

T.C
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KROM-NİKEL(Cr/Ni) FİLAMANT TAKVİYELİ
ÇEKİRDEK İPLİKLERDEN ÜRETİLMİŞ TEKSTİL
YÜZEYLERİNİN ISITMA AMAÇLI KULLANILMASI

Mahir TORSUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. İsmail USTA

İSTANBUL 2009

T.C
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KROM-NİKEL(Cr/Ni) FİLAMENT TAKVİYELİ
ÇEKİRDEK İPLİKLERDEN ÜRETİLMİŞ TEKSTİL
YÜZEYLERİNİN ISITMA AMAÇLI KULLANILMASI

Mahir TORSUN
141102820060348

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. İsmail USTA

İSTANBUL 2009

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABUL ve ONAY BELGESİ

Mahir TORSUN'un **KROM-NİKEL (Cr/Ni) FİLAMANT TAKVİYELİ ÇEKİRDEK İPLİKLERDEN ÜRETİLMİŞ TEKSTİL YÜZEYLERİNİN ISITMA AMAÇLI KULLANILMASI** başlıklı Lisansüstü tez çalışması, M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 01.06.2009 tarih ve 2009/13-17 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı Tekstil Eğitimi Programında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak Kabul edilmiştir.

Danışman : (Yrd. Doç. Dr. İsmail USTA) (Marmara Üniversitesi).....
1. Üye : (Prof. Dr. Mehmet AKALIN) (Marmara Üniversitesi).....
2. Üye : (Yrd. Doç. Dr. Mustafa ATMACA) (Marmara Üniversitesi).....

Tezin Savunulduğu Tarih: 01. 07. 2009

ONAY

M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 19.08.2009 tarih ve 2009/18-02 sayılı kararı ile Mahir TORSUN'un Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı Tekstil Eğitimi Programında Y.Lisans (MSc.) derecesi alması onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Sevil ÜNAL



ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimimin ilk gününden sonuna kadar geçen sürede, her aşamada desteğini esirgemeyen, bilgi birikimini, tecrübesini ve değerli zamanını benimle paylaşan, tezin oluşumunda, düzenlenmesinde ve değerlendirilmesinde her türlü katkıda bulunan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. İsmail USTA' ya teşekkürü bir borç bilirim.

Tezde kullanılan krom-nikel filament takviyeli ipliğin üretimini için fabrikasını bize sonuna kadar açan H. Halil COBAN TEKSTİL A.Ş yönetim kurulu başkanı Sayın H. Halil COBAN' a teşekkürleri bir borç bilirim.

Tüm çalışmam boyunca maddi manevi desteklerini benden esirgemeyen ve her Zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA NO</u>
ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
SEMBOL LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
TABLO LİSTESİ.....	xvii
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM II. GENEL BÖLÜM.....	3
II.1 GENEL BİLGİLER VE KAYNAK BİLGİLERİN	
İRDELENMESİ.....	3
II.1.1. Metalik Liflerin Tarihi.....	5
II.1.2. Metal Lif Nedir.....	6
II.1.3. Metal Liflerin Üretimi.....	8
II.1.3.1. Demet Çekim Yöntemi.....	8
II.1.3.2. Tıraşlama.....	9
II.1.4. Metal İplik Üretimi.....	10
II.1.5. Metal Liflerin İşlenmesi.....	11
II.1.5.1. Kesikli Lif (Staple.....	11
II.1.5.2. Karışım (Harmanlama.....	11
II.1.5.3. Boyama.....	12
II.1.6. Metal Lif Çeşitleri ve Özellikleri.....	12
II.1.6.1. Paslanmaz Çelik.....	13
II.1.6.2. Alüminyum ve Magnezyum Tel.....	19
II.1.6.3 Demir Tel.....	20
II.1.6.4. Bakır ve Diğer Metal Teller.....	20
II.1.7. Metal Liflerin Kullanım Alanları.....	22

II.1.8. Metal Takviyeli İpliklerin Üretimi.....	23
II.1.8.1. Klasik Ring İplik Eğirme Makinesinde Metal İplik Üretimi..	23
II.1.8.2 Modifiye Edilmiş Ring İplik Eğirme Makinesinde Metal İplik Üretimi.....	24
II.1.8.3. Rotor Sarma ve Büküm Ünitesinde Metal İplik Üretimi..	24
II.1.8.4. DREF III Makinesinde Metal İplik Üretimi.....	26
II.1.8.5. Hava-Jetli Tekstüre Makinesinde Metal İplik Üretimi..	32
II.1.8.6. İçi Boş İğli Makinede Metal İplik Üretimi.....	32
II.1.8.7. Metal Takviyeli İplik Çeşitleri ve Kullanım Alanları.....	33
II.1.9. Metal Takviyeli İplikler Kullanılarak Üretilmiş Yüzeyler.....	39
II.1.9.1. Örme Yüzeyler.....	39
II.1.9.2. Kompozit Malzemeler.....	40
II.1.9.3. Dokuma Yüzeyler:.....	41
II.1.10. Şeritler.....	43
II.1.11. Keçe Üretimi.....	43
II.1.12. Halatlar.....	44
II.1.13. Metal Kaplama İle Elde Edilen İletken Yüzeyler.....	44
II.2 ISITMA ELEMANLARI VE KROM -NİKEL TELLER	45
II.2.1 Krom Nikel Serisi.....	45
II.2.1.1 Resistohm 80.....	45
II.2.1.2 Resistohm 70.....	45
II.2.1.3 Resistohm 60.....	45
II.2.1.4 Resistohm 40.....	46
II.2.1.5 Resistohm 30.....	46
II.2.2. Krom Alüminyum Serisi.....	48
II.2.2.1. Resistohm 145.....	48
II.2.2.2 Resistohm Y.....	48
II.2.2.3 Resistohm 140.....	48
II.2.2.4 Resistohm 135.....	48
II.2.2.5 Resistohm 125.....	49
II.2.3. Bakır –Nikel Serisi.....	50
II.2.3.1. CU/NI 44.....	50

II.2.3.2. CU/NI 23.....	50
II.2.3.3. CU/NI 10.....	51
II.2.3.4. CU/NI 6.....	51
II.2.3.5. CU/NI 2.....	51
II.3 ISITMA TARİHÇESİ VE ISITMA SİSTEMLERİ.....	53
II.3.1. Isıtma Tarihsel Gelişim.....	53
II.3.2. Günümüz Isıtma Teknikleri.....	55
II.3.2.1. Yerel Isıtma.....	56
II.3.2.2. Bireysel Isıtma (Kat Kaloriferi).....	56
II.3.2.3. Merkezi Isıtma.....	57
II.3.2.4. Bölgesel Isıtma.....	58
II.3.3. Isıtıcı Akışkanlar.....	59
II.3.3.1. Sıcak Su.....	59
II.3.3.2. Kızgın Su.....	60
II.3.3.3. Sıcak Hava.....	61
II.3.3.4. Kızgın Yağ.....	61
II.3.4. Sistem Seçim Kriterleri.....	64
II.3.4.1- Konfor.....	64
II.3.4.2- Kuruluş maliyeti.....	64
II.3.4.3- İşletme maliyet.....	64
II.3.4.4- Servis bakım sıklığı ve kolaylığı.....	65
II.3.4.5- İşletme Kolaylığı.....	65
II.3.4.6- Çevre faktörü.....	65
II.3.5. Isıtma Sistemlerinde Kullanılan Yakıtlar.....	68
II.3.5.1. Gaz Yakacaklar.....	68
II.3.5.2. Sıvı Yakacaklar.....	70
II.3.5.3. Katı Yakacaklar (Kömürler).....	71
II.3.6. Isıtma Tekniğinin Geleceği.....	76
II.4. ISITMALI TEKSTİL YÜZEYLERİ.....	78
II.4.1. Elektrikli Battaniyeler.....	78
II.4.1.1. Tek Kişilik Battaniye.....	78
II.4.1.2. Çift Kişilik Battaniye.....	79
II.4.2. Metalik Tekstil Yapılarının Isınma Davranışları.....	80

II.4.2.1 Akıllı Tekstil Uygulamaları İçin İletken İplikler	80
II.4.2.2 Çelik Tel İle Isıtıcı Kumaş Panelleri	82
II.4.2.3 Paslanmaz Çelik İplikler	83
II.4.3. Siyah Karbon İletken Polimer Kompozit Bazlı Tekstil Isıtma Elemanları	88
II.4.4. Isıtma Fonksiyonlu Akıllı Giysiler	92
II.4.5. Isı Depolayan Ve Isı Dengeleyen Tekstil Malzemeleri	94
II.4.6. Diğer Isıtıcı Akıllı Giysi Örnekleri	95
BÖLÜM III TEZ ÇALIŞMALARI	96
III.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ	96
III.2. DENEYLERDE KULLANILAN MALZEMELER	96
III.3. YAPILAN ÇALIŞMALAR	98
III.3.1. Krom Nikel Filament Takviyeli İpliğin Modifiye Edilmiş Dref 2000 Makinesinde Eğrilmesi	98
III.3.2. İplik İçin Deneyler, Deneylerde Kullanılan Cihazlar ve Sonuçlar	98
III.3.2.1. İplikte İncelik ve Numara:	99
III.3.2.2. İplikte Büküm Testi:	101
III.3.2.3. İplik Düzgünsüzlük Testi:	101
III.3.2.4. İplikte Mukavemet ve Uzama Testi:	103
III.3.3. Kumaş Üretimi ve Kumaşlara Yapılan Testler:	104
III.3.3.1. Kumaşlarda Gramaj Tayini	108
III.3.3.2. Kumaş Kalınlık Testi:	109
III.3.3.3. Kumaşta Aşınma (Abrasion) Testi:	110
III.3.3.4. Kumaş Boncuklanma (Pilling) Testi	111
III.3.3. Elektriksel Ve Isıtma Testleri	113
III.3.4.1. İplikte Verilen Elektriğe Karşı Alınan Isı Değerleri	113
III.3.4.2. Isıtma Odası Test Sonuçları	129
BÖLÜM IV SONUÇLAR	140
IV.1. İPLİK TESTLERİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR	141
IV.1.1. İplik Numaraları	141

IV.1.2. İplik Büküm Değerleri.....	141
IV.1.3. İplik Düzensüzlük Değerleri.....	142
IV.1.4. Çalışmada Kullanılan Metal Tel Ve Üretilen İpliklerin Mukavemet Değerleri.....	142
IV.1.5. Çalışmada Kullanılan Metal Tel ve Üretilen İpliklerin Uzama Değerleri.....	143
IV.2. KUMAŞ TESTLERİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	144
IV.2.1. Kumaşta Gramaj Tayini	144
IV.2.2. Kumaş Kalınlık Değerleri	144
IV.2.3. Kumaş Sürtünme Dayanımı Değerleri.....	145
IV.2.3 Kumaş Boncuklanma Değerleri.....	145
IV.3.ELEKTRİK VE ISITMA TESTLERİNDEN ELDE EDİLEN DEĞERLERİ.....	146
IV.3.1. İpliğe Verilen Volt İle Alınan Isının Değerlendirilmesi.....	146
IV.3.2. Dokunan Numune Kumaşın Isıtma Odasını Isıtma Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	156
BÖLÜM V.....	162
V.1.İPLİK SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	162
IV.2. KUMAŞ SONUÇLARININ TARTIŞILMASI.....	163
V.3. ELEKTRİKSEL SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ..	163
V.3.1 İplik üzerinden ölçülen sıcaklık sonuçlarının değerlendirilmesi.	163
V.3.2 Dokunan Kumaşın Isıtma Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	166
KAYNAKÇA.....	168
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

KROM-NİKEL(Cr/Ni) FİLAMENT TAKVİYELİ ÇEKİRDEK İPLİKLERDEN ÜRETİLMİŞ TEKSTİL YÜZEYLERİNİN ISITMA AMAÇLI KULLANILMASI

Tekstil endüstrisi yakın zamana kadar artık klasik denilebilecek üretim tarzlarını kullanmaktaydı. Ancak insan gereksinimleri ve teknolojik ihtiyaçlar çok farklılık göstermesi nedeniyle tekstil endüstrisi farklı alanlara yönelmiş bulunmaktadır. Bu alanlara örnek olarak teknik tekstiller jeotekstiller, tıbbi tekstiller, taşıma tekstilleri ve inşaat tekstilleri verilebilir. Bu alandaki çalışmalar uzun zamandan beri devam etmektedir.

2000'li yıllardan itibaren fonksiyonel tekstil ürünleri üzerine çalışmalar başlamıştır. Bu çalışmalarda esas nokta, elde edilen ürünün birden fazla ihtiyaca cevap verebilmesidir. Bunlara örnek olarak; kir tutmaz kumaşlar, mikrop barındırmayan kumaşlar, farklı ısı seviyelerinde renk değiştiren kumaşlar, su geçirmez-hava geçirir kumaşlar, güç tutuşur kumaşlar ve son olarak da üzerinde yeni çalışılmaya başlanılan metal lif takviyeli kumaşlar verilebilir.

Yapılan bu çalışmada, 020 mm ve 0.25 mm çaplarındaki krom nikel teller etrafına Pamuk, Polyester ve Yün lifleri kullanılarak 6 farklı iplik üretilerek, üretilen bu ipliklere fiziksel testler ve elektriksel testler uygulanmıştır. Yapılan elektriksel testler sonucunda, elde edilen grafikler ve tabloların değerlendirilmesi ile Polyester Krom nikel filament takviyeli çekirdek iplikle dokuma işleminin yapılmasına karar verilmiştir.

Polyester Krom nikel filament takviyeli çekirdek ipliklerle dokuma işlemi 3 farklı atkı sıklığı ile 6 farklı kumaş dokunmuş, dokunan bu kumaşlar 1m³ lük hacme sahip ısıtma odasını farklı gerilimlerle 20 °C dan 35 °C a çıkarmak için, harcanan enerjiye bakılmıştır. Ayrıca sıcaklık dereceleri zaman bağı olarak tablo ve grafikler haline getirilmiştir.

Sonuç ve değerlendirme kısmında ise elde edilen grafik ve tablolar yorumlanarak tartışılmıştır.

Haziran 2009

Mahir TORSUN

ABSTRACT

THE USAGE OF THE SURFACES PRODUCED BY USING CHROME-NICKEL (Cr/Ni) REINFORCED CORE FIBER IN HEATING

The industry of textile has been using styles that can be so-called as classic until recently. However because of the fact that the necessities of man and technological have changed, the industry of textile has altered its way to new horizons. To exemplify these horizons these can be cited: technical textile, geo-textile, medical textile, transportation textile and construction textile. The research in these fields has been in process for many years.

Since 2000, the studies on functional textile products have been going on. The main aim in these studies is that the product is to meet a host of needs. To exemplify: dirt proof fabrics, germ free fabrics, iridescent fabrics, water proof but air porous fabrics and lastly the fabrics that are strengthened by metal fiber on which studies have been just started can be mentioned.

In this study, by using cotton, polyester and wool in wrapping around chrome-nickel fibers which are 0.20 mm and 0.25 mm 6 different fibers have been created and these fibers were subjected to physical and electrical tests. In the result of the electrical tests, in the lights of the graphs and tables, polyester chrome-nickel filament reinforced core fibers are decided to be used in the weaving process.

Polyester chrome-nickel filament reinforced core fibers have been weaved in three different density level, 6 different fabrics have been weaved. Then the energy consumed in heating a test room sized 1 m^3 from 20 C to 35 C in different voltages have been observed for the six different fabrics. Besides, the degrees of heat changing through the procedure have been shown in graphs and tables.

In the conclusion and evaluation parts, the graphs and tables were explained and discussed.

SEMBOLLER

μ : mikron

Mn: Milimetre

Cm :santimetre

$^{\circ}\text{C}$:santigrat derece

dB :desibel

f :frekans

Hz :hert

k.cal: 1 kg'ının erimesi için gerekli enerji

nm :nanometre

α : Alfa

β : beta

W :Watt

V :volt

A :akım

Tex :iplik numara değeri

T/m :iplik büküm değeri

%U :iplik düzgünlük değeri

cN :mukavemet

KISALTMALAR

EMSE	: Elektromanyetik Kalkan Etkiliği(dB)
ESD	: Elektrostatik boşalım (electtaic Discharge)
OFCY	: open end sürtünme çekirdek iplik üretimi
OSSY	: open end sürtünme bükümlü iplik üretimi
PES	: polyester
PP	: polipropilen
SS	: Paslanmaz Çelik Kesikli Lifleri
SW	: Paslanmaz Çelik Tel
Cu	: bakır
CR	: krom
Ni	: nikel
Cr/Ni	: krom-nikel
C	: karbon

ŞEKİLLER

	<u>SAYFA NO</u>
Şekil II.1 Metal Filament (a) ve Metal Liflerin Mikroskop Altındaki Görünüşü (b).....	3
Şekil II.2 Metal Lifler ile İnsan Saçı Çapının Karşılaştırması.....	4
Şekil II.3 Demet Çekim Yöntemi ile Elde Edilen Metal Lif.....	8
Şekil II.4 Metal Lif Demet-Çekme Prosesi.....	8
Şekil II.5 Tıraşlama Yöntemiyle Metal Lif Eldesi.....	9
Şekil II.6 Tıraşlanmış Liflerin Mikroskop Altındaki Görünüşü	9
Şekil II.7 Paslanmaz Çelik Tel Çekme Makinesi-I.....	10
Şekil II.8 Paslanmaz Çelik Tel Çekme Makinesi-II.....	10
Şekil II.9 Tekstil Fabrikaları İçin İyi Kalite Paslanmaz Çelik Telden Üretilmiş Paslanmaz Çelik İplikler	17
Şekil II.10 Alüminyum ve Alüminyum Alaşımli Tel (magnezyum tel).....	19
Şekil II.11 Tekstilde Kullanılan Çok İyi Kalaylanmış Bakır Tel.....	21
Şekil II.12 Bakır Filament İçeren İplik	21
Şekil II.13 Bakır ve Diğer Metal Tellerden Örnekler.....	22
Şekil II.14 Geleneksel Silindirli Besleme Sistemi.....	23
Şekil II.15 Yeni Geliştirilen Rotor Sarma ve Büküm Makinesi.....	25
Şekil II.16 Dref 2000 İplik Makinesi	27
Şekil II.17 Friksiyon Eğirme Prensibi.....	28
Şekil II.18 Dref İplik Eğirme Sisteminde Kompozit (Hybrid iplik) İplik Üretimi	30
Şekil II.19 DREF III Tipi Open-End Friksiyon Eğirme Makinesi.....	31
Şekil II.20 Hava Jetli İplik Üretim Sisteminde Jet İçindeki Hava Akışı ve Materyalin Geçişi.....	32
Şekil II.21 İçi Boş İğli Eğirme Sistemi.....	33
Şekil II.22 Çekirdek Bükümlü İpliğin Mikroskop Altında Farklı Boyutlardaki Görünüşü.....	34
Şekil II.23 Nm 50-200 dtex % 20 Paslanmaz Çelik Liflerle Bükülmüş	35

