kurutma süreleri gözlenmiştir.

Şekil 5.1' de yıkanmış nem yüklü 1,255 kg'lık çamaşır kütlesi ve bu kütledeki çamaşırların kurutulduktan sonraki 0,875 kg olan ağırlık değişim miktarının, 5 gr hassasiyetinde tartım yapan hassas terazi ile ölçülmesi gösterilmiştir. Askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemi gerçekleşirken, nem yüklü hava kütlelerinin nemini bırakarak, çamaşırların kuruması esnasında sıcaklık ve nem miktarının değişimi zamana bağlı olarak ölçülmüştür.



Şekil 5.1. Çamaşır tartımı. a) yıkanmış (1,255 kg), b) kurutulmuş (0,875 kg).

Şekil 5.2’ de, ölçümü yapılmış olan 1,255 kg ağırlığındaki çamaşır kütesinin askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemine hazır hale getirildiği asma işlemi gösterilmiştir.



Şekil 5.2. 1,255 kg kütledeki çamaşırın sisteme asılması.

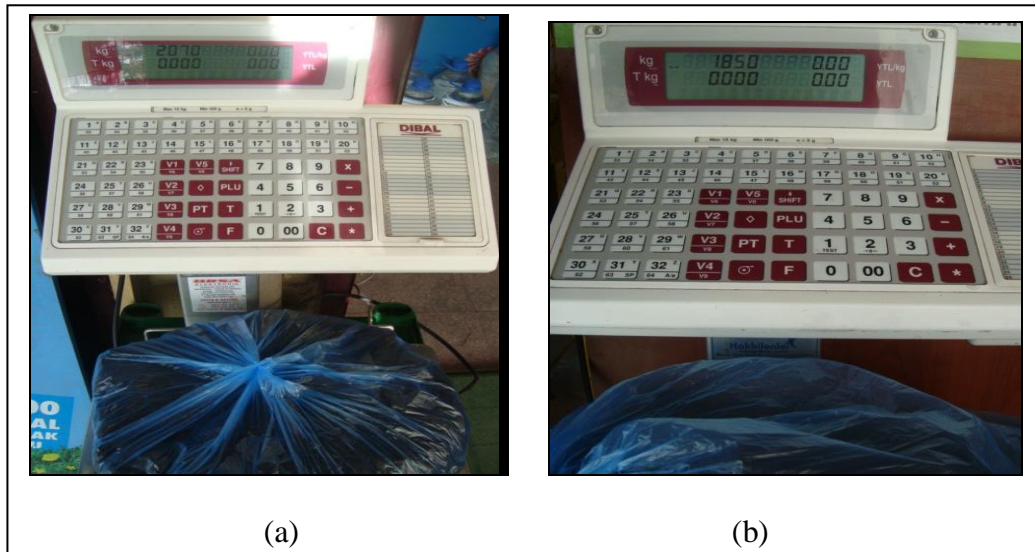
Kurutucu kabin içerisine asılmış olan 1,255 kg ağırlığındaki çamaşır kütesini kurutulma işlemi 5’ er dakikalık zaman aralıkları ile SHT11 sıcaklık ve nem ölçümü yapan sensör kullanılarak, kabin içerisindeki sıcaklık ve nem değişimi miktarları veri olarak toplanmış ve elde edilen veriler Çizelge 5.1’ de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. 1,255 kg kütleli çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.

Deney süresi (dak)	Isıtıcı gücü (W)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
0	1000	30	44,5
5	1000	50,1	34,2
10	1000	52,8	29,2
15	1000	57,2	25,9
20	1000	59,5	24,8
25	1000	59,9	23,2
30	1000	60	22,0

Şekil 5.3' te, yıkanmış nem yüklü 2,070 kg' lık çamaşır kütle ve bu kütledeki çamaşırların kurutulduktan sonraki 1,850 kg olan ağırlık değişim miktarının hassas terazi ile ölçümü gösterilmiştir. Askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemi gerçekleşirken nem yüklü hava kütesinin nemini bırakarak kuruması işleminde yıkanmış çamaşırların kurutulduktan sonraki kütle değişimi gözlenmiştir.

Şekil 5.4' de 2,070 kg ağırlığındaki çamaşır kütesinin askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemine hazır hale getirildiği asma işlemi gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Kütle tartımı. a) yıkanmış (2,070 kg), b) kurutulmuş (1,850 kg).



Şekil 5.4. 2,070 kg kütledeki çamaşırın kabin içerisine asılması.

Kurutucu kabin içerisine asılmış olan 2,070 kg ağırlığındaki çamaşır kütlelerini kurutulma işlemi 5' er dakikalık zaman aralıkları ile SHT11 sıcaklık ve nem ölçümü yapan sensör kullanılarak, sistemdeki sıcaklık ve nem değişimi miktarları verileri toplanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.2' de gösterilmiştir. Kuruma işlemi 40 dakika sürmüştür.

Çizelge 5.2. 2,070 kg kütleli çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.

Deney süresi (dak)	Isıtıcı gücü (W)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
0	1000	30,5	44,4
5	1000	43,5	40,9
10	1000	47,2	38,8
15	1000	52	36,5
20	1000	54,7	28,7
25	1000	57,6	26,2
30	1000	59,3	24,1
35	1000	59,8	23,2
40	1000	60	22,0

Şekil 5.5' te, yıkanmış nem yüklü 3,065 kg' lık çamaşır kütleleri ve bu kütledeki çamaşırların kurutulduktan sonraki 2,845 kg olan ağırlık değişim miktarı 5 gr

hassasiyetinde tartım yapan hassas terazi ile ölçülmüştür. Askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemi gerçekleşirken nem yüklü hava kütleinin nemini bırakarak kuruması işleminde yıkanmış çamaşırların kurutulduktan sonraki kütle değişimi gözlenmiştir.



Şekil 5.5. Çamaşır tartımı. a) yıkanmış (3,065 kg), b) kurutulmuş (2,845 kg).

Şekil 5.6' da ölçümü yapılmış olan 3,065 kg ağırlığındaki çamaşır kütleinin askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemine hazır hale getirildiği asma işlemi gösterilmiştir.



Şekil 5.6. 3,065 kg kütledeki çamaşırın sisteme asılması.