Polyester İplik.....	
Şekil II.24 % 100 Paslanmaz Çelikle Multifilament Olarak Üretilmiş İplik...	36
Şekil II.25 Merino Yünü Ve Paslanmaz Çelik Karışımı İplik.....	37
Şekil II.26 Paslanmaz Çelik ve Pamuk Karışımı İplik.....	38
Şekil II.27 Viskoz/Paslanmaz Çelik Karışımı İplik	38
Şekil II.28 % 100 Paslanmaz Çelikle Veya Paslanmaz Çelik Cam Lifi Karışımından Yuvarlak (Knit KNC) Veya Düz (Knit KNF) Örülmüş Kumaş Örneği.....	39
Şekil II.29 % 100 Paslanmaz Çelikten Üretilen Söndürme Ürünleri.....	39
Şekil II.30 Paslanmaz Çelik Tel ile Boru Ribana Örülmüş Yapı.....	40
Şekil II.31 Kaynaşmamış İplik Yapısı 1: Bakır; 2:Cam; 3: Polipropilen.....	41
Şekil II.32 Metal Tel Takviyeli İpliklerden Üretilmiş Dokuma Kumaş.....	41
Şekil II.33 %100 Paslanmaz Çelik İçeren Şerit.....	43
Şekil II.34 %100 Paslanmaz Çelik ile Üretilmiş Keçe.....	43
Şekil II.35 Paslanmaz Çelik Veya PBO İçeren Örgü Halatlar.....	44
Şekil II.36 Elektrikli Battaniye.....	80
Şekil II.37 a)Isıtıcı Kumaş Panellerinin Genel Üretim Tekniği b)Kumaş Yapısı İçindeki İletken İpliklerin Paralel Yerleşimi c)Dar Enli Isıtıcı Kumaş Bandı.....	83
Şekil II.38 Tek Katlı Panel Isınma Grafiği.....	84
Şekil II.39 2 Kat Ped Isınma Grafiği.....	85
Şekil II.40 3 Katlı Isıtıcı Kumaş Paneli Isınma Grafiği.....	85
Şekil II.41 4 Katlı Isıtıcı Kumaş Paneli Isınma Grafiği.....	85
Şekil II.42 Isıtıcı Kumaş Panellerinin Karşılaştırmalı Sıcaklık Eğrileri.....	86
Şekil II.43 Isıtıcı Kumaş Panellerinin Karşılaştırmalı Gerilim-Zaman Grafiği.....	86
Şekil II.44 Isıtma Elemanı Şekli.....	89
Şekil II.45 Isıtma Elemanı Buluna Kumaşın Kaplama Öncesi ve Sonrası....	90
Şekil II.46 Kumaş Isıtma Elemanı İle Güç Devresi Ve Isıtma Sensörü.....	91
Şekil II.47 Güç Kaynağının Fonksiyonu Olarak Isıtma Kumaşın Sıcaklığı.....	91
Şekil II.48 Isıtıcı Bir Giysi Prototipi.....	93
Şekil II.49 İletken Liflerin Tekstil Yapılarında Kullanım Şekilleri.....	94
Şekil III.1 Dref 2000 Makinesinde Çekirdek İplik Yöntemiyle Elde Edilen	98

İplikler.....	
Şekil III.2 Numara Çıkırığı.....	99
Şekil III.3 Hassas Terazî.....	100
Şekil III.4 James H. And Heal İplik Büküm Cihazı.....	101
Şekil III.5 Düzgünsüzlük Ölçümlerinde Kullanılan <i>Uster Tester I</i> Cihazı...	102
Şekil III.6 İnstron Marka 4411 Model Mukavemet Ölçüm Cihazı.....	103
Şekil III.7 Çalışmada Üretilen İplikler.....	105
Şekil III.8 Dokuma İşlemi İçin Gerekli Olan Çözügünün Alındığı Makine ...	105
Şekil III.9 Dokuma İşleminin Yapıldığı Taxy7 Marka El Dokuma Tezgâhı (Arka Görünüş).....	106
Şekil III.10 Dokuma İşleminin Yapıldığı Taxy7 Marka El Dokuma Tezgâhı (Yan Görünüş).....	106
Şekil III.11 Dokuma İşleminin Yapıldığı Taxy7 Marka El Dokuma Tezgâhı (Ön Görünüş.....	107
Şekil III.12 Dokuma İşlemi Bittikten Sonra Makineden Çıkartılan Kumaş...	107
Şekil III.13 Çeşitli Ebatlarda Gramaj Ölçüm Kesicileri.....	108
Şekil III.14 <i>R&B Cloth Thickness Tester</i> Kumaş Kalınlık Ölçüm Cihazı.....	109
Şekil III.15 <i>NU-Martindale</i> Aşınma ve Boncuklanma Test Cihazı.....	110
Şekil III.16 Boncuksuz Standart Bir Numune ve EMPA-Foto-Standardı.....	112
Şekil III.17 <i>NU-Martindale</i> Aşınma ve Boncuklanma Test Cihazı	112
Şekil III.18 İpliklere Elektrik Enerjisinin Verildiği Paralel Bir Devre.....	113
Şekil III.19 Paralel Devrede Güç Kaynağı Olarak Kullanılan Trafo.....	114
Şekil III.20 Devrenin Voltunu öğrenmek İçin Kullanılan Voltmetre.....	114
Şekil III.21 Devrenin Geçen Akım Miktarını Öğrenmek İçin Kullanılan Ampermetre	115
Şekil III.22 İpliklerin Ve Tellerin Derecesini Öğrenmek İçin Kullanılan 4 Kanallı Termometre.....	116
Şekil III.23 İpliklerin Ve Tellerin Derecesini Öğrenmek İçin Kullanılan 4 Kanallı Termometre.....	116
Şekil III.24 1m ³ 'lük Isıtma Odası	130
Şekil IV.1 Metal Lif Takviyeli İplikler Ve Metal Lif Takviyeli İplik Üretiminde Kullanılan Metal Lifin Numaraları.....	139
Şekil IV.2 Çalışmada Kullanılan Atkı İpliğinin ve Büküm Grafiği (T/m)....	140

Şekil IV.3 Krom-Nikel Flament Takviyeli İpliklerin,Çözümlü ipliğinin,Atkı ipliğinin Ve Çalışmada Kullanılan Krom-Nikel Tellerin Mukavemet (cN) Grafiği.....	141
Şekil IV.4 Krom-Nikel Flament Takviyeli İpliklerin,Çözümlü ipliğinin,Atkı ipliğinin Ve Çalışmada Kullanılan Krom-Nikel Tellerin Uzama % Grafiği.....	141
Şekil IV.5 Farklı Kumaş Türlerine Ait Kumaş Gramaj Grafiği.....	142
Şekil IV.6 Farklı Kumaş Türlerine Ait Kumaş Kalınlığı Grafiği.....	143
Şekil IV.7 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm Çapındaki Tele Ait Sıcaklık-Zaman Grafiği.....	144
Şekil IV.8 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm Çapındaki Tele Ait Sıcaklık - Zaman Grafiği.....	145
Şekil IV.9 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel flament takviyeli PES ipliğe Ait Sıcaklık -Zaman Grafiği.....	145
Şekil IV.10 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel flament takviyeli Pamuk ipliğe Ait Sıcaklık -Zaman Grafiği.....	146
Şekil IV.11 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel flament takviyeli Yün ipliğe Ait Sıcaklık -Zaman Grafiği.....	147
Şekil IV.12 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel flament takviyeli PES ipliğe Ait Sıcaklık -Zaman Grafiği.....	147
Şekil IV.13 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel flament takviyeli Pamuk ipliğe Ait Sıcaklık -Zaman Grafiği.....	148
Şekil IV.14 55 cm Uzunluğunda ve 0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel flament takviyeli Yün ipliğe Ait Sıcaklık-Zaman Değişimi.....	149
Şekil IV.15 0.25 mm Çaplı Krom-Nikel tel takviyeli çekirdek ipliklerin zamana bağlı tel ve çekirdek iplik ısı değişimi.....	150
Şekil IV.16 0.25 mm Çapındaki Ve 55 cm Uzunluğundaki Krom-Nikel Tel Ve Krom-Nikel üzerine Pamuk Sarılarak Elde Edilen Krom-Nikel Flament Takviyeli İpliklerden Elde Edilen Isı Enerjisinin Karşılaştırmalı Gerilim-Zaman Grafiği.....	150
Şekil IV.17 0.25 mm Çapındaki Ve 55 cm Uzunluğundaki Krom-Nikel Tel Ve Krom-Nikel üzerine Yün Sarılarak Elde Edilen Krom-Nikel Flament Takviyeli İpliklerden Elde Edilen Alınan Isı Enerjisinin	151

	Karşılaştırmalı Volt-Zaman Grafiği.....	
Şekil IV.18	0.20 mm Çapındaki Ve 55 cm Uzunluğundaki Krom-Nikel Tel Ve Krom-Nikel üzerine PES Sarılarak Elde Edilen Krom-Nikel Flament Takviyeli İpliklerden Elde Edilen Isı Enerjisinin Karşılaştırmalı Volt-Zaman Grafiği.....	152
Şekil IV.19	0.20 mm Çapındaki Ve 55 cm Uzunluğundaki Krom-Nikel Tel Ve Krom-Nikel üzerine Pamuk Sarılarak Elde Edilen Krom- Nikel Flament Takviyeli İpliklerden Elde Edilen Isı Enerjisinin Karşılaştırmalı Volt-Zaman Grafiği.....	153
Şekil IV.20	0.20 mm Çapındaki Ve 55 cm Uzunluğundaki Krom-Nikel Tel Ve Krom-Nikel üzerine Yün Sarılarak Elde Edilen Krom-Nikel Flament Takviyeli İpliklerden Elde Edilen Isı Enerjisinin Karşılaştırmalı Volt-Zaman Grafiği.....	154
Şekil IV.21	0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 4+1 (4 Adet Normal Atkı İpliği 1 Adet Krom-Nikel Flament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m ³ Hacmi Isıtma Değişimi.....	156
Şekil IV.22	0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 8+1 (8 Adet Normal Atkı İpliği 1 Adet Krom-Nikel Flament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m ³ Hacmi Isıtma Değişimi.....	156
Şekil IV.23	0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 12+1 (12 Adet Normal Atkı İpliği + 1 Adet Krom-Nikel Flament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m ³ hacmi ısıtma Değişimi.....	157
Şekil IV.24	0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 4+1 (4 Adet Normal Atkı İpliği 1 Adet Krom-Nikel Flament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m ³ Hacmi Isıtma Değişimi.....	158
Şekil IV.25	0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 8+1 (8 Adet Normal Atkı İpliği 1 Adet Krom-Nikel Flament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m ³ Hacmi Isıtma Değişimi.....	158

Şekil IV.26 0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 12+1 (12 Adet Normal Atkı İpliği 1 Adet Krom-Nikel Flament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m ³ Hacmi Isıtma Değişimi.....	159
---	-----

TABLolar

	<u>SAYFA NO</u>
Tablo II.1 Paslanmaz Çelik Tel Boyutları (mm)	18
Tablo II.2 Paslanmaz Çelik Telde Çelik Türlerinin Kimyasal Bileşimleri (%).....	18
Tablo II.3 Dref 2000 İplik Makinesinin Teknik Verileri.....	29
Tablo II.4 Krom-Nikel Alaşımli Tellerin Farklı Çaplarının Bazı Özellikleri verilmiştir.....	46
Tablo II.5 Krom-Nikel Alaşımli Tellerin Farklı Çalışma Isısındaki Ct katsayıları.....	47
Tablo II.6 Krom-Alüminyum Alaşımli Tellerin Farklı Çaplarının Bazı Özellikleri verilmiştir.....	49
Tablo II.7 Krom- Alüminyum Alaşımli Tellerin Farklı Çalışma Isısındaki Ct katsayıları.....	50
Tablo II.8 Bakır-Nikel Alaşımli Tellerin Farklı Çaplarının Bazı Özellikleri verilmiştir.....	52
Tablo II.9 Bakır-Nikel Alaşımli Tellerin Farklı Çalışma Isısındaki Ct katsayıları.....	53
Tablo II.10 Yaygın Olarak Kullanılan Isıtıcı Türlerinin Bazı Kriterlerinin Karşılaştırması.....	62
Tablo II.11 Bölge Isıtması İle Bina Bazında Merkezi Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması Verilmiştir.....	66
Tablo II.12 Tablo III.12 Isıtma Sistemlerinde Kullanılan Yakıtların Maliyet Karşılaştırması.....	74
Tablo II.13 Tek Kişilik Battaniyenin Teknik Özellikleri Verilmiştir.....	78
Tablo II.14 Çift Kişilik Battaniyenin Teknik Özellikleri Verilmiştir.....	79
Tablo II.15 Isıtıcı Kumaş Panellerinde Kullanılan Paslanmaz Çelik Liflerin Bazı Fiziksel Özellikleri.....	84
Tablo III.1 Krom-Nikel Flament Takviyeli İplilerle Krom-Nikel Tellerin numaraları	100
Tablo III.2 Atkı İpliğinin Büküm Değerleri.....	101

Tablo III.3 Atkı İpliğinin Düzgünsüzlük Değeri.....	102
Tablo III.4 Krom-Nikel Filament Takviyeli İplilerle Krom-Nikel Tellerin Uzama Ve Mukavemet Değerleri.....	103
Tablo III.5 Krom-Nikel Flament Takviyeli İplilerle Krom-Nikel Tellerin Mukavemet Değerleri	104
Tablo III.6 Krom-Nikel Flament Takviyeli İpliksiz Üretilmiş Kumaşın Gramajı.....	109
Tablo III.7 Krom-Nikel Flament Takviyeli İpliksiz Üretilmiş Kumaşın Kalınlığı.....	110
Tablo III.8 Krom-Nikel Flament Takviyeli İpliksiz Üretilmiş Kumaşın Sürtünme Dayanımı Değerleri (tur sayısı).....	111
Tablo III.9 Krom-Nikel Flament Takviyeli İpliklerle Üretilmiş Kumaş ve Krom-Nikel Flament Takviyeli İpliksiz Üretilmiş kumaşın Boncuklanma (Pilling) Değerleri.....	112
Tablo III.10 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tele Verilen Volt İle Alınan Isının Zamana Bağlı Değerleri Verilmiştir.....	117
Tablo III.11 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tele Verilen Volt İle Alınan Isının Zamana Bağlı Değerleri Verilmiştir.....	117
Tablo III.12 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan PES core yarn İpliğe Verilen Volt İle Alınan Isının Zaman Bağlı değerleri Verilmiştir.....	118
Tablo III.13 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Pamuk İpliğe Verilen Volt İle Alınan Isının Zaman Bağlı değerleri verilmiştir.....	118
Tablo III.14 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Yün İpliğe Verilen Volt İle Alınan Isının Zaman Bağlı Değerleri Verilmiştir.....	119
Tablo III.15 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan PES İpliğe Verilen Volt İle Alınan Isının Zaman Bağlı Değerleri Verilmiştir.....	119
Tablo III.16 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Pamuk İpliğe Verilen Volt İle Alınan Isının Zaman	120

Bağlı Değerleri Verilmiştir.....	
Tablo III.17 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Yün İpliğe Verilen Volt İle Alınan Isının Zaman Bağlı Değerleri Verilmiştir.....	120
Tablo III.18 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan PES İplik İle Sade Telin Volt İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.....	121
Tablo III.19 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Pamuk İplik İle Sade Telin Volt İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.....	122
Tablo III.20 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Yün İplik İle Sade Telin Volt İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.....	123
Tablo III.21 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan PES İplik İle Sade Telin Volt İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.....	123
Tablo III.22 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Pamuk İplik İle Sade Telin Volt İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.....	124
Tablo III.23 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Yün İplik İle Sade Telin Volt İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.	125
Tablo III.24 0.25 mm krom nikel tel etrafına sarılan farklı tekstil malzemeleriyle elde edilen çekirdek ipliklerin yüzeylerinden alınan ısının gerilim ve zaman bağlı olarak elde edilen değerler..	126
Tablo III.25 0.20 mm krom nikel tel etrafına sarılan farklı tekstil malzemeleriyle elde edilen çekirdek ipliklerin yüzeylerinden alınan ısının gerilim ve zaman bağlı olarak elde edilen değerler.....	128
Tablo III.26 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 4+1(4 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 voltta 20 °C den 35 °C ye	131

çıkması için gecen süreye ait bilgiler.....	
Tablo III.27 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 4+1(4 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Değerler.....	131
Tablo III.28 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 8+1(8Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 voltta 20 °C den 35 °C ye çıkması için gecen süreye ait bilgiler.....	132
Tablo III. 29 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 8+1(8 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri.....	132
Tablo III.30 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 12+1(12 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri.....	133
Tablo III.31 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 12+1(12 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri.....	134
Tablo III.32 0.20mm çapındaki Krom-Nikel Telin 4+1(4 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 voltta 20 °C den 35 °C ye çıkması için gecen süreye ait bilgiler.....	134
Tablo III.33 0.20mm çapındaki Krom-Nikel Telin 4+1(4 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri.....	135
Tablo III.34 0.20mm çapındaki Krom-Nikel Telin 8+1(8 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 voltta 20 °C den 35 °C ye çıkması için gecen süreye ait bilgiler.....	135

Tablo III.35 0.20mm çapındaki Krom-Nikel Telin 8+1(8 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri.....	136
Tablo III.36 0.20mm çapındaki Krom-Nikel Telin 12+1(12 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 voltta 20 °C den 35 °C ye çıkması için gecen süreye ait bilgiler.....	136
Tablo III.37 0.20mm çapındaki Krom-Nikel Telin 12+1(12 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m ³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri.....	137
Tablo V.1 Bazı Lif ve Madenlerin Isı İletkenlik Değerleri.....	161

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

19. yy. dan bu yana bilim ve teknoloji alanında yaşanan devrim niteliğindeki gelişmeler tüm dünyayı büyük bir dönüşüm içerisine sürüklemiş ve günlük yaşamımıza çok önemli etkiler yapmıştır. Teknoloji geliştikçe uygulama alanları da giderek yaygınlaşmaktadır. Bu doğrultuda akıllı ve interaktif malzeme alanında da teknolojik gelişmeler son yıllarda giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Tekstil endüstrisi içerisindeki bu yeni açılım, elektronik bileşenlerinin tekstil malzemeleri ile entegrasyonunu olası kılmakta ve fonksiyonel giysi kavramına yeni bir boyut kazandırmaktadır[21].

Akıllı giysi klasik giysi özellikleri yanında aktif fonksiyonları olan giysi grubunu açıklayan bir terimdir. Bu yeni fonksiyonlar ve özellikler özel tekstiller, elektronik parçalar veya bunların her ikisinin kombinasyonu ile elde edilirler. Böylece ısı etkisi altında renk değiştiren süveter akıllı giysi olarak tanımlanır[22].

Çevremizdeki pek çok ürün gün geçtikçe daha akıllı hale gelmektedir. Oysaki geçmişte belirli bir fonksiyonu yerine getirebilmek için sayısız bileşene ihtiyaç duyulmaktaydı. Ancak, artık aynı fonksiyonun gerçekleştirilebilmesi için çok daha az ayrıntı gerekmektedir [22].

Bir dış etkene fiziksel veya kimyasal olarak reaksiyon verebilen akıllı/interaktif tekstil yapıları ve malzemeleri yapısında bulduran ürünler koruma, harekete geçirme, iletişim gibi farklı fonksiyonları bünyesinde toplamaktadır. Bu tür sistemlere örnek olarak verilebilecek ısıtıcı giysiler, kullanıcının vücut sıcaklığını hissederek gerekli durumlarda elektronik olarak ek ısıtma fonksiyonunu sağlama özelliğine sahiptir. Bu giysiler günlük hayatta en çok kullanım potansiyeline sahip ürünlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Medikal uygulamaların dışında askerler, doğa sporcuları, güvenlik görevlileri, kırsal bölge çalışanları gibi dış

ortamda çalışan kişiler için geliştirilmiştir. Giysideki ısıtma fonksiyonu termal panellerde oluşturulmaktadır [21].

Isıtıcı (termal) paneller örme veya dokuma tekniği ile iletken iplikler kullanılarak üretilebilmektedir. Dikim teknikleri de iletken ipliklerin kumaş yüzeyine yerleştirilmeleri için kullanılan bir başka metottur. Literatürde metal esaslı ipliklerin, gümüş, bakır kaplı ipliklerin, karbon esaslı liflerin, çok ince inoks kabloların tekstil esaslı ısıtıcı yapılarda kullanıldığı belirtilmektedir. Bu çalışmada, krom/nikel filament takviyeli iletken iplikler metalik tekstil yapıları oluşturmak amacıyla kullanılmıştır. Krom/nikel filament takviyeli ipliklerden tekstil yüzeyi üreterek bu tekstil yüzeyi deneysel olarak değerlendirilmiştir. Krom/nikel filament takviyeli ipliklerden üretilmiş kumaşlara elektrik akımı uygulanmış ve kumaş yapılarının ısınma davranışları karşılaştırmalı olarak gözlenmiştir. Bu amaçla bir güç kaynağına bağlanan ısıtıcı panellerin ısınma derecelerinin dijital sıcaklık sensörleri vasıtasıyla gözlenebildiği bir elektronik devre tasarımı gerçekleştirilmiştir[21].

Her geçen gün çok daha fazla önem kazanan teknolojik ilerleme ve yaşam kalitesi insan yaşamının her alanında etkisini hissettirmekte ve beklentilerin yükselmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla tekstil sektöründe de rekabet edebilmek ve piyasada iyi bir yer edinebilmek için, artık sadece üretmek değil olabilecek en kaliteli, en iyi ve en yüksek performansa sahip tekstil yüzeyini üretmek gerekli hale gelmiştir.

Özellikle son yıllarda yeni teknolojilerle üretilen yüksek teknolojik liflerle ilgili olarak dünyada oldukça yoğun bilimsel araştırmalar yapılmakta; çok ilginç lifler ve kumaşlar üretilmektedir.

Metal lif takviyeli (genellikle çelik ve bakır) iplikler 2000li yıllardan itibaren üretilmektedir. Bu iplikler daha çok giysilik alanlarda ve bazı endüstri uygulamalarında kullanılmaktadır. Oysa bu çalışmada tamamen başka bir alan seçilmiştir. Bu çalışmada çelik ve bakırın dışında ısıtma amacına uygun olarak krom/nikel filament tel seçilmiştir. Bu çalışmada önerilen sistem; tekstil ürünlerinin çok amaçlı kullanım alanını genişleterek yaşam alanlarının ısıtılmasını da sağlayacak alternatif bir uygulama alanı bulabilecektir. Ayrıca üretilecek tekstil yüzeylerinin giysi formuna dönüştürülmesi ve bunların güç kaynakları kullanılarak ısıtma amaçlı kullanımını ortaya çıkarması açısından ilginç bir çalışma olacaktır.

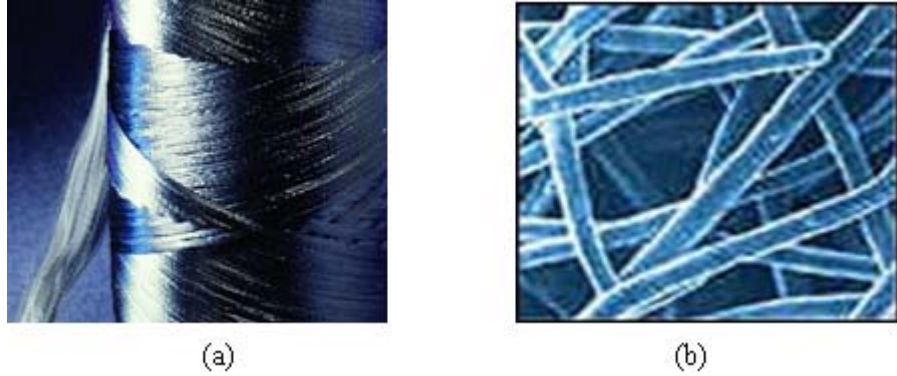
BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER VE KAYNAK BİLGİLERİN İRDELENMESİ

II.1. GENEL BİLGİLER

II.1.1 Metal Lif Nedir?

Günümüzde kullanılan ve gittikçe artan ilgiye sahip olan metal lifler, üretim yöntemleri ve elde edilmesi açısından metalik liflerden farklı olarak tamamen metal telden oluşan 1 ile 80 mikron arasında çok ince metal filamentlerdir. Bu filamentler tek başına iplik yapımında kullanılabileceği gibi farklı liflerle (kesikli veya filament) de çeşitli yöntemler kullanılarak iplik oluşturabilirler (Şekil II.1).

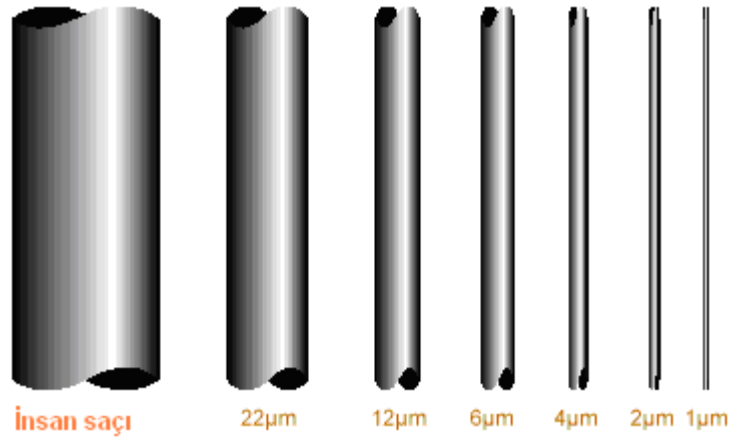


Şekil II.1 Metal Filament (a) ve Metal Liflerin Mikroskop Altındaki Görünüşü (b)

Bu teknolojilerin en önemli uygulama alanları; Porous kitle iletişim araçları, filtre araçları, iletken plastikler, ısı dayanımlı ve elektrik ileten tekstiller, pnömatik yastık ve koruyucu yastıklardır.

Metal lifleri oldukça ince 1-80 Em/0.001-0.080 mm çapındaki metal tellerinden üretilmektedir. Bu lifler (1 ile 80 μ), insan saçından 60 kez daha incedir ve bunlar çeşitli metal alaşımlarından elde edilebilir (Şekil II.2). Bir karşılaştırma yapılacak olursa, insan saçı 70 ila 100 mikron arasındaki inceliklere sahiptir. Metal lif ve ürünleri, çeşitli

metal alaşımlarında uygundur. şöyle ki; paslanmaz elik, yüksek sıcaklık dayanımlı metal alaşımlar, nikel ve nikel alaşımları, titanyum, alüminyum ve bakır.



Şekil II.2 Metal Lifler ile İnsan Saçı Çapının Karşılaştırması

Metal lifler (filament) kesikli veya filament halde klasik liflerle karıştırlarak farklı derecelerde iletken özelliğine sahip iplikler üretiminde kullanılmaktadır. Bu iplikler ileride doğal lifler gibi yıkanabilen, giyim ve tutum özellikleri açısından onlara benzer tutuma sahip olarak geliştirilebilecektir. İletken lifler temel olarak iki gruba ayrılmaktadır, bunlardan biri doğal iletken özelliğine sahip olan lifler, diğeri ise özel olarak iletken özellik kazandırılan liflerdir. Doğal iletken lifler veya elektrik iletkenlik kazandırılan lifler; nikel, paslanmaz elik, bakır ve karbonlardan elde edilir. Yüksek iletken özelliğine sahip metalik liflerin iletken ve kırılgen yapılarından ötürü ring iplik makinesine belirli bir süre sonra zarar verebilmektedirler. Bununla birlikte ağırlıklarının doğal liflere kıyasla fazla olmasından ötürü doğal lifler tam homojen bir şekilde karışımını sağlamak oldukça güçtür [29].

İletken lifler, liflerin galvanize maddeler veya bakır sülfat, bakır iyodu gibi metal tuzlarla kaplanması ile de elde edilmektedir. Metalik kaplama ile elde edilen ipliklerin çok yüksek iletkenlik özelliğine sahip olmasına karşın bu ipliklerin yapışma ve korozyona karşı olan düşük dayanımı, problem yaratmaktadır. Galvaniz kaplamalar diğelerine göre oldukça fazla oranda iletkenlik göstermekte fakat sadece grafit ve karbon liflerine uygulanabilmektedir. Üretim zor, pahalı olmasından ve yıkama sırasında çıkmasından ötürü galvaniz kaplama tekstillerde çok fazla kullanılmamaktadır. Birçok lif geleneksel tekstil makineleri kullanılarak metalik tuzlarla kaplanabilmektedir. Bu kaplamalar çok düşük bir elektrik iletkenliği sağlamakta ve yıkama sırasında zamanla

azalmaktadır. Gelecekte kaplama işleminde yapılacak geliştirmeler ile bu olumsuz özelliklerin azaltılması amaçlanmaktadır.

II.1.2.Metalik Liflerin Tarihi

Metalik liflerin dekoratif kullanımı çok eski çağlara kadar dayanır. Örneğın, Persler, halılarında karmaşık ve ilginç desenler yaratmak için metal iplikler kullanmışlardır. Antik Mısır'da kumaşların ve tören kostümlerini altın ipliklerle dokumuşlardır.

Bu metal ipler, yumuşak metali döverek veya değerli madenleri, altın, gümüş, bakır, bronz gibi, ince kumaşın üzerine döküp daha sonra bunları ince şeritler halinde keserek iplikler yapmışlardır. Bu iplikler tamamen süsleme amaçlı, böylece kumaşlara veya halılara ışıltı ve parlaklık kazandırıyorlardı.

Bu metal iplerin dokumada kullanımı oldukça kısıtlıydı. Üretimi çok pahalı, sert ve esnek değildi. Şeritler şeklinde kullanıldığından dokumanın kenarlarında sert, pürüzlü çıkıntılar oluşturuyordu. Aynı zamanda bu şeritleri örmek veya dokumak çok sorunluymdu ve çabuk aşınıyordu. Bu metaller altın hariç, zamanla matlaşıyor ve kararıyordu.

Kullanımlarındaki bütün dezavantajlara rağmen günümüze kadar dekoratif amaçlı kullanımı devam etmiştir. Metalin yüzeyinin korunması için modern teknikler geliştikçe, ucuz metallerin de kullanılmasına başlandı, örneğın alüminyum folyolar. Bu metaller, kesilmeden önce elektrik yüklenerek ve boyanarak çeşitli renklerde ve aşınmaya dayanıklı şerit iplikler oluşturuldu.

Şerit iplikler günümüzde oldukça çok miktarda üretilmektedir, örneğın simli kumaşlar gibi, fakat tamamen dekoratif amaçlı kullanılmaktadırlar. Bu ipler zayıf ve genişletilemez, giyerken kolayca kırılabilir; tekstil liflerinde temel kriterlerden olan esneklik bunlarda yoktur [1].

II.1.3. Metal Liflerin Üretimi

Metal lifler, tek bileşenli ve çok bileşenli olarak kullanılabilir. Uzay ve hava araçlarındaki hızlı gelişmelerden dolayı tek-bileşenli metal lifler büyük önem kazanmışlardır. İpliklerin içine karıştırılan metaller o kadar iyidir ki dokuma alanında kullanılacak kadar esneklik kazanmıştır. Bu metal lifler normal bir tekstil makinesinde rahatlıkla örülebilir, bükülebilir ve dokunabilir. Bu liflerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı dokuma uygulamalarında önemli bir yere sahiptir.

Birçok metal iplik günümüzde ticari amaçlı olarak üretilmektedir; paslanmaz çelik gibi son teknoloji ürünü iplikler tekstilde çok önemli konuma gelmişlerdir [1].

Metalin şekil verilebilme özelliği vardır, erimiş metali kalıplara dökme yöntemiyle çok ince tel formuna bile kolaylıkla sokabiliriz. Bu işlem çok ince deliklerden erimiş polimer naylonun sıkılmasıyla elde edilen sentetik liflerin yapımına çok benziyor. Her durumda, metal uygun çaptaki bir delikten sürekli olarak tel haline getirilir.

Metal tel yapımı, metal işçiliği tarihinin ilk dönemlerinden beri pek değişmemiştir. Metal tel yapım tekniği ise oldukça gelişmiştir, gittikçe daha küçük çapta teller yapılmaktadır, fakat işlemin doğası gereği mükemmel tel yapımının bir sınırı vardır, en iyi tel yapımı ekonomik de olmalıdır.

İyi kalitede tel, çok ince tel, tek bileşenli metal ipler, kumaş benzeri yapılarda örneğin pencere camlarında, sanayide telle desteklenen yapılarda, ekran filtrelerinde veya buna benzer dokumalarda kullanılmaktadır. Metal teller, yapısal özelliklerinden dolayı bu gibi uygulamalarda kullanılsa da yine de gerçek (organik) tekstil iplerinin sahip olduğu esnekliğe ulaşamazlar. Metaller oldukça sert malzemelerdir. Bu sertlik dokumada ve örmede mekanik birçok soruna neden olur. Kullanış ve üretim değerlerini kısıtlar[1].

Diğer taraftan metallerin karakteristik özellikleri birçok modern tekstil uygulamasında avantaj olabilir, organik, cam ve diğer normal tekstil liflerinin yetersiz, zayıf olduğu durumlarda oldukça kullanışlı olabilir.

1950'li yılların sonlarında, yüksek hızda uçuşların ve uzay yolculuklarının başlamasıyla birlikte, farklı hava koşullarına dayanabilecek, esnek malzemenin kullanımı gereksinimi doğmuştur. Koruyucu giysiler, anten brandaları, paraşüt ve uzay programlarında kullanılmak üzere dokumalara ihtiyaç duyulmuştur. Paslanmaz çelik ipler yüksek ısıya dayanıklı ve yeterli esnek yapıya sahip metalden veya metal alaşımlardan yapılmış dokumaya ihtiyaç vardı.

Metallerin esnekliği kesit alanında bir fonksiyonelliktir. Rod apı 1,5 faktör azalırken, esneklik 4 kat artar. Metal lifler üretirken asıl sorun yeterli esneklik ve inceliğe ulaşmaktır. 29000000 modülde paslanmaz elik metalinden bir ipliği biçimlendirmek için rod çapını yaklaşık 1500 in (12 mikron kadar) azaltmak gerekir. Naylon ipliklerde bu oran 3 denye'ye eşittir.

1960'larda iyi kalitede metal iplik üretme yöntemleri geliştirildi. İplikleri işlemek o kadar pahalıydı ki sadece askeri ve uzay çalışmalarında kullanılıyordu. Ardından işlemedeki gelişmeler sonucunda üretim arttı ve maliyet azaldı. Çok miktarda metal lif üretildi ve tekstil lifi olarak kullanılmaya başlandı [1].

Çok miktarda metal ve alaşımlı iplik yumakları üretildi. Paslanmaz elik (300 sei 18/8 alaşımlı) belirgin bir şekilde öne ıktı. Nikel temelli süper alaşımlar, örneğin Chromel R ve Karma, Niobium, Tantalum gibi işlemedi zor metaller bile 12 mikron iplik haline getirilebiliyor.

Bu metallerin bükülmüş çok-bileşenli (multifilament) yumakları, tow ve kesikli lifleri mevcuttur.

Çok bileşenli ipler termofiksajlı ve torksuz (dönme momenti)'dur. Tipik olarak, 12 mikron çapında, yaklaşık 100 ve 300 denye civarındadır; 25 mikron çapında lifler de endüstride kullanılmaktadır. Örneğin, yüksek gerilim dayanıklılığının önemli olduğu yüksek derecelerde kullanılan taşıyıcı kayışlar ve halatlar gibi 8 µ çapında ipler de mevcuttur.

Çekirdek (core-spun) ve sarılmış iplikler organik ve cam liflerinden yapılabilir, metaller ya çekirdek ya da manto olur.

Yüksek koruyuculuk özelliğini veren ekstra elastik dokuma iplikleri elde etmek için ipliklere geleneksel yöntemle hacim verilir.

Kesikli lifler ise genellikle band şeklindedir [1].

Metal lif üretiminde 25 yılı aşkın süredir Lif Teknolojileri, demet tel çekim teknolojisi geliştirilerek kullanılmaktadır [29].