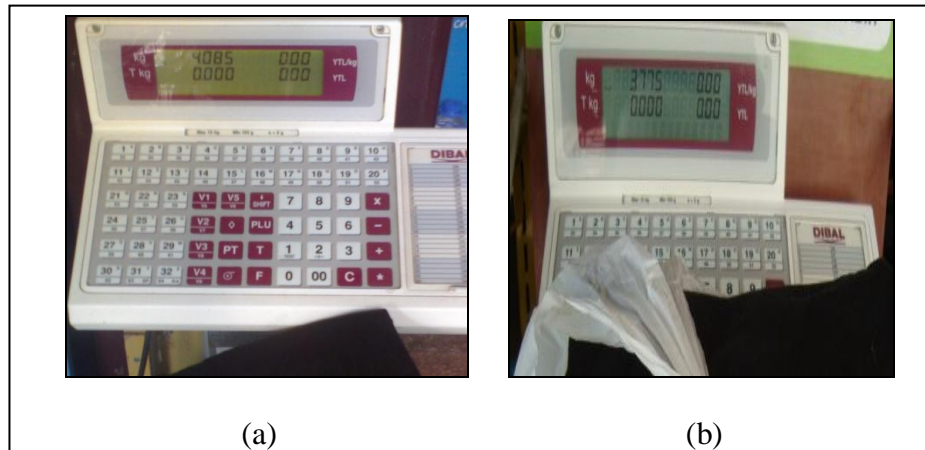
Kurutucu kabin içerisine asılmış olan 3,065 kg ağırlığındaki çamaşır kütleini kurutulma işlemi 5' er dakikalık zaman aralıkları ile SHT11 sıcaklık ve nem ölçümü yapan sensör kullanılarak, sistemdeki sıcaklık ve nem değişimi miktarları veri olarak toplanmış ve elde edilen veriler Çizelge 5.3' te gösterilmiştir.

Çizelge 5.3. 3,065 kg çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.

Deney süresi (dak)	Isıtıcı gücü (W)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
0	1000	31	53,2
5	1000	43,8	45,0
10	1000	48,6	40,6
15	1000	52,2	38,0
20	1000	55,7	35,7
25	1000	58,2	32,6
30	1000	59	29,0
35	1000	59,6	26,8
40	1000	60	23,9
45	1000	60	22,0

Şekil 5.7’ de yıkanmış nem 4,085 kg’ lık çamaşır kütlesi ve bu kütledeki çamaşırların kurutulduktan sonraki 3,775 kg olan ağırlık değişim miktarının hassas terazi ile tartılması gösterilmiştir. Askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemi gerçekleşirken nem yüklü hava kütesinin nemini bırakarak kuruması işlemi yıkanmış çamaşırların kurutulduktan sonraki kütle değişimi gözlenmiştir.

Şekil 5.8’ de, ölçümü yapılmış olan 4,085 kg ağırlığındaki çamaşır kütesinin askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemine hazır hale getirildiği asma işlemi gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Çamaşır tartımı. a) yıkanmış (4,085kg), b) kurutulmuş (3,775 kg).



Şekil 5.8. 4,085 kg kütledeki çamaşırın sisteme asılması.

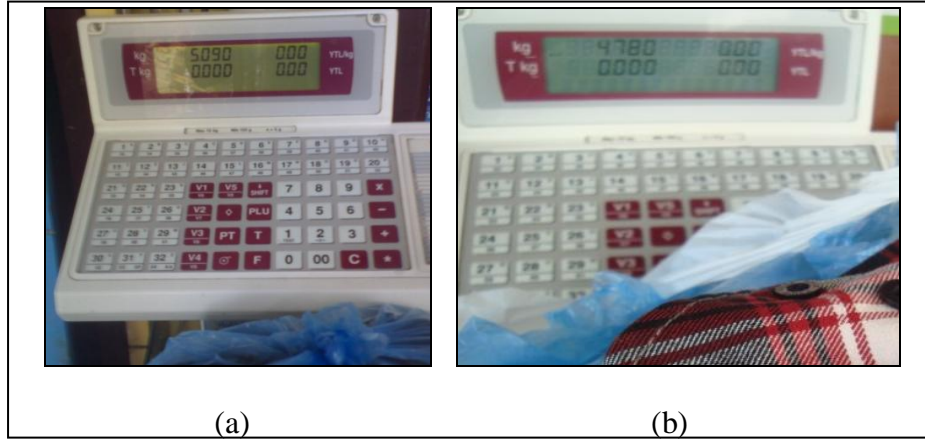
Kurutucu kabin içerisine asılmış olan 4,085 kg ağırlığındaki çamaşır kütlelerini kurutulma işlemi 5'er dakikalık zaman aralıkları ile SHT11 sıcaklık ve nem ölçümü yapan sensör kullanılarak, sistemdeki sıcaklık ve nem değişimi miktarları veri olarak toplanmış ve elde edilen veriler Çizelge 5.4' te gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. 4,085 kg kütleli çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.

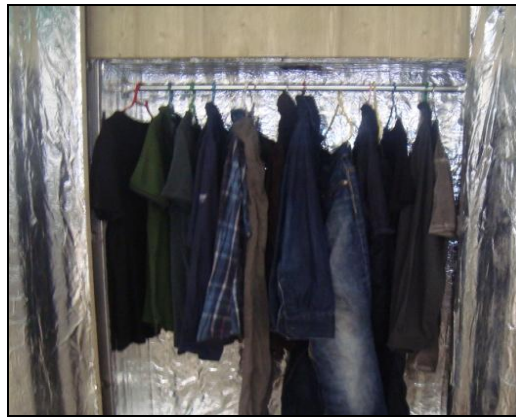
Deney süresi (dak)	Isıtıcı gücü (W)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
0	1000	30,5	71,1
5	1000	38	58,1
10	1000	47	46,8
15	1000	50,4	43,5
20	1000	53,6	37,5
25	1000	56,6	34,9
30	1000	59,5	32,1
35	1000	60	30,9
40	1000	59,9	27,5
45	1000	60	23,9
50	1000	60	22

Şekil 5.9’ da, yıkanmış nem 5,090 kg’ lık çamaşır kütlesi ve bu kütledeki çamaşırların kurutulduktan sonraki 4,780 kg olan ağırlık değişim miktarının hassas terazi ile tartılması gösterilmiştir. Askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemi gerçekleşirken nem yüklü hava kütesinin nemini bırakarak kuruması işleminde yıkanmış çamaşırların kurutulduktan sonraki kütle değişimi gözlenmiştir.