II.1.3.1.Demet Çekim Yöntemi

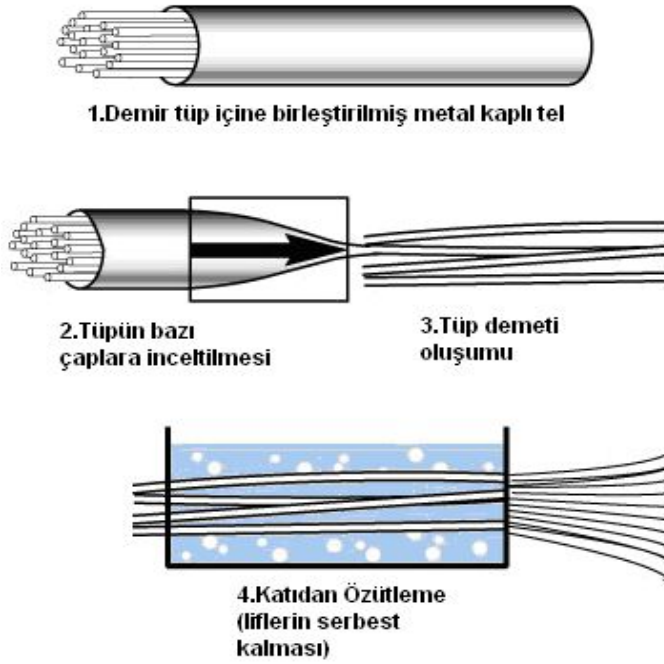
Metal liflerin tipik olarak üretimi demet halindeki metalin çekilmesi (Şekil II.3) veya ince metal tabakanın kenarlarından tıraşlanması şeklinde üretilir.



Şekil II.3 Demet Çekim Yöntemi ile Elde Edilen Metal Lif

Standart Çaplar: 1.5, 2, 4, 6.5, 8, 12 ve 22 mikrondur.

Toplamda Çap Aralığı: 1 ile 100 mikron arasındadır.



Şekil II.4 Metal Lif Demet-Çekme Prosesi

Metalik ve metal lif üretimi sırasında dikkat edilecek en önemli faktör gerilimdir. Bu lifler üretilmek durumundadır bu yüzden bu üretim örme, dokuma, dikme, kesme, nakış işleme gibi işlemlerdeki kadar iyi, mümkün olabilen en düşük gerilim ile olmalıdır. Fazla gerilim sadece lif kırılabilirliği için değil bundan başka, ayrıca parlaklığın azalması ve mukavemet özelliğinin zarar görmesi ve ayrıca daha

sonraki üretim süreçlerinde daha fazla hataya sebep olabileceğinden ötürü yönetilir. Eğer üretim sırasında yüksek gerilim kaçınılmaz ise, metalik lifler, diğer tekstil iplikleri ile sarılarak güçlendirilebilir. Bu durum dokuma yapılarında dokuma tipleri için özel bir önem gerektirir [2].

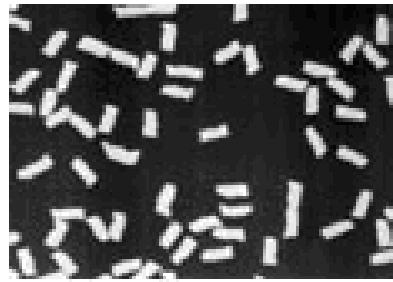
II.1.3.2. Tıraşlama

Demet Çekme yöntemine ilave olarak Lif Teknolojileri ayrıca tıraşlanmış metal liflerin üretimini yapılmaktadır (Şekil II.5-6).



Şekil II.5 Tıraşlama Yöntemiyle Metal Lif Eldesi

Tıraşlanmış liflerinin enine kesiti dikdörtgen şeklindedir (Şekil II.6).



(a)



(b)

(a)Tıraşlanmış Liflerinin Dikdörtgen Şeklinde Enine Kesiti, (b)Tıraşlanmış Liflerin Mikroskop Altındaki Görünüşü

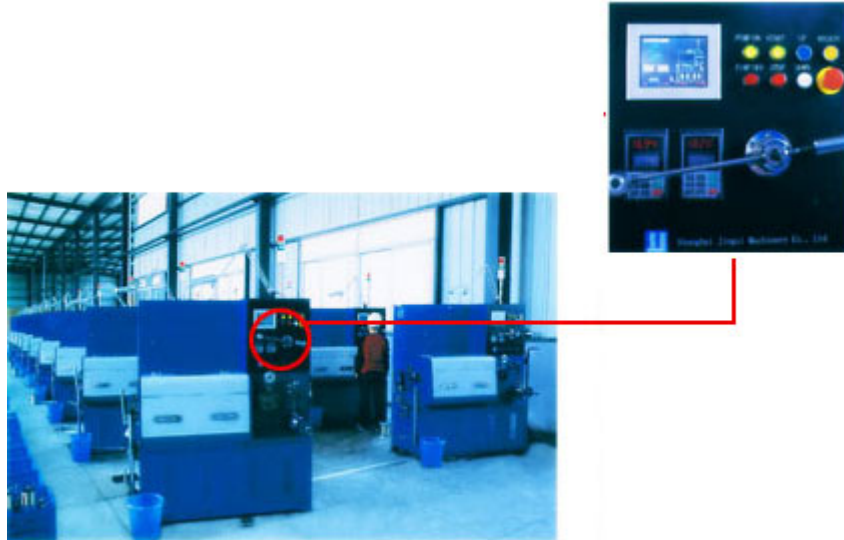
Şekil II.6 Tıraşlanmış Liflerin Mikroskop Altındaki Görünüşü [29]

II.1.4. Metal İplik Üretimi

Hebei Longxing Metal Tel Ağ Şirketi'nde, paslanmaz çelik tel çekim ve işlemlerinin yapıldığı makinelerde, tekstilde kullanılacak çok ince tel üretimi yapılmaktadır (Şekil II.7-8).



Şekil II.7. Paslanmaz Çelik Tel Çekme Makinesi-I



Şekil II.8 Paslanmaz Çelik Tel Çekme Makinesi-II

Paslanmaz Çelik Tel Çekme Makinesi ile tekstil firmalarında kullanılacak iyi kalitede çeşitli paslanmaz çelik tel ve paslanmaz çelik liften yapılmış iplik üretimi yapılmaktadır [33].

Bu iplikler çeşitli amaçlar için çeşitli tekstil firmalarında metal takviyeli iplik ve kumaş oluşturmak üzere üretilmektedirler.

II.1.5. Metal Liflerin İşlenmesi

II.1.5.1. Kesikli Lif (Staple Fibre)

Metal liflerin, sürtünme ve çekme karakteristiği kazandırmak için yüzeyi pürüzlü hale getirilirse işlemek için daha yumuşak hale getirilebilir. Çekim işlemi esnasında tellerin birbirine çarptırılmasıyla bu özellik verilir. Uygun bükme çoklayıcılarında sağlam liflerden sağlam ipler elde edilir.

Fitilleme ve eğirme işlemi geleneksel yöntemle uygulanabilir, % 100 paslanmaz çelik olan iplikler dahi başarıyla eğilir.

II.1.5.2. Karışım (Harmanlama)

Paslanmaz çelik iplerin ana bileşeni organik liflerdir. Birçok ürün çıktısı çok az oranlarda dahi bir miktar çelik içerir.

Amerikan Worstend Sistemi'nde, karıştırma daha çok iğne-çekme makinesinde yapılır. Çelik lif şeritleri, uygun miktarda organik lif tops ile birlikte iğne-çekme makinesine verilir. Uygun oranda 3-4 life %16 oranında paslanmaz çelik lif karıştırarak iyi bir karışım elde edilebilir.

Tow kullanılmaya başlandığında, organik lif towlarının ve paslanmaz çelik liflerin ip-kesme makinesinde başlanması eş zamanlı olmalıdır.

Geleneksel açma, taraklama ve bükme sistemleri ile metal lif karışımlarını suni yün ile karıştırıp, yünle karıştırılmış halı ipi elde etmek uygun bir yöntemdir. Karışımlardaki baskın olan life göre makine ayarları yapılır.

Metal liflerin tarak ağına tarağın ilk kesme bölümünden sonra dâhil edilmesi gerekir. Tow sonu, yukarıdan veya yanlardan, tarak ağının merkezine doğru beslenmelidir. Paketin yanlarına ve gereksiz bükülmelere dikkat edilmelidir. Metal lifler peralta ve pıtrak sıkıştırma rulolarından geçtikten sonra karışıma eklenmeli.

Bu tekniği kullanmanın avantajları:

- a- Metal lif içeren halı iplikleri üretirken makine ayarlarını değiştirmeye gerek yoktur.

b- Metal liflerin karışımlarının oranları kesin olarak kararlaştırılmalıdır. Tarak ağının genişliğine, metal liflerin ağırlık yüzdesine göre iplerin oranları yaklaşık % 1/6 – 1/3 arasında değişiklik gösterir.

c- Direk beslenme ile metal tellerin ağırlıklarında yapılan en düşük bir artışta bile ayarlanabilir.

d- Kesikli liflerinde zaman harcayan karıştırma tekniklerinden kaçınılır.

e- Operasyon sırasında metal lif ilave etmek gerekirse işlemi uzun süreliğine durdurmak gerekmez.

Pamuk genişliğinde paslanmaz çelik lifler, çok uzun çekme makinesi Hood kesme iplikler, çekme silindiri tarafından da yapılabilir. Organik lifler ile karıştırılırsa başarılı bir karışım elde edilebilir.

II.1.5.3. Boyama

Paslanmaz çelik lifler (304 çeşit) koyu renkler elde edebilmek için standart tekstil boya ile boyanabilir [1].

II.1.6. Metal Lif Çeşitleri ve Özellikleri

Piyasada kullanılan metal lif (tel) serileri genel olarak;

1-Paslanmaz çelik tel,

2-Alüminyum ve magnezyum tel,

3-Demir tel,

4-Bakır ve diğer metal teller diye sınıflamak mümkündür [29].

Tekstilde kullanılabilen bu tellerin özellikleri ve kullanım alanları anlatılırken bu çalışmada kullanılan çelik telin genel özelliklerine de değinilecektir.

II.1.6.1. Paslanmaz Çelik

a- Paslanmaz Çeliğin Genel Özellikleri:

Alaşımız ve az alaşımlı çelikler korozif etkilere dayanıklı değildir. Bileşimlerinde en az %10,5 Cr bulunanlarsa yüzeylerine kuvvetle bağlanan yoğun tok ve çok ince bir kromoksit tabakası nedeniyle pasifleşerek korozyona dayanıklı hale gelir. Bu tip yüksek alaşımlı çelikler “Paslanmaz Çelikler” olarak tanımlanmaktadır. Paslanmaz yapı çeliklerinin karbon oranı da en çok %1,2 C dur. Paslanmaz çelikler normal atmosfer şartlarına ve suya dayanıklıdır. Asitli ve korozif ortamlara dayanım da bu çeliklerin büyük bir bölümünde iyidir. Paslanmaz çeliklerde en önemli alaşım elementi kromdur. Kromun oksijene karşı olan afinitesi demirden fazla olduğu için mevcut oksijenle kendisi birleşerek 20-30 mm kalınlığında pasif Cr₂O₃ tabakası oluşturur. Ancak paslanmaz çeliklerde krom karbür oluşumu sonucunda kafes içindeki krom oranı düşer ve dolayısıyla korozyona karşı dayanım özelliği ortadan kalkar. Bu nedenle çelikte yükselen C oranı ile ya Cr oranı artırılır yada krom'a göre karbür yapma eğilimi daha fazla olan alaşım elementleri (Nb, Ta, Ti) çeliğe ilave edilir. Oluşan Cr₂O₃ tabakası yüzeyi tamamen kaplamalıdır. Aksi takdirde korozif ortamlarda termal korozyon, korozyon pili oluşumu desteklenir. Paslanmazlık açısından çelikte herhangi bir şekilde kimyasal olarak (Cr₂O₃, Cr₂N, Cr₂₃C₆, Cr₇C₃ gibi) bağlanmış kromun etkinliği kalmamıştır. Cr aynı zamanda çeliğin yüksek sıcaklıklarda mekanik özelliklerini korumasını da sağlar. Paslanmaz çeliklerde diğer önemli alaşım elementi Ni'dir. Ni oksitleyici ve redükleyici ortamlara karşı dayanım getirmektedir. Ti, Nb, Ta,..gibi stabilazör olarak kullanılmaktadır. Molibdende önemli karbür yapıcılardandır (Mo₂C, MoC) ve paslanmaz çeliklerde korozyon dayanımını artırmaktadır. Krom ostenit bölgesini daraltırken, nikel genişletir. Molibden, silisyum ve niyob da krom gibi ostenit bölgesini daraltır. Karbon ve mangan ise nikel gibi ostenit bölgesini genişletir. Bunlardan öncelikle krom ve nikel iç yapının ferritik veya ostenitik olmasını belirler. Paslanmaz çelikler gıda ve kimya sanayi elemanlarının, tıbbi cihazların, korozif ortamlarda çalışacak makine parçalarının ve çeşitli ev aletlerinin üretiminde kullanılır. Ostenitik çeliklerin kolaylıkla soğuk şekillenebilirliklerinden dolayı levha ve sac haline getirilerek iç ve dış mimaride kullanılır [37] .

Çelikte demir oranı içerdiği elementlerin hepsinden fazladır. Karbon (C) oranı ise % 2.06' ya kadar olan Fe-C alaşımıdır. Yüksek mukavemet ve fiziksel özelliklerinden dolayı çelik geniş uygulama alanına sahiptir.

Çeliklerin sınıflandırılması, çeliğin kimyasal bileşimine göre, kalitesine göre, mamul şekline göre ve kullanım yerlerine göre yapılmaktadır. Çeliklerin sınıflandırması EN 10020'de aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

Çelikler kimyasal bileşimlerine göre alaşımsız çelikler ve alaşımlı çelikler olarak sınıflandırılmaktadır. Alaşımlı alaşımsız çelik sınır katkı elementleri için EN 10020'de verilmiştir. Çelikler kalitelerine göre temel çelik, say çelik ve kalite çelik olarak sınıflandırılırlar. Bir diğer çelik sınıflandırma türü olan mamul şekillerine göre sınıflandırmada çelikler yassı çelik, uzun çelik ve kısa çelikler olarak sınıflandırılmaktadır. Kullanım yerlerine göre ise çelikler yapı çelikleri ve takım çelikleri olarak sınıflandırılır.

Alaşımsız ve az alaşımlı çelikler korozif etkilere dayanıklı değildir. Bileşimlerinde en az %12 Cr bulunan çeliklerse; yüzeylerine kuvvetle bağlanan yoğun, tok ve çok ince bir oksit tabakası nedeniyle pasifleşerek korozyona dayanıklı hale gelir. Bu tip yüksek alaşımlı çelikler "Paslanmaz Çelikler" olarak tanımlanmaktadır. Oluşan pasif tabakanın (Cr_2O_3) tüm yüzeyi kaplaması için çeliğin Cr oranının %8'in altına düşmemesi gerekir. Bu oranın altında Cr bulunması durumunda bazı bölgelerde oluşmamış pasif tabaka nedeniyle paslanma yanında korozif ortamlarda korozyon pili oluşumu ile desteklenir. %8 Cr oranının altında olması ile paslanma yavaşlar ama önlenemez. Krom karbür olarak bağlanmış Cr paslanmayı önleme açısından önemini kaybetmiştir.

Paslanmaz çelikler yüksek alaşımlı çeliklerdir. Yassı ve uzun mamul şeklinde bulunmaktadır. Bunlar normal atmosfer şartlarında ve tatlı sularda paslanmazlar. Asitli ve korozif ortamlarda, oksitleyici asitlere dayanım bu çeliklerin büyük bir bölümünde iyidir. Paslanmaz çeliklerin malzeme numaraları 1.4XXX şeklindedir. Genelde malzeme numarası arttıkça yüksek sıcaklıklara ve tufala dayanım artmaktadır.

Paslanmaz çeliklerdeki alaşım elementleri önem sırasına göre krom, nikel, molibden ve mangandır. Ayrıca az miktarda titan, bakır ve niyobyum da vardır. Krom ostenit bölgesini daraltırken, nikel genişletir.

Molibden, silisyum ve niyobyum krom gibi ostenit bölgesini daraltır. Karbon ve mangan ise nikel gibi ostenit bölgesini genişletir. Krom ve nikel iç yapının ferritik

veya ostenitik olmasını belirler. Paslanmaz çeliklerde en önemli alaşım elementi kromdur. Kromun oksijene karşı olan afinitesi demirden fazla olduğu için mevcut oksijenle kendisi birleşerek pasif Cr_2O_3 oluşturur. Ancak paslanmaz çeliklerde krom karbür oluşumu sonucunda kafes içindeki krom oranı düşer ve dolayısıyla korozyona karşı dayanım özelliği azalır. Bu nedenle çelikte yükselen C oranı ile ya Cr oranı artırılır ya da kroma göre karbür yapma eğilimi daha fazla olan alaşım elementleri çeliğe ilave edilir.

Krom, oksidasyona ve korozyona karşı dayanım getirmesinin yanında çeliğin yüksek sıcaklıklarda mekanik özelliklerini korumasını da sağlar. Nikel paslanmaz çeliklerde redükleyici ve oksitleyici ortamlara karşı dayanım getirir ve yapının ince taneli olmasını sağlar. Ti, Nb, Ta gibi elementler önemli karbür yapıcılarıdır. Bu nedenle stabilizatör olarak kullanılırlar. Mo özel karbür yapıcıdır ve korozyon dayanımını artırması nedeniyle yüksek alaşımli krom çelikleri ve ostenitik Cr-Ni çeliklerinde sık olarak kullanılır. Mo, V, Nb gibi elementlerin paslanmaz çeliklerin yüksek sıcaklıklarda mukavemet değerlerini koruma görevi vardır.

N çelik içinde hem istenmez ve hem de alaşım elementi olarak kullanılır. İstenmemesinin nedeni 300–350 °C civarında neden olduğu mavi kırılmalık, yaşlanmaya hassasiyet ve alaşım ve az alaşımli çeliklerde taneler arası gerilme çatlaklarının oluşmasındaki etkisidir. Alaşım elementi olarak kullanılmasının nedeni ise N ostenitik yapıyı stabilize eder. Ostenitik çeliklerde dayanım ve sıcaklıkla akma noktası da dâhil olmak üzere tüm mekanik özellikler artmaktadır. P ve S' de çelik içinde istenmeyen elementlerdir. P, katı durumda ikincil (mikro) segregasyonların ve eriyiğin katılaşması esnasında ise birincil (makro) segregasyonların oluşmasına neden olur. Ostenitik Cr-Ni çeliklerinde P ilavesi ile akma sınırının değeri artmaktadır. S ise sıcak çatlakların oluşumunu kolaylaştırmaktadır.

Paslanmaz çelikler gıda sanayi, kimya sanayi, tıbbi cihazların üretimi, korozyon ortamlarda çalışacak makine parçaları, çeşitli ev aletlerinin üretimi, ferritik çeliklerin kolaylıkla soğuk şekillenebilirlikleri ile levha ve sac haline getirilerek mimaride iç ve dış dekorasyon gibi alanlarda kullanılır.