Şekil 5.10’ da, ölçümü yapılmış olan 5,090 kg ağırlığındaki çamaşır kütesinin askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemine hazır hale getirildiği asma işlemi görülmektedir.



Şekil 5.9. Çamaşır tartımı. a) yıkanmış (5,090 kg), b) kurutulmuş (4,780 kg).



Şekil 5.10. 5,090 kg kütledeki çamaşırın sisteme asılması.

Kurutucu kabin içerisine asılmış olan 5,090 kg ağırlığındaki çamaşır kütesini kurutulma işlemi 5’ er dakikalık zaman aralıkları ile SHT11 sıcaklık ve nem ölçümü

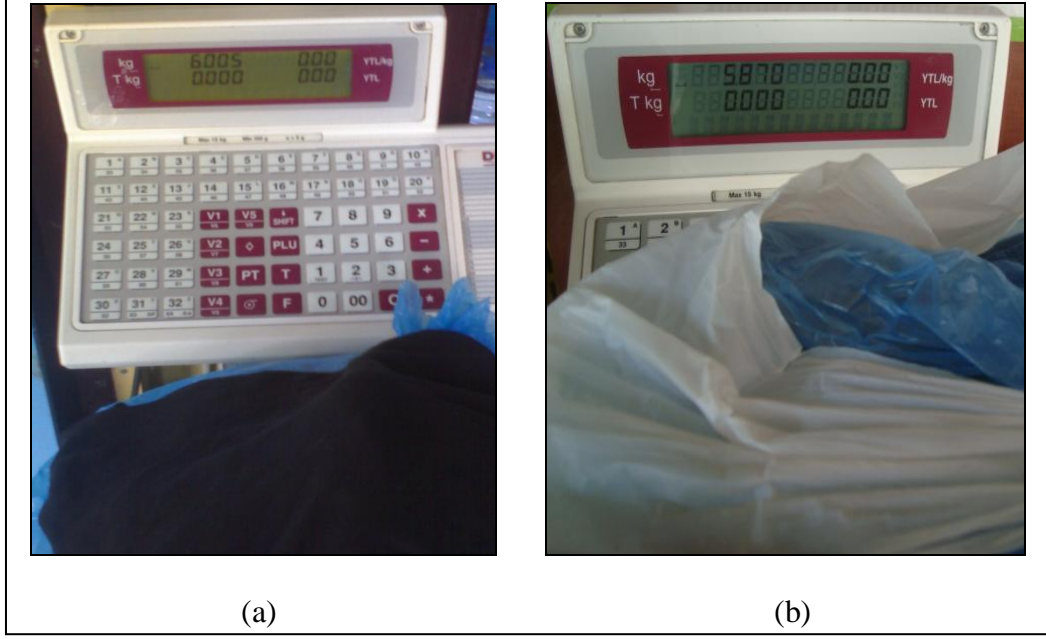
yapan sensör kullanılarak, sistemdeki sıcaklık ve nem değişimi miktarları veri olarak toplanmış ve elde edilen veriler Çizelge 5.5’ te gösterilmiştir.

Çizelge 5.5. 5,090 kg kütleli çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.

Deney süresi (dak)	Isıtıcı gücü (W)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
0	1000	31	76
5	1000	37	60,2
10	1000	46	49,4
15	1000	50,9	45,2
20	1000	54,1	41,3
25	1000	56,8	38,6
30	1000	58,9	35,7
35	1000	59,2	32,3
40	1000	59,9	29,7
45	1000	60	26,7
50	1000	60	24,8
55	1000	59,7	23,3
60	1000	60	22

Şekil 5.11’ de, yıkanmış nem 6,005 kg’ lık çamaşır kütlesi ve bu kütledeki çamaşırların kurutulduktan sonraki 5,870 kg olan ağırlık değişim miktarı 5 gr hassasiyetinde tartım yapan hassas terazi ile ölçülmüştür. Askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemi gerçekleşirken nem yüklü hava kütesinin nemini bırakarak kuruması işleminde yıkanmış çamaşırların kurutulduktan sonraki kütle değişimi gözlenmiştir.

Şekil 5.12’ de, ölçümü yapılmış olan 6,005 kg ağırlığındaki çamaşır kütesinin askı tipi çamaşır kurutma makinesinde kurutma işlemine hazır hale getirildiği asma işlemi görülmektedir.



Şekil 5.11. Çamaşır tartımı. a) yıkanmış (6,005kg), b) kurutulmuş (5,870 kg).



Şekil 5.12. 6,005 kg kütledeki çamaşırın sisteme asılması.

Kurutucu kabin içerisine asılmış olan 6,005 kg ağırlığındaki çamaşır kütlelerini kurutulma işlemi 5' er dakikalık zaman aralıkları ile SHT11 sıcaklık ve nem ölçümü yapan sensör kullanılarak, sistemdeki sıcaklık ve nem değişimi miktarları veri olarak toplanmış ve elde edilen veriler Çizelge 5.6' da gösterilmiştir.

Çizelge 5.6. 6,005 kg kütleli çamaşırın kurutulması işlemindeki sıcaklık ve nem ölçümleri.