EN 10088/1995' e göre paslanmaz çelikler aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:

Ferritik Paslanmaz Çelikler

Martenzitik ve Ayrışım Sertleştirilmesi Yapılabilen Paslanmaz Çelikler

Ostenitik - Ferritik Paslanmaz Çelikler

Ostenitik Paslanmaz Çelikler

1. Ferritik Paslanmaz Çelikler:

Bu tür paslanmaz çeliklerin, ergime sıcaklığına kadar içyapı hep ferritiktir. Faz dönüşümü olmadığı için su verme ile sertleşmezler. Ancak soğuk deformasyonla sertlikleri bir miktar artırılabilir. Magnetik özellikleri vardır. Tokluğun en önemli özellik olmadığı ve korozyon direncinin çok yüksek istenmediği uygulamalar için seçilir. Klorla ortamlara, atmosferik korozyona karşı direnci yüksektir. Hacim merkezli kübik kafes yapılıdır. Soğuk ve sıcak haddelenebilirler. Ferromagnetiktirler. Parlak ve dekoratif görünümüne sahiptirler. Kolaylıkla soğuk şekillendirilebilirler. Ferritik paslanmaz çelikler, pahalı ve önemli bir element olan Ni içermemeleri nedeniyle ucuzdurlar. İlave edilen alaşım elementleri ile talaşlı işlenebilme özellikleri iyileştirilerek, paslanmaz makine parçalarının imalatında da kullanılmaktadır. Kimya ve petrokimya sanayisinde, otomobil sanayisinde, egzoz borularında, kazan ve benzeri yerlerde kullanılır.

2. Martenzitik ve Ayrışım Sertleştirilmesi Yapılabilen Paslanmaz Çelikler

Bunlar, %2 ile %18 arasında Cr ve %0,2 ile %1,2 arasında C içerirler. Su verme ile sertleşme özellikleri vardır. Yüksek zorlamalı yerlerde kullanılır. Magnetiktirler. Bazıları; Molibden, vanadyum ve nikel içerebilirler. Korozyon direnci diğerlerine göre düşüktür. Çökeltme sertleşmesi ile mukavemetleri artırılabilir. Martenzitik çelikler çok iyi tokluğa sahiptirler. Haddelenebilirler. Martenzitik çeliklerin kaynağında karbon oranına bağlı olarak soğuk çatlaklar etkilidir. Yüksek oranda karbon içeren martenzitik paslanmaz çelikler kaynak işlemine uygun değildir. Amerikan standartlarında 400 serisi olarak bilinir. Bazı tipleri 403, 410, 420'dir.

3. Ostenitik - Ferritik Paslanmaz Çelikler

İyi kaynak edilebilirliğe sahiptirler. İyi taneler arası korozyon, çatlak korozyonu ve pitting korozyon dayanımı gösterirler. Çok iyi şekilde gerilmeli korozyona dayanıklıdırlar. Kaynak sonrası akma sınırı ve çekme dayanımı önemli oranda diğer çeliklere göre yüksektir. Ve oldukça iyi korozyon dayanımı göstermektedir.

Sıcak çatlama duyarlılığını artıran P, S, Si gibi elementler de büyük ölçüde δ -kafesinde çözünerek ostenit fazından uzaklaşır. Dolayısıyla bu çeliklerde sıcak çatlama eğilimi çok azdır, yalnız yüksek sıcaklıkta uzun süre kalma sonucu sigma fazı oluşabilir [37].

Paslanmaz çeliklerin fiziksel özelliklerine bakıldığında; paslanmaz çeliklerin ısıyı iletme kabiliyeti, karbonlu çeliklerin yaklaşık yarısı kadardır. Cr'lu paslanmaz çeliklerin genleşme katsayısı, karbonlu çeliklerle aynı olmasına karşın, ostenitik çeliklerde bu değer karbonlu çeliklerden %50 kadar fazladır. Paslanmaz çeliklerde karbonlu çeliklere göre 4–7 kat daha düşük bir elektrik iletme direncine sahiptirler.

b- Paslanmaz Çelik Teller:

Şekilde, farklı çaplarda üretilmiş olan paslanmaz çelik teller görülmektedir (Şekil II.9).



Şekil II.9 Tekstil Fabrikaları İçin İyi Kalite Paslanmaz Çelik Telden Üretilmiş Paslanmaz Çelik İplikler [33]

Aşağıda, piyasada üretilen paslanmaz çelik tellerin boyutları (mm) ve toleransları görülmektedir (Tablo II.1).

Tablo II.1 paslanmaz Çelik Tel Boyutları (mm) [33]

Paslanmaz çelik tel boyutları		
Tel çapı (mm)	Tolerans (mm)	Maksimum sapma toleransı (mm)
0.020-0.049	+0.002 -0.001	0.001
0.050-0.074	±0.002	0.002
0.075-0.089	±0.002	0.002
0.090-0.109	+0.003 -0.002	0.002
0.110-0.169	±0.003	0.003
0.170-0.184	±0.004	0.004
0.185-0.199	±0.004	0.004
0.200-0.299	±0.005	0.005
0.300-0.310	±0.006	0.006
0.320-0.499	±0.006	0.006

Aşağıda, paslanmaz çelik telde çelik türlerinin kimyasal bileşimleri % olarak verilmektedir (Tablo II.2).

Tablo II.2 Paslanmaz Çelik Telde Çelik Türlerinin Kimyasal Bileşimleri (%) [31]

Çelik Türleri	Kimyasal Bileşimler (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
304	<0.08	<1.0	<2.0	<0.035	<0.03	8~10	17~19	-	-	-
304L	<0.03	<1.0	<2.0	<0.04	<0.03	9~13	18~20	-	-	-
304HC	<0.06	<1.0	1.2-1.8	<0.035	<0.03	8~11	17~19	-	2.0-3.0	-
316	<0.08	<1.0	<2.0	<0.04	<0.03	10~14	16~18	2.0~3.0	-	-
316L	<0.03	<1.0	<2.0	<0.04	<0.03	12~15	16~18	2.0~3.0	-	-
310S	<0.08	<1.5	<2.0	<0.04	<0.03	19~22	24~26	-	-	-
321	<0.08	<1.0	<2.0	<0.045	<0.03	9~13	17~19	-	-	>0.035
301	<0.15	<1.0	<2.0	<0.04	<0.03	>7	16~18	-	-	-
302	<0.15	<1.0	<2.0	<0.04	<0.03	>8	17~19	-	-	-

II.1.6.2. Alüminyum ve Magnezyum Tel

Alüminyum (Al)'un genel kullanım alanları: Çeşitli mutfak aletlerinin ve dekorasyon malzemelerinin ana yapım maddesidir. Bakır, magnezyum ve diğer metallerle oluşturduğu alaşımlar, saf halinden çok daha güçlü özelliklere sahiptir. Bu nedenle de bu tip alaşımlar; hafif ancak güçlü metallerin gerek duyulduğu, başta füze ve uçak yapımı olmak üzere, her türlü alanda kullanılır. Teleskop aynaları kaplamalarında ve dekoratif kâğıtların yapımında da bu elementten yararlanır. Elektrik iletkenliği bakırın yalnızca %60'ı kadar olsa da, hafif yapısı nedeniyle elektrik iletim hatlarında kullanılır.

Magnezyum (Mg)'un genel kullanım alanları: Fotoğraf makinelerinin gövde ve flaş kaplamalarında, işaret fişeklerinde ve yangın bombaları başta olmak üzere pirotekni alanında yoğun olarak kullanılır. Alüminyumdan üçte bir oranında daha hafif olması nedeniyle, alaşımlarından uçak ve füze yapımında faydalanılır. Eczacılık alanında önem taşıyan bileşikler de vardır. İtici özellikteki bileşiklerin yapısına katılır. Döküm demir yapımında ve uranyum başta olmak üzere çeşitli metallerin tuzlarından saflaştırılması işleminde kullanılır. Şömine tuğlalarının, aydınlatma ampullerinin, renk maddelerinin ve filtrelerin yapımında da yeri vardır [36].

Tekstilde kullanılan magnezyum tel özellikleri: asite dayanıklı, alkalilere dayanıklı, korozyona dirençli, güçlü, 120°C'de solmayan özelliklere sahiptir (Şekil II.10).



Şekil. II.10 Alüminyum ve Alüminyum Alaşım Tel (magnezyum tel) [31]

II.1.6.3 Demir Tel

Anping Hongya Wire Mesh Co. Ltd. firmasında ince çaplarda, sıcak batırılmış galvanize demir teller, elektrogalvanize demir teller, parlak demir teller, siyah tav verilmiş tel, düzenli çekilmiş ve kesilmiş teller, kağıt kaplama teller ve değişik özelliklerde PVC kaplı teller üretilmektedir. Yine çaplar 5.15 mm ile 0.18 mm arasındadır. Çekme dayanımı, 329 N-380 N/m, uzama oranı çok iyi ve % 12 değerindedir [31].

II.1.6.4. Bakır ve Diğer Metal Teller

Bakır, kimyasal simgesi Cu, rengi ve çizgisi bakır kırmızısı, sertliği 2,5–3, özgül ağırlığı 8,93 gr/cm³ ergime derecesi 1080°C, olan ince levha ve tel hâline sokulabilen, ısıyı iyi geçiren, iletkenliği yüksek (%99,95), ergime ısısı 43 k.cal (1 kg'ının ergimesi için gerekli ısı) kullanım sahası çok geniş metaldir [44,54]. Bakırın kristal yapısı kübiktir. Alevi yeşile boyar, asitlerde kolay çözünür. Nabit bakır olarak tabiatta ender rastlanır; sülfütlü ve oksitli bakır cevherlerinden zenginleştirme ve izabe yoluyla metalik bakır elde edilir.

Bakıra; çinko, kalay, gümüş, nikel gibi metallerin katılması sonucu elde edilen ürünler bakır alaşımlarıdır. Bakıra başka elementlerin katılması, elektrik ve ısı iletkenliklerini düşürür ama mekanik özellikleri artırır, erimedeki kalıplama kolaylıkları sağlar (saf bakıra nazaran daha düşük erime noktası ve daha iyi döküm) ve özellikle tuzlu ortamlarda, aşındırmaya karşı daha iyi dayanıklılık kazandırır [32].

Uzun yıllar boyunca ve tüm kültürlerde metalik bakır estetik ve fayda sağlayan amaçlar için sanat ve sağlıkta, teknoloji ve süslemelerde kullanılmıştır. Son yüz yıldır, bilim, bakırın insan sağlığı ve iyi oluşunu sağladığına dair ilginin arttığını ifade etti. Bakır bileşimlerinin anti bakteriyel, anti mantar ve anti alev alma özellikleri, eski zamanlardan beri biliniyordu ve son zamanlarda da bu modern bilim tarafından onaylandı [30].

Şekilde (II.11) tekstilde kullanılmak üzere özellikle iyi yapılmış tel görülmektedir. Giysilerde, sepetlerde, oymacılıkta kullanılmaktadır. Bununla birlikte mücevherat bağlama makinesi için de çok iyi kullanımı vardır. Yaklaşık olarak 2 pound'un üzerinde gelen makaralara sarılmışlardır. Bu tip bir telin normalde satış fiyatı librede 80\$'dır [34].



Şekil II.11 Tekstilde Kullanılan Çok İyi Kalaylanmış Bakır Tel

1950'lerin ilk yıllarında, modern araştırmalar, bakırın özelliklerinin sağlık için yararlı olduğunu açıkça ispatlamışlardır. Son araştırmalara göre, kumaş içine dokunur özelliktedir (Şekil II.12).



Şekil II.12. Bakır Filament İçeren İplik [35]

Bakır iplikler boyanabilir, bakır lifin rengini etkilemeden kıvrım yapılabilir, ezilebilir, buruşuk yapılabilir. Metal lifler parlak vurgular veya tedaviyle ilgili uygulamalar için yumuşak alpaka liflerle karıştırılabilirler.

Bakır içeren lifler, insan vücudunu zararlı elektromanyetik frekanslarından koruyabilir ve zararlı elektromanyetik radyasyonun geri alınmasına yardımcı olabilir[8]. Anping Hongya Tel Ağ Co. Ltd şirketinde ayrıca bakır telden başka, çelik tel, düz tel, nikel tel, nikel-krom alaşım teli, demir-krom-alüminyum tel, titanyum tel, molibden ve diğer metal tel serileri üretilmektedir (Şekil II.13).



Bakır Tel



Nikel Tel



Nikel-Krom Karışımı Tel



Titanyum Tel

Şekil II.13 Bakır ve Diğer Metal Tellerden Örnekler [31]

II.1.7. Metal Liflerin Kullanım Alanları

Tekstil tellerinin uygulama alanlarını beş başlık altında toplamak mümkündür:

1- Elektro-etkiye karşı kumaşlar: Tekstil telleri içeren kumaşlar, elektromanyetik radyasyona karşı mükemmel koruma sağlar. Mobil iletişim araçlarının çeşitli frekans değerlerinde, örneğin, yaklaşık 40 dB'lik (%99) koruma değerine erişilebilir.

2- Veri transfer kumaşı: PES ve gümüş kaplı bakırdan oluşan 'Infineon Yağmurluk' içerisindeki şerit, elektrik sinyalleri ile veri transferini olanaklı kılar.

3-ESD uygulamaları için yapılan kumaş: Elektronik parçaların montajı sırasında (örneğin otomobil endüstrisinde) sağlam iletken parça kullanımı, onları elektriksel boşalımdan korur.

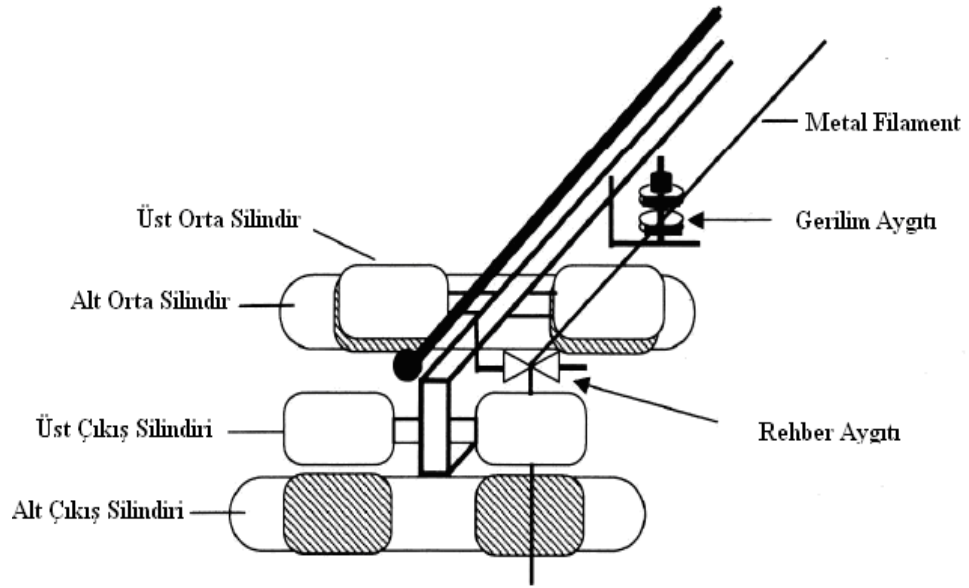
4- Moda son uygulama ve dekorasyonda kullanılan tekstil telleri: İyi teller moda tasarımcılarına parlak bakış açıları sunar. Eğer yenilik aranıyorsa, tekstil tellerinin şaşırtıcı değişik kumaşı moda dünyasında sınırsız yaratıcılık sunar, örneğin, metal veya buruşukluk efekti ile oluşturulan kumaş

5- İplik Uygulamaları İçin Kullanılan tekstil telleri: Tekstil teli, ipliklerde hali hazırda kullanılan prosesler kadar iyi olarak dokuma, örme, örgü, katlama ve eğirmede direk olarak kullanılabilir [12].

II.1.8. Metal Takviyeli İpliklerin Üretimi

II.1.8.1. Klasik Ring İplik Eğirme Makinesinde Metal İplik Üretimi

Daha önce de bahsedildiği gibi, metal ipliklerden dokunan kumaşlar elektromagnetik alana karşı kalkan görevi görmekte ve statik elektriklenme miktarını azaltmaktadırlar. Fakat %100 metalden üretilen ipliklerin eğilme rijitliklerinin ve maliyetlerinin yüksek olmasından ötürü, metal lifler cer makinesinde esnek özellikte liflerle karıştırılarak klasik ring iplik makinesinde de eğrilebilmektedir (Şekil II.22).



Şekil II.14 Geleneksel Silindirli Besleme Sistemi

Bu sayede elektrik iletkenliğine sahip kompozit iplikler üretilmektedir. Genelde paslanmaz çelik, gümüş kaplı bakır gibi metaller ve sentetik liflerin karışımından oluşan kompozit iplikler tercih edilse de farklı materyaller ile farklı üretim hızlarında üretim yapmak mümkündür. Metal ipliklerin iletkenlik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, paslanmaz çelik ve kesikli PES liflerinin karışımından elde edilen ipliğin, karışımından ötürü, dokuma işleminin kolaylaştığı, kumaşta dökümlülük özelliğinin arttığı ve maliyetinin dörtte birine düştüğü (çelik ve PES oranı 30:70) saptanmıştır [14].