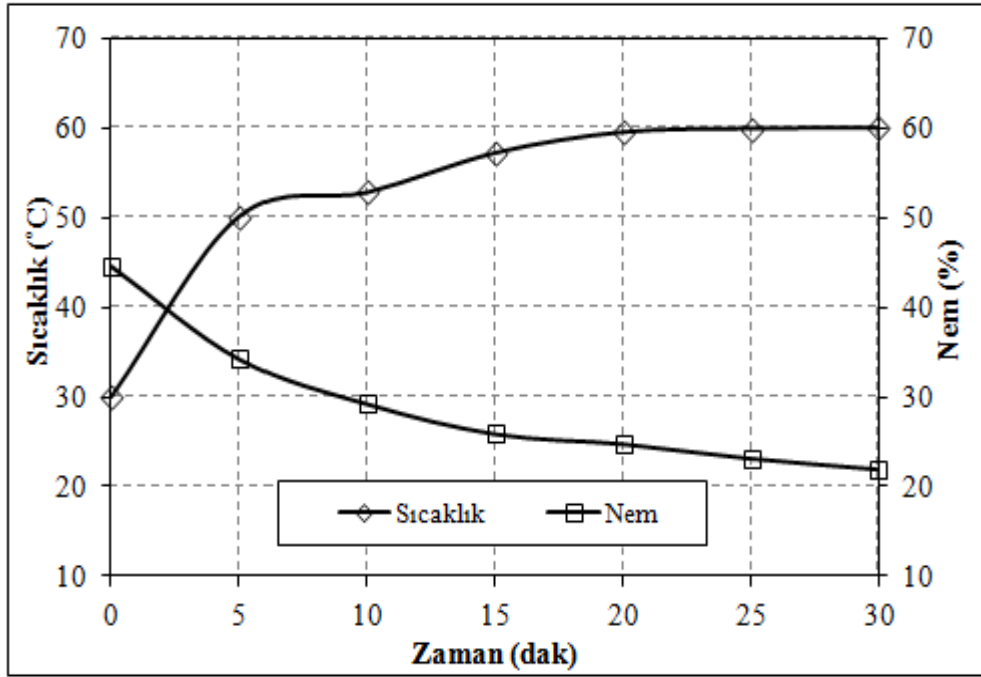
Deney süresi (dak)	Isıtıcı gücü (W)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
0	1000	30	77
5	1000	35	61,3
10	1000	43	50,2
15	1000	49	46,7
20	1000	53,6	42,4
25	1000	55,4	39,6
30	1000	57,2	36,5
35	1000	59,1	34,9
40	1000	59,8	31,7
45	1000	60	29,6
50	1000	60	28,1
55	1000	59,7	26,4
60	1000	60	24,8
65	1000	59,9	23,5
70	1000	60	22,9
75	1000	60	22

5.2. DENEY SONUÇLARINI DEĞERLENDİRİLMESİ

Literatürde de verildiği gibi çamaşırların kuru olarak ifade edilebilmesi için nem içeriğinin yaklaşık %22 seviyesinde olması gerekmektedir. Bu nedenle kurutma işlemleri bu nem seviyesinde sonlandırılmıştır. Daha fazla kurutma ütüleme, çamaşır yapısının bozulması ve kırıçlıkların artması gibi problemlere neden olacaktır.. Nem miktarı %22 seviyesine düştüğünde sensörler sistemi otomatik olarak durdurmaktadır. Ayrıca çamaşırların zarar görmemesi için sıcaklık değeri 60 °C üzerine çıkarılmamıştır.

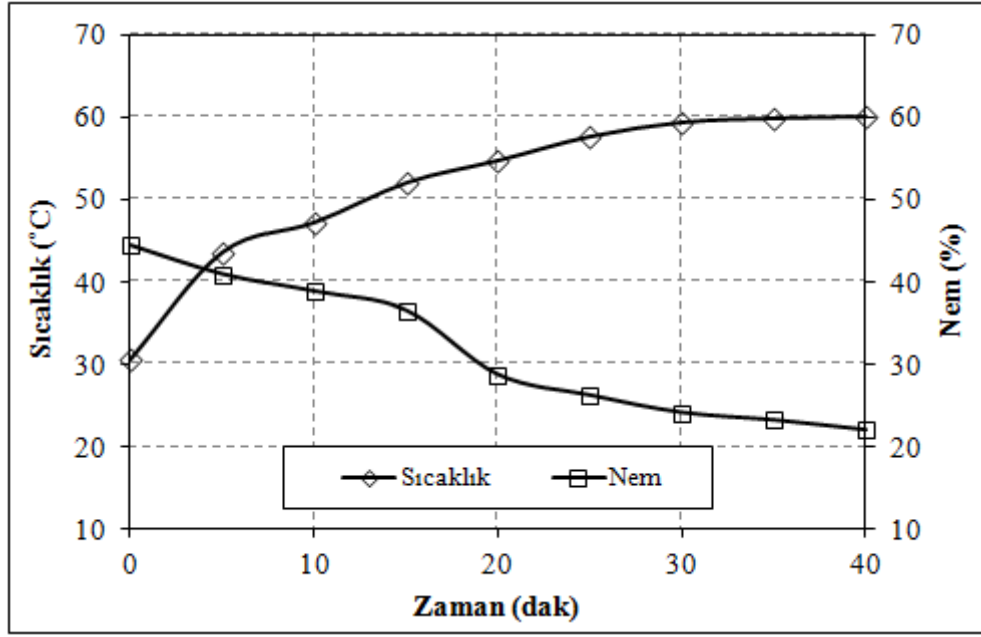
Yaş ağırlığı 1,255 kg'lık çamaşır kütesine ait kurutma işleminde kabin içi sıcaklık ve nemin zamana bağlı değişimi Şekil 5.13' te gösterilmiştir. 1,255 kg çamaşır

kütlesi için kuruma işlemi 30 dakikada tamamlanmıştır. Oda sıcaklıklarında başlayan kurutma işleminde, sıcaklık hızlı şekilde yükselirken kabin içerisindeki nem sıcaklık artışına bağlı olarak düşmeye başlamış 30 dakika sonunda %22 seviyesine düşmüştür. Kurutma işlemi sonucunda çamaşır kütlesi 0,875 kg'a düşmüştür. Yaklaşık 0,38 kg nem kondenser yüzeyinde yoğunlaştırularak kurutma kabininden tahliye edilmiştir.



Şekil 5.13. 1,255 kg çamaşırın zamana bağlı sıcaklık- nem değer ölçümleri.

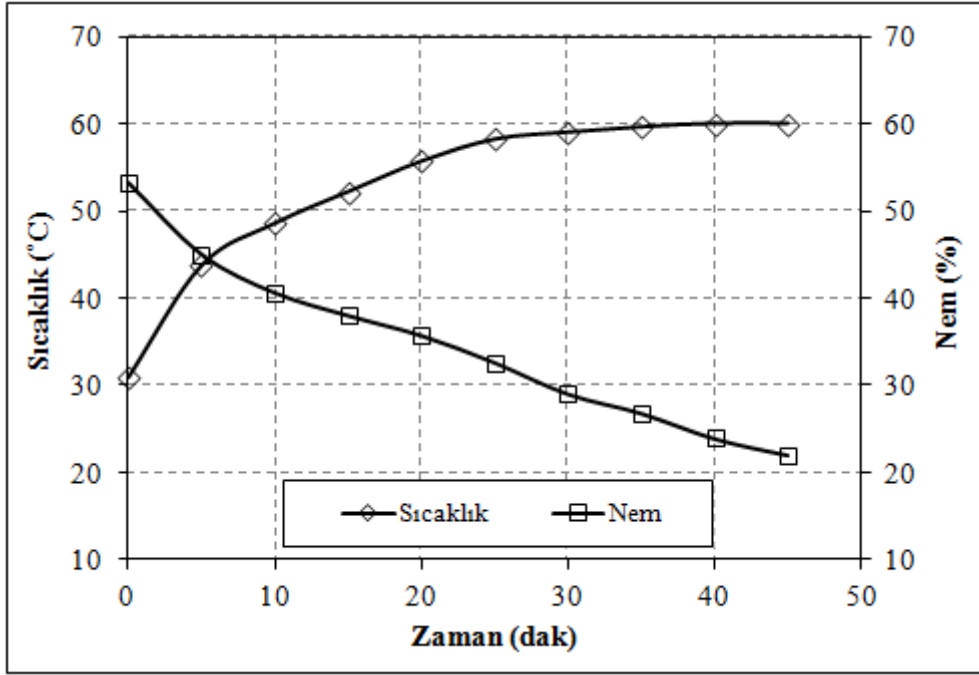
Yaş ağırlığı 2,070 kg'lık çamaşır kütlesine ait kurutma işleminde kabin içi sıcaklık ve nemin zamana bağlı değişimi Şekil 5.14' te gösterilmiştir. 2,070 kg çamaşır kütlesi için kuruma işlemi 40 dakikada tamamlanmıştır. Oda sıcaklıklarında başlayan kurutma işleminde, sıcaklık hızlı şekilde yükselirken kabin içerisindeki nem sıcaklık artışına bağlı olarak düşmeye başlamış 40 dakika sonunda %22 seviyesine düşmüştür. Kurutma işlemi sonucunda çamaşır kütlesi 1,850 kg'a düşmüştür. Yaklaşık 0,22 kg nem kondenser yüzeyinde yoğunlaştırularak kurutma kabininden tahliye edilmiştir.



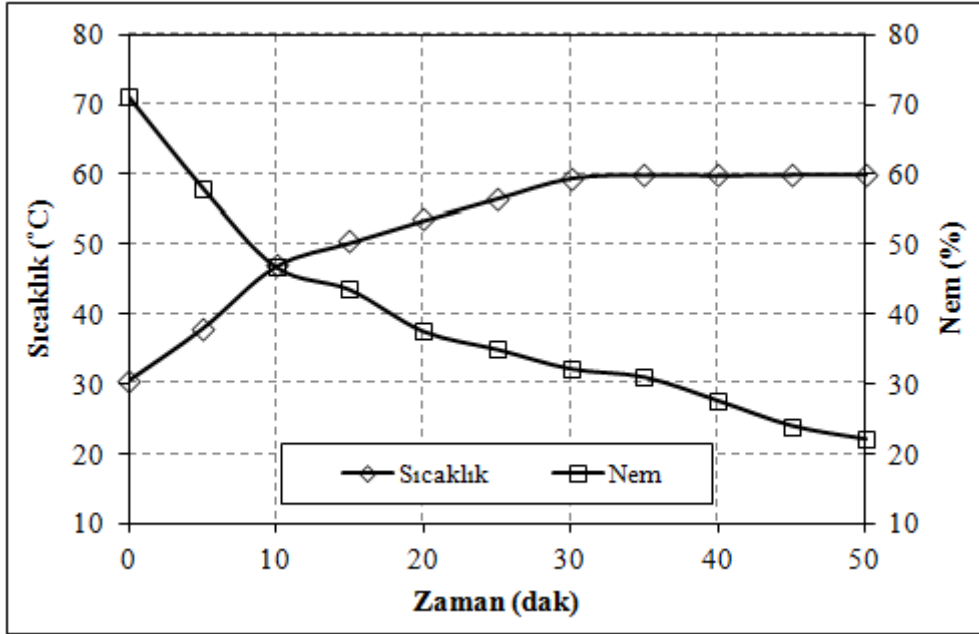
Şekil 5.14. 2,070 kg çamaşırın zamana bağlı sıcaklık ve nem değer ölçümleri.

Yaş ağırlığı 3,065 kg'lık çamaşır kütesine ait kurutma işleminde kabin içi sıcaklık ve nemin zamana bağlı değişimi Şekil 5.15' te gösterilmiştir. 3,065 kg çamaşır kütesi için kuruma işlemi 45 dakikada tamamlanmıştır. Oda sıcaklıklarında başlayan kurutma işleminde, sıcaklık hızlı şekilde yükselirken kabin içerisindeki nem sıcaklık artışına bağlı olarak düşmeye başlamış 45 dakika sonunda %22 seviyesine düşmüştür. Kurutma işlemi sonucunda çamaşır kütesi 2,845 kg'a düşmüştür. Yaklaşık 0,22 kg nem kondenser yüzeyinde yoğunlaştırularak kurutma kabininden tahliye edilmiştir.

Yaş ağırlığı 4,085 kg çamaşır kütesine ait kurutma işleminde kabin içi sıcaklık ve nemin zamana bağlı değişimi Şekil 5.16' da gösterilmiştir. 4,085 kg çamaşır kütesi için kuruma işlemi 50 dakikada tamamlanmıştır. Oda sıcaklıklarında başlayan kurutma işleminde, sıcaklık hızlı şekilde yükselirken kabin içerisindeki nem sıcaklık artışına bağlı olarak düşmeye başlamış 50 dakika sonunda %22 seviyesine düşmüştür. Kurutma işlemi sonucunda çamaşır kütesi 3,775 kg'a düşmüştür. Yaklaşık 0,31 kg nem kondenser yüzeyinde yoğunlaştırularak kurutma kabininden tahliye edilmiştir. Çamaşır kütesi arttıkça nem miktarına ve çamaşırların kabin içerisindeki hava sirkülasyonunun etkilemesinden dolayı kurutma süresi artış göstermiştir.