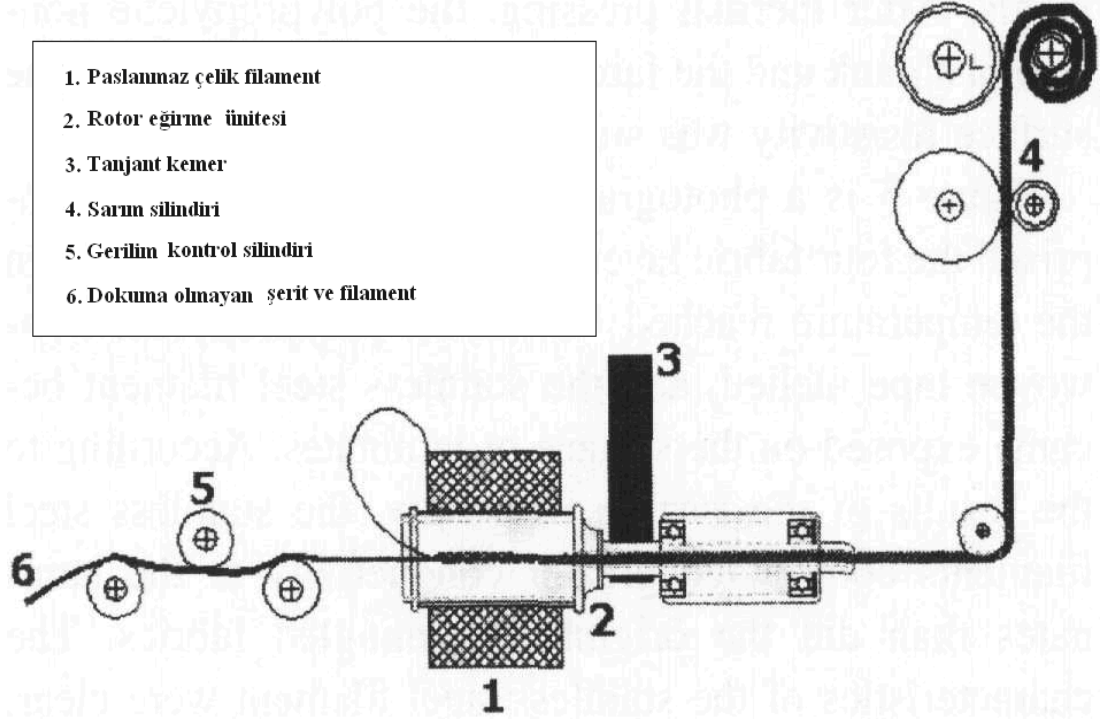
II.1.8.2 Modifiye Edilmiş Ring İplik Eğirme Makinesinde Metal İplik Üretimi

Son zamanlarda streç iplik üretiminde de kullanılan kor ipliklere (core-yarn) olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Ve bu konu ring iplik makinelerinin kor iplik üretimine dönüştürülmesine olan talebi de arttırmıştır. Kor iplik, çekirdek görevini yapan bir filament iplik üzerine doğal veya kimyasal kesik elyafın sarılmasıyla meydana gelen ipliğe verilen isimdir. Son yıllarda seçkin ve moda yönelik tekstillerde bu iplikler tercih edilmektedir [16].

Modifiye edilmiş ring iplik makinesi aslında klasik ring iplik makinesinden çok da farklı değildir. Malzeme besleme kısmında yapılan küçük bir değişiklik ile özlü iplik formunda olan iletken iplikler üretilebilmektedir. Eğirme işlemi sırasında metal tel ön sevk silindirleri tarafından beslenmekte ve çekime uğrayan fitilin öz kısmına yerleştirilmektedir. Sevk silindiri, metal telin düzgün bir şekilde eğilmesi ve hep öz kısmında kalmasını sağlamaktadır. Bu sayede metal iplik sürekli olarak manto lifleri tarafından sarılmakta ve ipliğin iç kısmında kalmaktadır. Çekime uğrayan fitilin eğirme gerilimi çıkış silindirlerin tutma noktalarından ayrıldığında az miktarda azalma göstermektedir. Buna tam ters olarak metal telin gerilimi, çıkış silindirlerinden büküm alma bölgesi arasında değişmemektedir. Büküm ve sarım işlemleri sayesinde metal tel, kesikli lifler tarafından sarılmış ve ipliğin öz kısmına yerleşmiştir [7].

II.1.8.3. Rotor Sarma ve Büküm Ünitesinde Metal İplik Üretimi

Polimerlerin elektrik iletkenliğini arttırmak için iletken veya katkı maddeleri ile karıştırılması gerekmektedir. İletken polimer materyaller elde etmek için şimdiye dek (kesikli paslanmaz çelik lifleri, karbon parçaları, kesikli karbon lifleri gibi lifleri içeren) birçok çalışma yapılmıştır (Şekil II.23).



Şekil II.15 Yeni Geliştirilen Rotor Sarma ve Büküm Makinesi

Üretim yöntemleri iletken elemanlarla termoplastik yüzeylerin kaplanması veya karıştırılması şeklindedir. Kompozit materyaller içine karıştırılan veya doldurulan materyaller ipliğin antistatik özelliğini desteklemektedir. Bu yöntemlere kıyasla çok daha kolay olan bir diğer metal iplik üretim yöntemi, yeni geliştirilen rotor sarma ve büküm ünitesidir. Bu makine sayesinde paslanmaz çelik ve 3 cm enindeki dokusuz polipropilen şeridi aynı anda bükebilmektedir. İpliğin özünü oluşturan dokusuz kumaş şeridi ve filament belirli bir gerilim ile sevk edilerek rotor eğirme ünitesine beslenmektedir. Rotor eğirme ünitesindeki metal tel, özdeki materyali paralel sarma yöntemine sarmakta ve rotorun hareketi ile büküm vermektedir. Rotor ünitesinden çıkan iplik sarım silindirlere ile çekilmekte ve bobin halinde sarılmaktadır. Geliştirilen bu makine farklı sayıda ve tipte özlü iplik üretebilmektedir. Bu makinenin mekanik tasarımı klasik ring iplik makinesinden ve birde-iki büküm makinesinden farklı olup, bu makinede hiçbir gerilim ayarlama aparatı bulunmadığından geniş çaplarda düşük numaralı iplikler üretebilmek mümkündür[12].

II.1.8.4. DREF III Makinesinde Metal İplik Üretimi

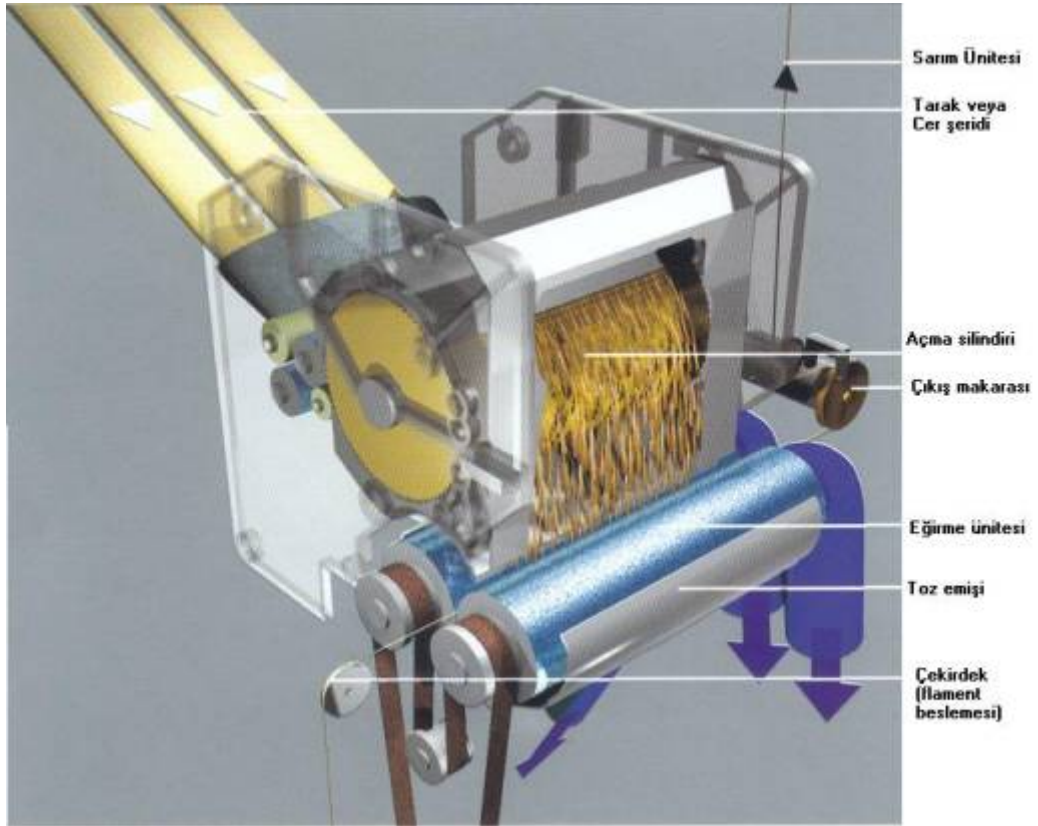
a) Dref 2000 Tarihçesi

Friksiyon eğirmenin prensibi 1973 yılında Avusturya'da Dr. Ernst Fehrer tarafından OE–eğirmeciliğinden yola çıkılarak ve temel mekanik-aerodinamik kurallarından faydalanılarak ortaya koyulmuştur. Rotor dönüşleri, çap, ağırlık ve merkezkaç kuvveti gibi problemler bu yeni büküm verme yöntemi sayesinde çözülmüştür.1999 yılına kadar piyasaya iki friksiyon eğirme yöntemi sunulmuştur. Bunlar;

1. Dref 2, Dref 3 ve Dref 2000 eğirme yöntemleri (Fehrer, Avusturya)
2. Master eğirme yöntemi (Platt,Saco-Lowel, İngiltere)

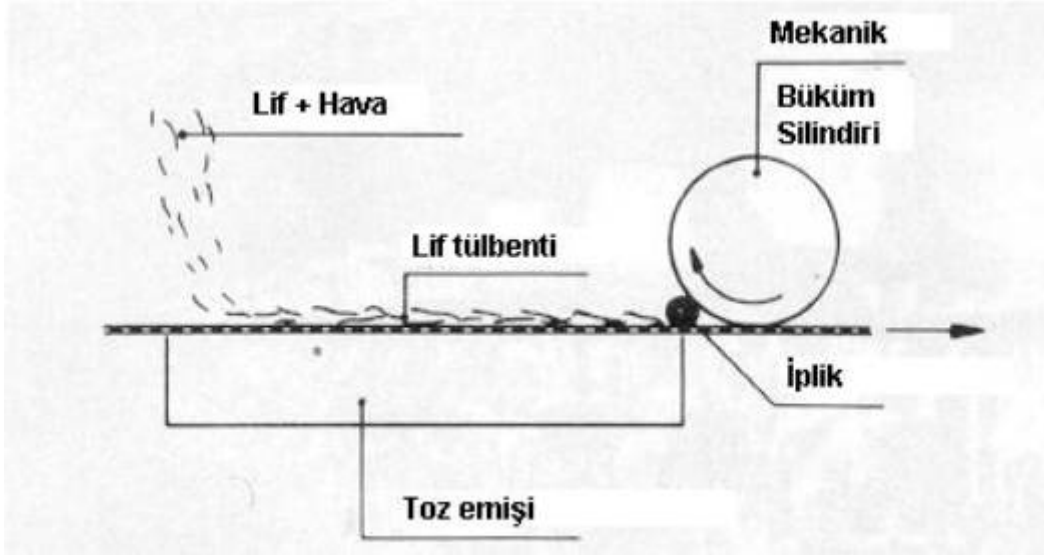
Yukarıda sözü edilen yöntemler içerisinde 1999 Paris ITMA fuarında ilk defa sunulan Dref 2000 eğirme makinesi, bilinen mekanik-aerodinamik eğirme prensiplerine göre çalışmakta olup ekonomik bir şekilde sentetik, rejenere, doğal, özel lifler ve bunların karışımlarından orta incelikte iplik üretimini mümkün kılmaktadır[42].

b) Dref 2000 İplik Makinesinde Eğirme Prensibi



Şekil II.16 Dref 2000 İplik Makinesi[42]

Şekil II.16’de prensip şeması verilen Friksiyon(sürtünme) ile eğirmenin temel prensibi bir lif/hava karışımının deliklerle donatılmış yakalama yüzeyine üflenmesi ve bu yüzeyin altında emme yönünde bir hava akımı oluşturulmasıdır (şekil II. 17)



Şekil II.17: Frikasyon Eğirme Prensibi[42]

Dref 2000 iplik makinesinde ipliğin meydana gelmesi kısaca şu şekilde açıklanabilir:

Makineye birden fazla sayıda beslenen bantların tek lif haline gelinceye kadar açılması hızlı bir şekilde dönen açma silindiri ile gerçekleştirilir. Bu sırada bantların beslenmesi makinenin arkasında bulunan ve özel bir şekil verilmiş giriş sistemi ile temin edilir. Tek lif haline gelmiş liflerin açma silindirlerinden ayrılması merkezkaç kuvveti sayesinde gerçekleştirilir ve lifler oluşturulan hava akımı vasıtası ile bir kanal içerisinde iki adet eğirme silindiri arasındaki yerleştirme alanına istiflenir. Daha sonra lifler aynı yönde dönen bu eğirme silindirlerinin üst yüzeyinde mekanik bir yuvarlanma hareketi ile büküm alırlar. Delikli eğirme silindirlerinin içerisinde besleme havasının emilmesi bu işlemi destekler. Bu şekilde büküm alan lifler aynı bölgeye dışarıdan verilen bir ipliğin açık ucuna dahil olarak iplik şeklinde 250 m/dakika 'ya varabilen çıkış hızıyla çekilerek sarım tertibatı yardımı ile bobin şeklinde sarılırlar. İstenen büküm miktarı tambur devirlerine ve emilen havanın yoğunluğuna bağlı olarak ayarlanabilmektedir[42].

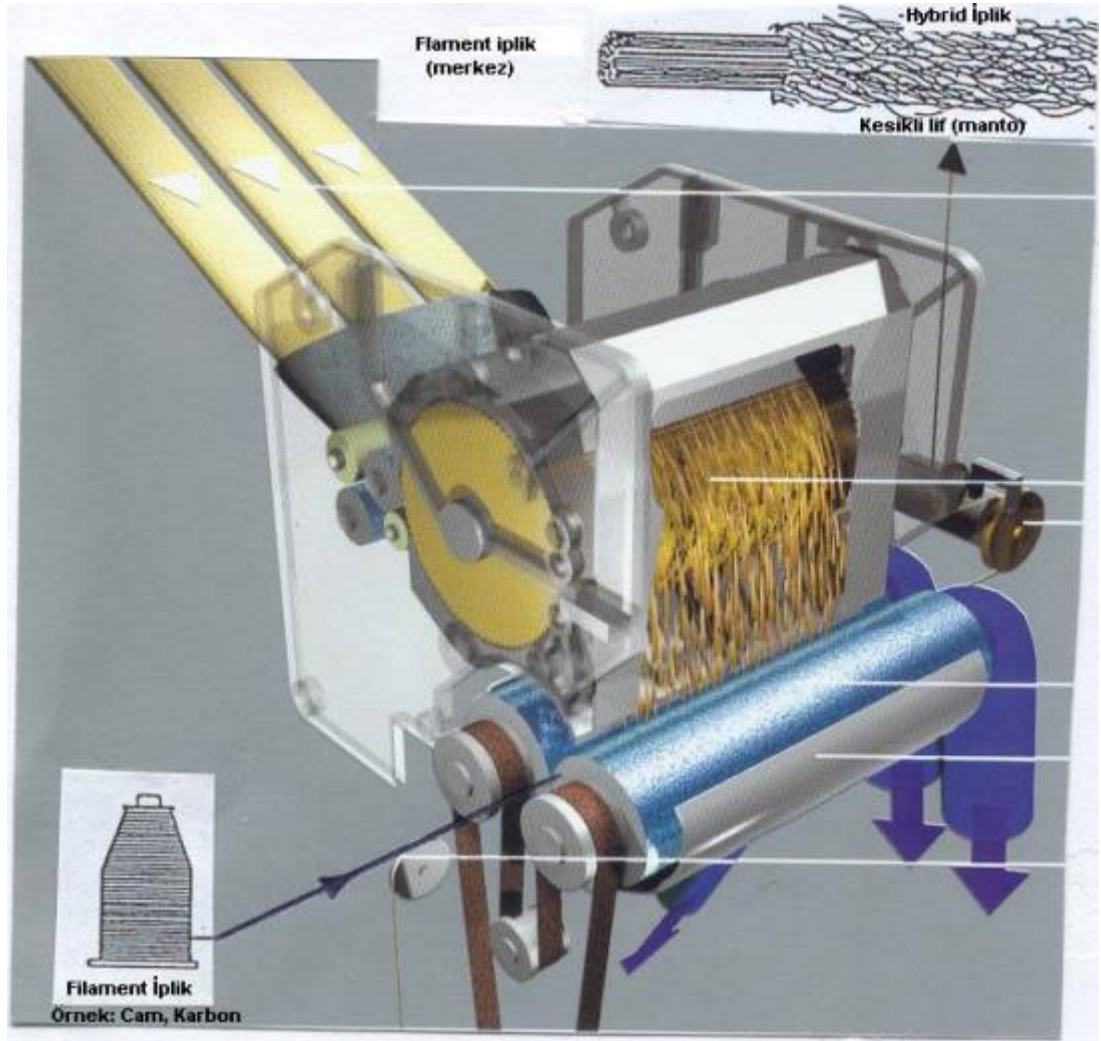
Frikasyon eğirme prensibinde liflerin iletilmesi ve şeritlerin açılması OE-Rotor ve bilinen diğer eğirme yöntemleri ile karşılaştırıldığında temel farklılığın lif sevk elemanının şeklinde olduğu görülmektedir. Bu fark lif yönlenmesine tesir etmekte ve daha düzenli lif iletimini temin etmektedir.

Friksiyon eğirme prensibinin ana prensibi iplik bileşiminin oluşması ve bükülmesi için dönen friksiyon silindirleri kullanmaktır. Sistemde Friksiyon elemanlarının kavrama noktasına devamlı olarak sevk edilen lifler sürtünme kuvvetleri yardımı ile büküm olarak dışarıdan verilen mevcut ipliğin açık ucuna eklenmektedir. Bu işlem Fehrer'in silindirli sistemleriyle veya tek ve silindirsiz sistemlerle gerçekleştirilebilmektedir. İki silindirli sistemlerde elyaf friksiyon elemanlarının kavrama noktasına beslenmekte ve burada iplik oluşumu sağlanmaktadır. Silindirsiz iki diskli ve iki kayışlı friksiyon sistemlerinde ise elyaf kısmen büküm verme elemanının dışında biriktirilerek friksiyon büküm verme alanına sevk edilmektedir[42].

İki silindirli sistemlerde dış friksiyon ile iç friksiyonu birbirinden ayırmak gerekmektedir. İç friksiyonda iplik oluşumunu ve bükümde avantaj sağlanırken elyaf beslemesi ve hacim darlığı açısından dezavantajı olduğu ifade edilmektedir.