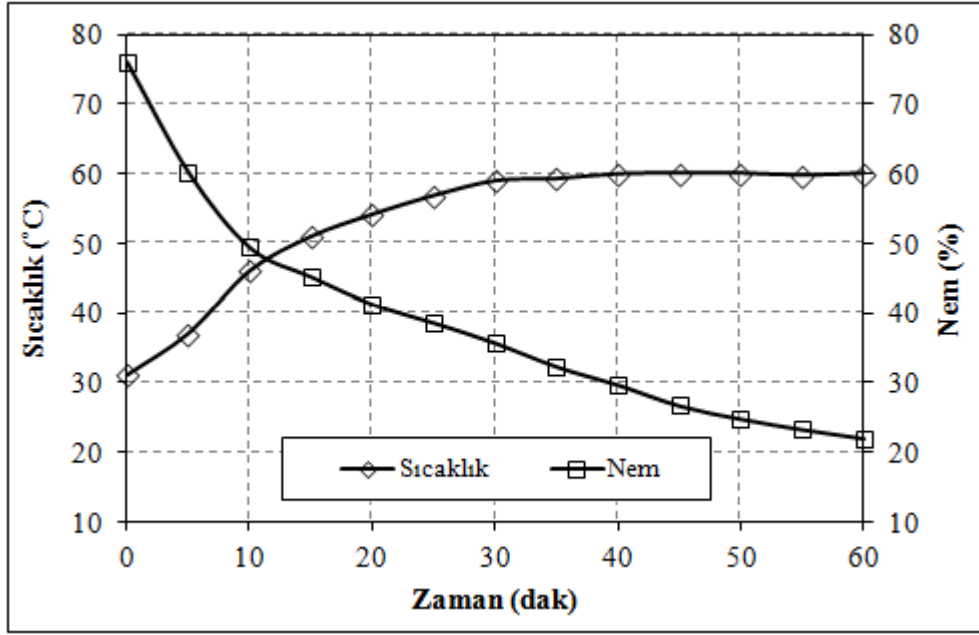
Şekil 5.15. 3,065 kg çamaşırın zamana bağlı sıcaklık- nem değer ölçümleri.



Şekil 5.16. 4,085 kg çamaşırın zamana bağlı sıcaklık- nem değer ölçümleri.

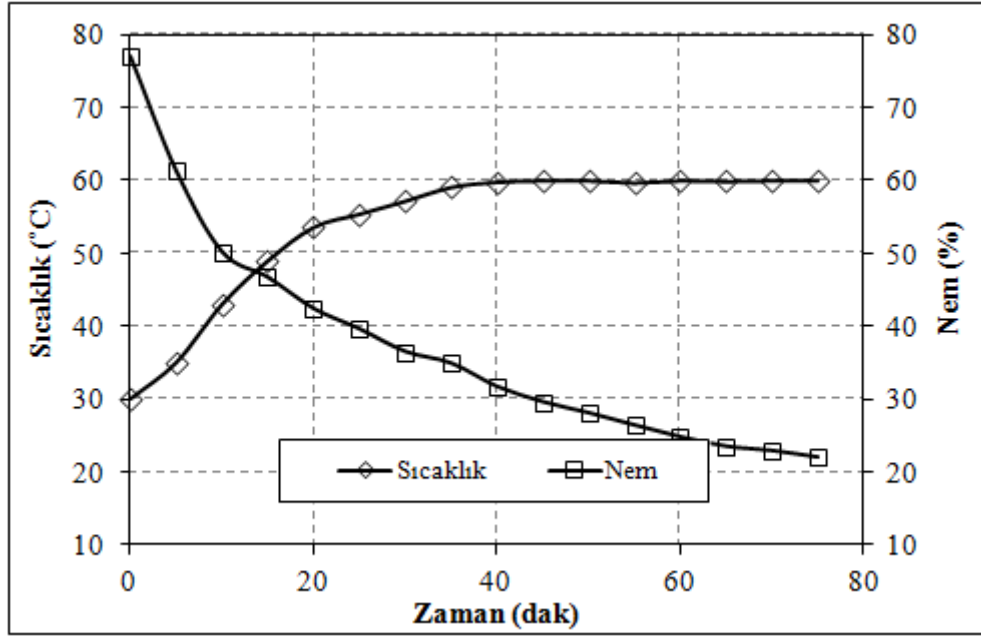
Yaş ağırlığı 5,090 kg'lık çamaşır kütesine ait kurutma işleminde kabin içi sıcaklık ve nemin zamana bağlı değişimi Şekil 5.17' de gösterilmiştir. 5,090 kg çamaşır kütesi için kuruma işlemi 60 dakikada tamamlanmıştır. Oda sıcaklıklarında başlayan kurutma işleminde, sıcaklık hızlı şekilde yükselirken kabin içerisindeki nem sıcaklık

artışına bağlı olarak düşmeye başlamış 60 dakika sonunda %22 seviyesine düşmüştür. Kurutma işlemi sonucunda çamaşır kütlesi 4,780 kg'a düşmüştür. Yaklaşık 0,31 kg nem kondenser yüzeyinde yoğunlaştırularak kurutma kabininden tahliye edilmiştir.