Tablo II.3 Dref 2000 İplik Makinesinin Teknik Verileri

İplik numarası (Nm)	0.5-25
İplik numarası (tex)	40-2000
Kullanılabilen lifler	Doğal,sentetik,rejenere lifler;kumaş atıkları,dokuma kenarları,filament atıkları ve bunların karışımlarından açılmış lifler
Kullanılan lif uzunlukları(mm)	10-120
Kullanılan lif inceliği (dtex)	1.7-10
Artık yağ miktarı/avivaj miktarı	Max. %15
Beslenen tarak bandı ağırlıkları (ktex)	5-15ktex/bant en az iki bant,her eğirme ünitesi için toplam ağırlık max. 30ktex
Beslenen cer bandı ağırlıkları (ktex)	3-7 ktex
Bobin ağırlığı (kg)	8
Üretim hızı (m/min)	250

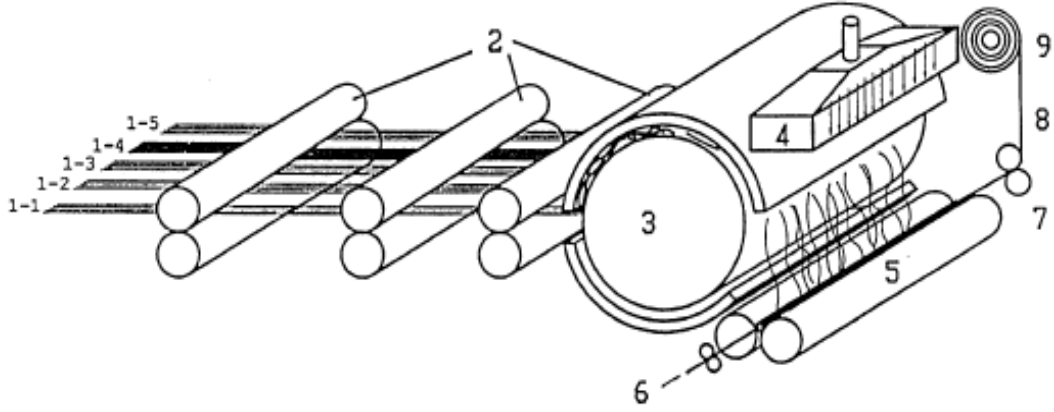


Şekil-II.18: Dref İplik Eğirme Sisteminde Kompozit (Hybrid iplik) İplik Üretimi[42]

Sonuç olarak, Dref iplik eğirme sistemleri geniş hammadde kullanımı sayesinde değişik tipte iplik üretimine yüksek iplik çıkış hızları ile olanak sağlamakta yüksek performanslı kompozit yapılar için çok bileşenli (örnek olarak hybrid iplik) iplik üretimini yapabilmektedir. Bu avantajları sayesinde konvansiyonel iplik eğirme sistemleri ile mümkün olmayan bazı üstün iplik özelliklerini ortaya çıkarmaktadırlar

Bu metot, open-end friksiyon çekirdek iplik (OFCY) eğirme metodu ve bu iplikten elektrostatik boşalım ve elektromanyetik uygulamalardan koruyucu iletken yüzey elde etmek üzere iplik üretilmek için geliştirilmiştir.

Paslanmaz çelik tel (SW) dokunmasını kolaylaştırmak ve malzeme fiyatını düşürmek için DREF III open end sürtünme eğirme makinesi kullanılarak paslanmaz çelik tel çekirdekli, polyester (PET) ve paslanmaz çelik kesikli lifler (SS)'den OFCY iplik imal edilmektedir (Şekil II.27).



Şekil II.19 DREF III Tipi Open-End Friksiyon Eğirme Makinesi

1-1, 1-2, 1-3, 1-5: Kesikli liflerle ince kesilmiş manto

1-4: Paslanmaz çelik kesikli lifler ile kesilmiş manto

2: Çekim Ünitesi

3: Tarama Tamburu

4: Sıkıştırılmış Hava

5: Sürtünme Tamburu

6: Paslanmaz çelikli çekirdek besleme

7: Çekim Silindirleri

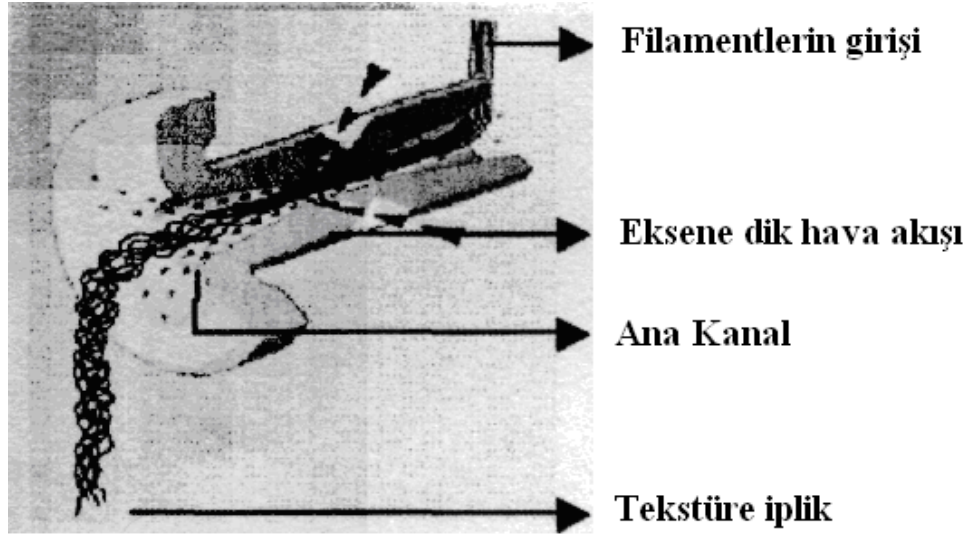
8: OFCY İplik

9: Taşıyıcı Silindir

Bu yöntemde open end sürtünme eğirme süreci sırasında sürtünme tamburunun iplik büküm bölgesi içinde, çekirdekte bir paslanmaz çelik tel ile open-end sürtünme bükümlü iplik (open-end friction spun yarn OFSY) üretilmektedir [10].

II.1.8.5. Hava-Jetli Tekstüre Makinesinde Metal İplik Üretimi

Hava jetli tekstüre makinesi hacimli ipliklerin yapımında kullanılmaktadır. Özel olarak tasarlanmış hava jeti ile ipliğin giriş hızı çıkış hızına göre yüksek tutularak jet girişinde yığılma meydana gelmektedir. Daha sonra iplik üzerine gönderilen hava akımı ile iplik üzerinde küçüklü büyük halkalar meydana gelmekte ve bu da ipliği hacimli yapmaktadır (Şekil II.20) [15].

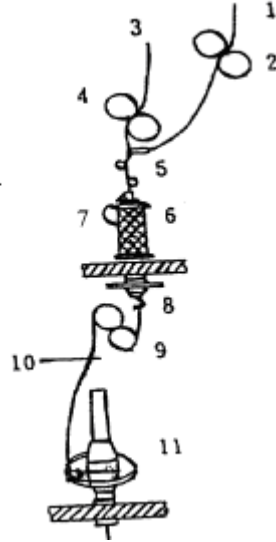


Şekil II.20 Hava Jetli İplik Üretim Sisteminde Jet İçindeki Hava Akışı ve Materyalin Geçişi

II.1.8.6. İçi Boş İğli Makinede Metal İplik Üretimi

Bu yöntem, iletken kumaşlarda kullanılmak üzere, polipropilen matris liflerle cam lifleri ve bakır tellerinin sarım işleminin gerçekleşmesi için kullanılan yöntemdir. Bu şekilde sarılan ipliğin adı 'kaynaşmamış' ipliklerdir. Ve bu iplikler, içi boş iğli eğirme metodu kullanılarak üretilmektedir (Şekil II.21).

1. Çekirdek iplik
2. Çekirdek iplik silindirleri
3. Efekt iplik
4. Efekt iplik silindirleri
5. Kanal
6. İçi boş iğ sistemi
7. Bağlayıcı iplik
8. Ayarlayıcı
9. Taşıyıcı silindirler
10. İplik kılavuzu
11. Ring büküm sistemi



Şekil II.21 İçi Boş İğli Eğirme Sistemi

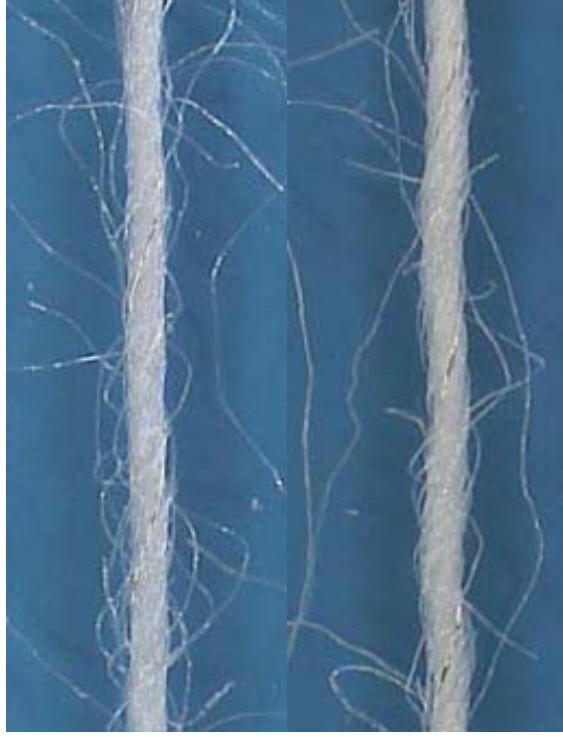
Bu metotta matris PP lifleri oluşturulan iplikle bağlanmıştır. Güçlendiren cam lifleri ve/veya iletken dolgu bakır telleri, çekirdek iplik olarak kullanılmıştır. Kaynaşmamış iplikte iki çeşit bükme vardır. Birincisi alt büküm, yani çekirdek ve üretilmiş ipliklerin birbirleri etrafına sarılmasıdır. Diğeri ise üst büküm, üretilen iplikle alt bükümdeki çekirdek etrafına sarılan bağlama ipliklerdir.

II.1.8.7. Metal Takviyeli İplik Çeşitleri ve Kullanım Alanları

Bu bölümde metal takviyeli iplik çeşitlerinden bazıları verilmektedir.

a- Polyester ve Gümüş Kaplı Metal Çekirdek Bükümlü İplik

Şekilde görülen ipliğin türü çekirdek büküm (Core Yarn)'dür (Şekil II.22). İplik Numarası: dtex 150 / Nm 68 / Ne 40, PES-kesikli lif ve gümüş kaplı bakır özellikleri de; TW-D 0.020 mm, dtex 31'dir. Karışım oranı ise %80 PES/%20 metal'dir.



Şekil II.22 Çekirdek Bükümlü İpliğin Mikroskop Altında Farklı Boyutlardaki Görünüşü

b- Polyester ve Paslanmaz Çelik Tel Bükümlü İplik

Bekaert firmasının belirli bir yüzdelikte paslanmaz çelik lifleri içeren tekstil ipliklerinin standart kalitesi için damgalanmış iplikleri mevcuttur (Şekil II.23). Bu iplikler Nm 50–200 dtex % 20 paslanmaz çelik liflerle polyester bükümlü ipliklerdir. Bu iplik isteğe göre daha fazla katlanabilir. Bu ipliklerin tekstil özellikleri, onları uygulamayla ilişkili geniş aralıklarda kullanım için elverişli yapar:

1. Anti-statik,
2. Isınan,
3. Akıllı Tekstilller,
4. Sinyal taşıyan,
5. Elektromanyetik kalkan alanlarında kullanılabilirler.



Şekil II.23 Nm 50-200 dtex % 20 Paslanmaz Çelik Liflerle Bükülmüş Polyester İplik

Anti statik koruyucu bu ipliklerden biri, başlıca 10×10 mm'lik ızgara yapılı kumaşta (dokuma), elektronik endüstrisi için ve yanıcı ve patlayıcı ortamlar için uluslararası normları kolaylıkla yerine getirdiğini ortaya çıkarmıştır. Diğerlerinden iyi yıkama dayanımı olmasından dolayı piyasada çözüm olarak tercih edilmektedir. Ayrıca, bu yüksek derecede iletken iplik, endüstriyel uygulamaların geniş alanlarında statik kontrol sağlamaktadır (Örneğin; taşıyıcı kemer, dokunmuş filtre kumaşı) ve iyi bir elektromanyetik kalkan performansına sahiptir. Aslında, bu ipliklerin üretim amacı, halılarda iletkenlik desteği olarak kullanılmak için tasarlanmıştır; dokuma halıların içinde ve taftlanmış halıların arkasında birinci ve ikinci kısmını oluşturabilir. En önemli uygulama, bilgisayar odaları ve ofis binaları için taftlanmış halıların ikinci arkasında iletken olarak kullanılmış olanıdır. Bu iplikler, dokunabilir, örülebilir ve dikilebilir. Katlanabilir veya iyi bir şekilde tekstil iplikleriyle birleştirebilir. Ayrıca, en iyi performans alanı:

1-Göze çarpan derecede yıkama dayanıklılığı

2-Koruyucu kumaşların elektrostatik özelliklerinde EN 1149 normunu yerine getirmekte olmasıdır.

c-% 100 Paslanmaz Multifilament İplik

Bu iplik, % 100 paslanmaz multifilament çelik kullanılarak en yüksek esnekliğe sahip ve uzun ömürlü elektrik iletken filament ipliklidir (Şekil II.24). Bu paslanmaz çelik multifilament aşağıdaki gibi geniş uygulamalarda kullanılabilir:

1-Anti statik tekstillerde,

2-Akıllı tekstillerde,

3-Sinyal iletiminde,

- 4-Isı dayanımlı dikiş ipliği olarak ve
5-Termal iletkenlik sağlamada kullanılmaktadırlar.



Şekil II.24 % 100 Paslanmaz Çelikle Multifilament Olarak Üretilmiş İplik

Bu paslanmaz çelik filament ipliklerinin özel bir alanı olan ısıtma uygulamaları, yüksek bir elektrik direnci sağlamaya elverişlidir.

Bu iplikler, yüksek elektriksel iletimli 304L paslanmaz çelik bir monofilament, çok esnek, güçlü ve kimyasal olarak etkisizdir, çok fazla tekstil işlemlerinde kullanılabilir, belki diğer ipliklerle katlanabilir. Uygulamalar, koruyucu giysiler (anti statik, elektromanyetik parazit (EMI)) gibi alanlarda, kesme/yontmaya dayanımlı iplikler ve modada (metal görünümlü) kullanılabilir [29].

d- Merino Yünü ve Paslanmaz Çelik ile Üretilen İplik

Bu iplik, çok iyi kalitede çelikle tek katlı iyi merino ile üretilmiş iplikdir (Şekil II.25). Giyimde kullanmaya elverişlidir ve söz etmeye değer ölçüde bir tuşe yumuşaklığına sahiptir. Çelik, ipliğe yansıtıcı bir görünüş, bitim işlemi görmüş yüzeyinki kadar iyi, yumuşak ve buruşturulmuş (crinkle) görünüş kazandırır.



Şekil II.25 Merino Yünü Ve Paslanmaz Çelik Karışımı İplik

Merinos / çelik karışımı ipliğin yumuşaklık ve hacimliliği için en dikkat çekici, etkilenen kısım, ipliğin bu yönde iyi özellikte olması için, ağırlıkta % 2-3 oranında yumuşatıcıyla birlikte, 35°C (95 °F) suda yaklaşık 3 dakika için ıslak nazik bir bitim işlemi uygulanmalıdır.

Bu ipliğin yıkaması elde olmalı ve yıkamada şu noktalara dikkat edilmelidir;

- a- Beyazlatıcı kullanılmamalı
- b- Düşük sıcaklıkta yıkanmalı
- c- Trikloroetilen dışındaki herhangi bir çözücüde kuru temizleme yapılmalı; azaltılmış devir, nem ve ısı ile
- d- Düz şekilde kurutma yapılmalıdır.

e- Paslanmaz Çelik ve Pamuk Karışımı İplik

Paslanmaz çeliğin iyi kalitede bir lifiyle bükülmüş 3 katlı bir pamuk ipliğidir. Bu iplik, librede 12,656 yardadır, bu onun iyi kalitede bükülmüş çelikle sıkı sarılmasıyla bir buruşuk (crinkle) yapı oluşturmak için tasarlanmıştır. Bu iplik, diğer boyanacak olan pamuk gibi boyanabilir (Şekil II.26).



Şekil II.26 Paslanmaz Çelik ve Pamuk Karışımı İplik

f- Viskoz/Paslanmaz Çelik İplik

Bu iplik, % 63viskoz/%37 paslanmaz çelik ipliğidir. Kırışik dokuma/kumaşlarda kullanılmaktadır (Şekil II.27).

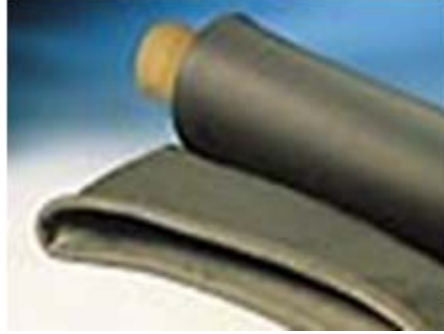


Şekil II.27 Viskoz/Paslanmaz Çelik Karışımı İplik [34]

II.1.9. Metal Takviyeli İplikler Kullanılarak Üretilmiş Yüzeyler

II.1.9.1. Örme Yüzeyler

Örme kumaşlar, % 100 paslanmaz çelikle veya paslanmaz çelik cam lifi karışımından yuvarlak (Knit KNC) veya düz (Knit KNF) örülmüş kumaşlardır (Şekil II.28).



Şekil II.28 % 100 Paslanmaz Çelikle Veya Paslanmaz Çelik Cam Lifi Karışımından Yuvarlak (Knit KNC) Veya Düz (Knit KNF) Örülmüş Kumaş Örneği

Bu örülmüş kumaşlar, örme kumaşların özellikleriyle ısı dayanımını birleştirir, gerginlik ve yumuşaklık sağlar [29].

a- Söndürücü Ürünleri

Söndürme ürünleri % 100 paslanmaz çelikten üretilmiştir. PBO karışımı (orta söndürücü) veya %100 PBO (iyi söndürücü) çözgüdü örme kumaşlardan yapılmış söndürme ürünlerdir (Şekil II.29).



Şekil II.29 % 100 Paslanmaz Çelikten Üretilen Söndürme Ürünleri

Bu kumaşlar, bir tekstil kumaşının yumuşaklığı ile ısı dayanımı ve mekanik sağlamlığını birleştirir.

Otomotiv camında kat malzeme olarak kullanılırlar.

b- Manşonlar

Manşonlar, %100 paslanmaz çelik, paslanmaz çelik ve PBO karışımı, paslanmaz çelikle para-aramid veya %100 PBO boru ribana örülmüş yapılardır (Şekil II.30).