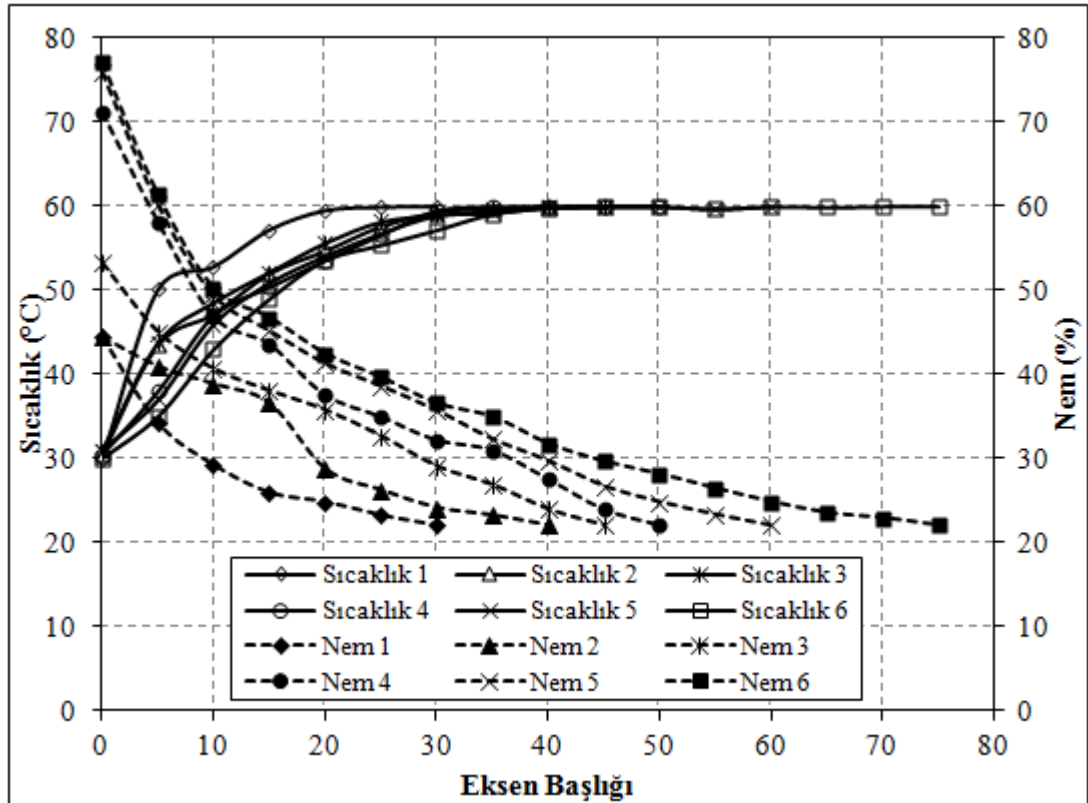


Şekil 5.17. 5,090 kg çamaşırın zamana bağlı sıcaklık- nem değer ölçümleri.

Yaş ağırlığı 6,005 kg'lık çamaşır kütlesine ait kurutma işleminde kabin içi sıcaklık ve nemin zamana bağlı değişimi Şekil 5.13' te gösterilmiştir. 6,005 kg çamaşır kütlesi için kuruma işlemi 75 dakikada tamamlanmıştır. Oda sıcaklıklarında başlayan kurutma işleminde, sıcaklık hızlı şekilde yükselirken kabin içerisindeki nem sıcaklık artışına bağlı olarak düşmeye başlamış 75 dakika sonunda %22 seviyesine düşmüştür. Kurutma işlemi sonucunda çamaşır kütlesi 5,870 kg'a düşmüştür. Yaklaşık 0,135 kg nem kondenser yüzeyinde yoğunlaştırularak kurutma kabininden tahliye edilmiştir.



Şekil 5.18. 6,005 kg çamaşırım zamana bağlı sıcaklık- nem değer ölçümleri.



Şekil 5.19. Farklı kütlelerdeki yıkanmış çamaşırın zamana bağlı sıcaklık ve nem ölçümleri.

Şekil 5.19' da farklı 1,255, 2,070, 3,065, 4,085, 5,090 ve 6,005 kg çamaşır kütlelerinde kabin içi sıcaklık ve nem değişimi karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Kuruma işlemi öncesi her bir kütlede kabin içi nem miktarları sırasıyla %44,5, 44,4, 53,2, 71,1, 76 ve 77 sıcaklık ise 30 °C'dir. Çamaşır kütesine, sıcaklığa, bağlı nem miktarına ve kabin içerisindeki hava sirkülasyonuna bağlı olarak 1,255, 2,070, 3,065, 4,085, 5,090 ve 6,005 kg kütleleri için sırasıyla 30, 40, 45, 50, 60 ve 75 dakika sürede kurutma işlemi tamamlanmıştır. Kurutma işleminde bütün çamaşır kütleleri için sıcaklık ilk 25 dakika hızlı şekilde artarken 60 °C seviyesine ulaştığında stabil duruma gelmek, ısıtıcı rezistan kontrolü ile bu seviyede tutulmaktadır. Kabin içi bağlı nem değerleri ise sıcaklığa bağlı olarak azalmakta ve kuruma sonunda %22 seviyesine düşmektedir. Bu kurutma sürelerinde harcanan enerji miktarları ise kurutulacak çamaşır kütesine bağlı olmakla birlikte 1,255 kg çamaşır için 0,5 kWh olurken bu değer kabin tam yükte çalıştırıldığında, kurutma süresinin de artmasına bağlı olarak 1,25 kWh olarak bulunmuştur.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. SONUÇLAR

Bu çalışmada çamaşır kurutma işlemi için en pratik ve maliyeti en düşük tasarım ön planda tutularak, tasarımı ve prototipi yapılan askı tipi çamaşır kurutma makinesinin kg başına çamaşır kurutma parametreleri incelenmiştir. Elde edilen deneysel veriler çizelge ve grafiklerle gösterilmiştir. Çalışma boyunca yapılan gözlem ve deneylerle aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Yapılan deneylerde çamaşırlar yıkama işleminden sonra 1,255, 2,070, 3,065, 4,085, 5,090 ve 6,005 kg paketler halinde tartılarak kurutulmak üzere askı tipi çamaşır kurutma makinesinin içine asılıp kuruma süreleri gözlenmiştir. Kurutulacak çamaşır kütlesi arttıkça kurutma süresinin arttığı belirlenmiştir. En hızlı kurutma süresi, az çamaşır kütlesi olan 1,255 kg için 30 dakika olarak bulunurken, en uzun süre ise 6,005 kg çamaşır kütlesi için 75 dakika olarak bulunmuştur.
- Askı tipi çamaşır kurutma makinesinin 1,255, 2,070, 3,065, 4,085, 5,090 ve 6,005 kg'lık nemli çamaşır kütlelerini kurutabilmek için çamaşır kütlesine bağlı olarak, minimum 0,5 kWh ile maksimum 1,25 kWh değerleri arasında enerji harcamıştır. Mevcut makinelerle karşılaştırıldığında ısı pompalı olanlar 1400 dev/dak' da sıkılmış 6 kg çamaşırı 1,62 kWh enerji tüketerek kurutmaktadır. Baca tipi ve kondenser tipi çamaşır kurutma makineleri ise 1400 devir/dak'da sıkılmış 6 kg çamaşırı yaklaşık 3,36 kWh enerji tüketerek kurutabilmektedir. Bu yönden de enerji verimliliği açısından daha az enerji ile aynı sürelerde kurutma işlemi yapabilmektedir.

- Askı tipi çamaşır kurutma makinesi enerji verimliliği, sessiz çalışma özelliği, kırışık ve yıpranmayı en aza indirecek şekilde kurutma işlemi yapması ve ütüleme süresini kısaltması, dekoratif (askı, aynalı dolap) özellikte olup mahalin istenilen herhangi bir yerinde çok amaçlı kullanılabilirliği başlıca üstün özelliklerini oluşturmaktadır.

6.2. ÖNERİLER

Sistemin tasarım, prototip ve deney sonuçlarından elde edilen verilere göre daha sonraki yapılacak çalışmalarda aşağıdaki öneriler dikkate alınabilir;

- Askı tipi çamaşır kurutma makinesinin kurutma süresini azaltmak amacıyla 1000 W'lık ısıtıcı yerine 2000 veya 2500 W değerinde olan ısıtıcılar kullanılabilir. Isıtıcının gücü artacağından kabinin ısınma süresi azalacaktır, kabin içerisindeki sıcaklık değerinin zamana bağlı yükselme süresi azaltılmış olacaktır.
- Sistemin modelini oluşturan ölçüler 300x900x1800 olmak üzere küçültülürse kabinin iç hacmi küçüleceğinden kabin içerisindeki hava daha çabuk ısınacaktır ve böylece kurutma sürecinde kısaltılmış olacaktır. Ancak kabin kurutma kapasitesinde bir miktar azalmaya neden olacaktır.
- Askı tipi çamaşır kurutma makinesi gövdesi yapılan bu çalışmada çelik sac malzemeden yapılmıştır. Düşük maliyetli malzemeler (ahşap vb.) kullanılarak imal edilirse ilk yatırım maliyetleri düşürülebilecektir.
- Sistemdeki nem yüklü havanın nem yükünü bırakarak yoğunlaştırma kısmından verim alınabilmesi için iyi havalandırılmış bir ortamda kurutma işleminin yapılması tavsiye edilir.

KAYNAKLAR

1. Mujumdar, A.S., "Preface In: Modern Drying Technology", *Beijing: Chemical Industry Press*; Chine, 123-137 (1998).
2. Doğan, H., "Isı borulu günes kollektörü ile kurutma", *P. Ü. Müh. Bil. Dergisi*, 5 (1): 921-925 (1999).
3. Strumillo C. and Lopez-Cacicedo C., "Handbook of Industrial Drying". *New York: Marcel Dekker, Inc.*; New York, 165-174 (1987).
4. Luikov, A.V., Sheiman, V.A., Kuts P.S. and Slobodkin L.S., "An approximate method of calculating the kinetics of the drying process", *J. Eng Phys Thermophys*, 13 (5): 387-93 (1967).
5. Lambert, A.J.D., Spruit F.P.M. and Claus J., "Modelling as a tool for evaluating the effects of energy-saving measures. case study: a tumble drier", *Applied Energy*, 28: 33-47 (1991).
6. Erera, C.O. and Rahman, M.S., "Heat pump demuhidifier drying of food", *Trends in Food Science Technology*, 8 (3): 75-79 (1997).
7. Deans,J., "The modelling of a domestic tumbler dryer", *Applied Thermal Energy*, 21 (9): 977-990 (2001).
8. Bansal, P.K., Braun, J. and Groll, E., "Improving the energy efficiency of conventional tumbler clothes drying systems", *International Journal of Energy Research*, 25 (15): 1315-1332 (2001).
9. Braun, J., Bansal, P.K., and Groll, E., "Energy efficiency analysis of air cycle heat pump dryers", *International Journal of Refrigeration*, 25 (7): 954- 965 (2002).
10. Bassily, A.M. and Colver, G.M., "Performance analysis of an electric clothes dryer", *Drying Technology*, 21 (3): 500-524 (2003).
11. Demirhan, F. ve Meriç B., "Örme kumaş ve giysilerde yıkama ve kurutma sonrası boyut değişimlerinin İncelenmesi", *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11 (3): 381-390 (2005).
12. Söylemez, M., S., "Optimum heat pump in drying systems with waste heat recovery", *Journal of Food Engineering*, 74 (3): 292-298 (2006).

13. Cooper, M.J., “Energy efficiency of a Fisher and Paykel household tumbler dryer”, *Project in Mechanical Engineering, The University of Auckland*, 102-109 (2006).
14. Ceylan, İ. ve Aktaş, M., “Isı pompası destekli bir kurutucuda fındık kurutulması”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1): 215-222 (2008).
15. Colak, N. and Hepbasli, A., “A review of heat pump drying: Part 1 – Systems, models and studies”, *Energy Conversion and Management*, 50 (9): 2180–2186 (2009).
16. Bansal, P., Sharma, K. and Islam, S., “A novel design of a household clothes tumbler dryer”, *Applied Thermal Engineering*, 30 (4): 277–285 (2010).
17. İnternet: Milli Eğitim Bakanlığı “Kurutucular”, <http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/elektrik/moduller/kurutucular.pdf>, (2012).

ÖZGEÇMİŞ

Ali İbrahim TOKAT 1986 yılında Kırklareli de doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Tekirdağ da tamamladı. Saray Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Tasarım ve Konstrüksiyon Öğretmenliği Bölümünden 2010 yılında mezun oldu. 2010 yılında Karabük Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen bu Ana Bilim Dalında eğitimini sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : 100.Yıl Mah. İkbal Sitesi B Blok No:2
KARABÜK
Tel : 0554 3482291
E-posta : ali.ibrahimtokat@hotmail.com