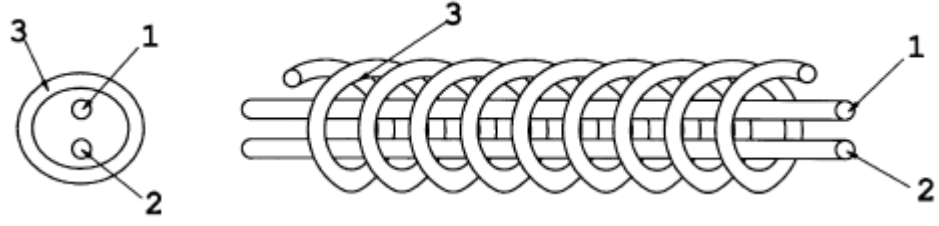


Şekil II.30 Paslanmaz Çelik Tel İle Boru Ribana Örülmüş Yapı

Paslanmaz çelik ile üretilen bu manşonlar da mekanik güçlülük ve ısı dayanımını birleştirir. Tipik kullanımları, silindirler için kat (kılıf) olarak otomotiv camlarıdır [29].

II.1.9.2. Kompozit Malzemeler

Bakır/cam lifi ile örülmüş kumaşlarla güçlendirilen polipropilen kompozitler üretilmiş ve bu kompozitte bakır tel iletken dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır. İletken dolgu malzemesi olarak bakırın seçilme nedeni, elektromanyetik kalkan etkililiği (EMSE) üzerindeki etkisini incelemek içindir. Matris faz polipropilendir ve kompozit malzemenin desteklenmesi cam lifleri ile sağlanmıştır.



Şekil II.31 Kaynaşmamış İplik Yapısı 1: Bakır; 2:Cam; 3: Polipropilen [9]

]

II.1.9.3. Dokuma Yüzeyler:

Bir kumaş, bir dokuma tezgâhında atkı ve çözgü ipliklerinin birbirine geçmesi ile üretilir. Kumaş, genellikle birbirlerine düz açılarla, üstüste bindirilmiş ipliklerin en az iki yerleşimi olduğunda üretilir.

Metal tel takviyeli ipliklerden üretilmiş dokuma kumaş, %100 paslanmaz çelik veya paslanmaz çelik para-aramid karışımından oluşmuştur. Tabaka veya şerit olmaya uygundur (Şekil II.32).



Şekil II.32 Metal Tel Takviyeli İpliklerden Üretilmiş Dokuma Kumaş

Bu kumaş, tekstil kumaşın yumuşaklığı ile ısı dayanımı ve mekanik sağlamlık özelliği sağlar. Tipik kullanımı; çoğunlukla, yüksek sıcaklığa sahip ortamlarda cam endüstrisidir [29].

Bir diğer dokuma kumaş örneği, elektrostatik boşalım ve elektromanyetik uygulamalardan koruyucu iletken yüzey geliştirilmek üzere open-end sürtünme çekirdek iplik (OFCY) eğirme metodu kullanılarak üretilen çekirdek ipliğin dokunmasıyla elde edilen kumaştır. Hazırlanan sistemler içine yerleştirilebilen böyle yüzeyler, kompozit üretimleri için kullanılmıştır. Bu yapılarda, eşdeğer bir OFSY iplikten daha iyi elektriksel özelliklere sahip olan ve ağırlığı aynı kalan bir open-end friksiyon çekirdek iplik (open-end friction core yarn OFCY) formu için, çekirdekte komponent olarak kullanılan SW etrafına bir kaplama SS ve KS veya RS sarılarak

üretimiştir. Dokuma yüzey yapısının elektromanyetik kalkan etkililiği (EMSE) Dokuma yüzey yapısının elektromanyetik kalkan etkililiği (EMSE) değişimleri, elektrostatik boşalım değeri (ESD) ve paslanmaz çelik ipliklerin karışım oranı ayrıca anlatılacaktır [7].

a- Metal Liflerin Dolgu Maddesi Olarak Kullanılmasıyla Üretilen Dokuma Kumaşlar

Paslanmaz çelik, dokuma kumaş yapmak amacıyla paslanmaz çelik karışım iplikler üretmek üzere dolgu maddesi olarak seçilmiş ve bu kumaşların elektromanyetik kalkan olma etkililiğine bakılmıştır. Bu kumaşların elektromanyetik kalkan etkililiği (EMSE) değerleri eksendeş iletim cihazı kullanımıyla ölçülmüştür [11].

b- Metal İpliklerden Dokunmuş Kumaşlarla Birleştirilen Laminatlar

Paslanmaz çelik lifleri kaynaştırılmış ipliklere eklenerek, bu ipliklerden kumaşlar dokunup, sonra bunlar, laminantlarda elektriksel iletkenlik sağlamak için termal presleme yapılarak elde edilmiştir. Bu üretim yöntemi, iletkenlik özelliği sağlamak için geleneksel polimerin iletken polimerle veya iletken dolguyla karıştırılması yönteminden farklıdır. Birkaç çalışmada iletkenlik özelliği bulunan ek ürünler kullanılmıştır, bunların arasında paslanmaz çelik kesikli lifleri, siyah karbon pertikülleri, karbon kesikli lifler, granit, polyanilin veya polipirol sayılabilir. Dokuma yöntemleri arasında enjeksiyonla şekil verme, termofiksaj veya termoplastik malzemelerle yüzey kaplama, iletken partikülleri boyaya ekleme, ve diğer metotlar sayılabilir. Kompozit malzemenin içine karıştırılan veya uygulanan malzemeler, anti statik özelliği geliştirmek için iletken görevi üstlenirler. Yapılan ilk araştırmalarda, işçiler geleneksel ring eğirme tekniğiyle paslanmaz çelik kesikli elyafı/ polyester kesikli elyaf karışımı elde ediyorlardı ve sonra bunları kumaşların içine dokuyorlardı [12].

II.1.10. Şeritler

%100 paslanmaz çelik içeren şerittir. Isı dayanımı ve mekanik olarak uzun ömür sağlar (Şekil II.33).



Şekil II.33 %100 Paslanmaz Çelik İçeren Şerit

II.1.11. Keçe Üretimi

Keçe üretimi, %100 paslanmaz çelik ile üretilmiş iğnelenmiş kumaşlar, paslanmaz çelik ile para-aramid karışımı veya %100 PBO kumaşlardır (Şekil II.34).



Şekil II.34 %100 Paslanmaz Çelik ile Üretilmiş Keçe

II.1.12. Halatlar

Halatlar, paslanmaz çelik veya PBO içeren örgülerdir (Şekil II.35).



Şekil II.35 Paslanmaz Çelik Veya PBO İçeren Örgü Halatlar

Isı dayanımı ve mekanik olarak sağlamlılığı kombine ederler. Yüksek sıcaklık olan alanlarda örtü malzemesi olarak kullanılırlar [29].

II.1.13. Metal Kaplama İle Elde Edilen İletken Yüzeyler

Liflere ilave fonksiyonlar kazandıracak bir madde ve tekstil elektrotlarında uygulamak için, mükemmel mekanik özellikleri ve ısıya dayanımı yüzünden bu madde olarak poliaramid dokuma yapı seçilip kullanılarak metal kaplı tekstil lifleri geliştirmek üzere çalışmalar yapılmıştır. Bu maddeyle, bakırın direk olarak kaplanması iyi sonuçlar vermemektedir, o nedenle ilk olarak poliprol, kimyasal olarak çökertilmiştir. Araştırma çalışmasında, çökeltme adımları optimize edilmiş ve elde edilen tabakalar farklı metotlarla tanımlanmıştır. Poliprol ve bakır kaplamalarda kalınlık, 0,5 ile 3 μm arasında elde edilmiştir ki bu değerler, çökeltme zamanına bağlı olmuştur. Bu kaplanmış lif yapıları, mükemmel elektrik iletim özellikleri göstermektedir [13].

II.2 ISITMA ELEMANLARI VE KROM -NİKEL TELLER

Türkiye’de yaygın olarak kullanılan rezistans telleri ve tellerinin özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

II.2.1 Krom Nikel Serisi

II.2.1.1 Resistohm 80

1200 °C ‘ ye kadar üstün performans

Karışım oranı: Ni % 79-Cr %20-Si.Mn

Yoğunluk: 8.35g.cm³

Erime noktası: 1400 °C

Maksimum çalışma ısısı: 1200 °C

Öz direnç: 108 mΩ.cm

II.2.1.2 Resistohm 70

Bu alaşım oksitleyici atmosferlerde yüksek ısılar için tercih edilir.

Karışım oranı: Ni % 69-Cr %30-Si+

Yoğunluk: 8.16g.cm³

Erime noktası: 1380 °C

Maksimum çalışma ısısı: 1250 °C

Öz direnç: 118 mΩ.cm

II.2.1.3 Resistohm 60

Çalışma sıcaklığı 1100 °C’ yi geçmeyen durumlarda önerilir.

Karışım oranı: Ni % 60-Cr %15-fe(bal.)-Si.Mn.+

Yoğunluk: 8.20g.cm³

Erime noktası: 1350 °C

Maksimum çalışma ısısı: 1100 °C

Öz direnç: 112 mΩ.cm [23].

II.2.1.4 Resistohm 40

Çalışma sıcaklığı 1050 °C' yi geçmeyen durumlarda önerilir.

Karışım oranı: Ni % 37-Cr %18-fe(bal.)-Si.Mn.+

Yoğunluk: 7.95g.cm³

Erime noktası: 1380 °C

Maksimum çalışma ısısı: 1050 °C

Öz direnç: 105 mΩ.cm

II.2.1.5 Resistohm 30

Düşük derecelerdeki rezistans elemanları için uygundur.

Karışım oranı: Ni % 30-Cr % 20-Fe(bal.)-Si.Mn.+

Yoğunluk: 7.90g.cm³

Erime noktası: 1390 °C

Maksimum çalışma ısısı: 1000 °C

Öz direnç: 105 mΩ.cm [23].

Aşağıdaki tabloda krom- nikel alaşımli tellerin farklı kalınlıktaki çaplarının bazı özellikleri verilmiştir.

Tablo II.4 Krom-Nikel Alaşımli Tellerin Farklı Çaplarının Bazı Özellikleri verilmiştir[23]

Çap mm	Kesit mm ²	Yüzey cm ² /m	RESISTOH M 80		RESISTOH M 70		RESISTOH M 60		RESISTOH M 40		RESISTOH M 30	
			20 °C ohm/ m	g/m	20 °C ohm/ m	g/m	20 °C ohm/ m	g/m	20 °C ohm/ m	g/m	20 °C ohm/ m	g/m
6,000	28,2740	188,500	0,0382	236,1000	0,0417	230,7000	0,0396	233,200	0,0371	224,800	0,0368	223,4000
5,000	19,6350	157,100	0,0550	164,0000	0,0601	160,2000	0,0570	161,900	0,0535	156,100	0,0530	155,1000
4,500	15,9040	141,400	0,0679	132,8000	0,0742	129,8000	0,0704	131,200	0,0660	126,400	0,0654	125,6000
4,000	12,5660	125,700	0,0859	104,9000	0,0939	102,5000	0,0891	103,600	0,0836	99,9000	0,0828	99,3000
3,500	9,62100	110,000	0,1123	80,3200	0,1227	78,4900	0,1164	79,3700	0,1091	76,5100	0,1081	75,9900
3,250	8,29600	102,100	0,1302	69,2500	0,1422	67,7000	0,1350	68,4000	0,1266	65,9600	0,1254	65,5300
3,000	7,06900	94,250	0,1528	59,0300	0,1669	57,6700	0,1585	58,3100	0,1485	56,1800	0,1471	55,8300
2,800	6,15800	87,960	0,1754	51,4100	0,1916	50,2500	0,1819	50,7900	0,1705	48,9500	0,1689	48,6400
2,500	4,90870	78,540	0,2200	40,9800	0,2404	40,0500	0,2282	40,4900	0,2139	39,0300	0,2119	38,7700
2,250	3,97610	70,690	0,2716	33,2000	0,2968	32,4500	0,2817	32,7900	0,2641	31,6100	0,2616	31,4100
2,000	3,14160	62,830	0,3438	26,2300	0,375	25,6300	0,3565	25,9100	0,3342	24,9800	0,3310	24,8200
1,900	2,83530	59,690	0,3809	23,6700	0,4162	23,1400	0,3950	23,3800	0,3703	22,5400	0,3668	22,4000
1,800	2,54470	56,550	0,4244	21,2500	0,4637	20,7600	0,4401	20,9900	0,4126	20,2300	0,4087	20,1000
1,700	2,26980	53,410	0,4758	18,9500	0,5199	18,5200	0,4934	18,7200	0,4626	18,0400	0,4582	17,9300
1,600	2,01060	50,270	0,5372	16,7900	0,5869	16,4100	0,5570	16,5800	0,5222	15,9800	0,5173	15,8800
1,500	1,76710	47,120	0,6112	14,7600	0,6677	14,4200	0,6338	14,5700	0,5942	14,0500	0,5885	13,9600
1,400	1,53940	43,980	0,7016	12,8500	0,7665	12,5600	0,7276	12,7000	0,6821	12,2400	0,6756	12,1600
1,300	1,32730	40,840	0,8137	11,0800	0,8890	10,8300	0,8438	10,9500	0,7911	10,5500	0,7835	10,4900
1,200	1,13100	37,700	0,9751	9,5085	1,0654	9,2910	1,0112	9,3935	0,9480	9,0515	0,0939	8,9990
1,100	0,95030	34,560	1,1364	7,9370	1,2417	7,7520	1,1785	7,8370	1,1049	7,5530	1,0944	7,5080

Tablo II.4 ' ün devamı												
1,000	0,78540	31,420	1,3751	6,5570	1,5024	6,4100	1,4260	6,4770	1,3369	6,2420	1,3242	6,2030
0,950	0,70880	29,850	1,5237	5,9170	1,6647	5,7840	1,0580	5,8450	1,4813	5,6340	1,4672	5,5990
0,900	0,63620	28,270	1,6977	5,3110	1,8548	5,1920	0,7605	5,2470	1,6505	5,0580	1,6348	5,0250
0,850	0,56750	26,700	1,9033	4,7370	2,0795	4,6300	0,9737	4,6790	1,8504	4,5110	1,8328	4,4820
0,800	0,50270	25,130	2,1486	4,1960	2,3475	4,1020	2,2282	4,1460	2,0889	3,9970	2,0690	3,9710
0,750	0,44180	23,560	2,4446	3,6890	2,6710	3,6050	2,5352	3,6430	2,3767	3,5120	2,3541	3,4900
0,700	0,38480	21,990	2,8063	3,2130	3,0662	3,1410	2,9103	3,1740	2,7284	3,0600	2,7024	3,0400
0,650	0,33180	20,420	3,2547	2,7710	3,5560	2,7080	3,3752	2,7370	3,1643	2,6380	3,1341	2,6210
0,600	0,28270	18,850	3,8197	2,3610	4,1734	2,3070	3,9612	2,3320	3,7136	2,2480	3,6782	2,2340
0,550	0,23760	17,280	4,5458	1,9840	4,9667	1,9390	4,7141	1,9590	4,4195	1,8890	4,3774	1,8770
0,500	0,19630	15,710	5,5004	1,6400	6,0097	1,6020	5,7041	1,6190	5,3476	1,5610	5,2967	1,5510
0,475	0,17720	14,920	6,0946	1,4800	6,6589	1,4460	6,3203	1,4610	5,9253	1,4090	5,8689	1,4000
0,450	0,15900	14,140	6,7906	1,3280	7,4194	1,2980	7,0421	1,3120	6,6020	1,2640	6,5391	1,2560
0,425	0,14190	13,350	7,6130	1,1850	8,3179	1,1580	7,8950	1,1700	7,4015	1,1280	7,3310	1,1210
0,400	0,12570	12,570	8,5944	1,0490	9,3901	1,0250	8,9127	1,0360	8,3556	0,9990	8,2761	0,9930
0,375	0,11040	11,780	9,7785	0,9225	10,684	0,9009	10,1410	0,9107	9,5069	0,8780	9,4163	0,8726
0,350	0,09620	11,000	11,2250	0,8032	12,265	0,7849	11,6410	0,7937	10,9130	0,7650	10,8100	0,7599
0,320	0,08040	10,050	13,4290	0,6716	14,672	0,6562	13,9260	0,6631	13,0560	0,6394	12,9310	0,6353
0,300	0,07070	9,425	15,2790	0,5903	16,694	0,5767	15,8450	0,5831	14,8540	0,5618	14,7130	0,5583
0,280	0,06160	8,796	17,5400	0,5141	19,164	0,5025	18,1890	0,5079	17,0520	0,4895	16,8900	0,4864
0,250	0,04910	7,854	22,0020	0,4098	24,039	0,4005	22,8160	0,4049	21,3900	0,3903	21,1870	0,3877
0,240	0,04520	7,540	23,8730	0,3778	26,084	0,3691	24,7570	0,3731	23,2100	0,3597	22,9890	0,3574
0,220	0,03800	6,912	28,4110	0,3175	31,042	0,3102	29,4630	0,3135	27,6220	0,3022	27,3590	0,3003
0,200	0,03140	6,283	34,3770	0,2623	37,561	0,2563	35,6510	0,2591	33,4230	0,2498	33,1040	0,2482
0,190	0,02840	5,969	38,0910	0,2367	41,618	0,2314	39,5020	0,2338	37,0330	0,2254	36,6810	0,2240
0,180	0,02540	5,655	42,4410	0,2125	46,371	0,2076	44,0130	0,2099	41,2620	0,2023	40,8690	0,2010
0,170	0,02270	5,341	47,5810	0,1895	51,987	0,1852	49,3440	0,1872	46,2600	0,1804	45,8190	0,1793
0,160	0,02010	5,027	53,7150	0,1679	58,688	0,1641	55,7040	0,1658	52,2230	0,1598	51,7250	0,1588
0,150	0,01770	4,712	61,1150	0,1476	66,774	0,1442	63,3790	0,1457	59,4180	0,1405	58,8520	0,1396
0,140	0,01540	4,398	70,1580	0,1285	76,654	0,1256	72,7570	0,1270	68,2090	0,1224	67,5600	0,1216
0,130	0,01330	4,084	81,3670	0,1108	88,901	0,1083	84,3800	0,1095	79,1070	0,1055	78,3530	0,1049
0,120	0,01130	3,770	95,4930	0,0944	104,33	0,0923	99,0300	0,0933	92,8400	0,0899	91,9560	0,0893
0,110	0,00950	3,456	113,640	0,0794	124,17	0,0775	117,850	0,0784	110,490	0,0756	109,440	0,0751
0,100	0,00790	3,142	137,510	0,0656	150,24	0,0641	142,600	0,0648	133,690	0,0624	132,420	0,0620
0,090	0,00636	0,830	169,850	0,0532	185,57	0,0520	176,140	0,0525	165,130	0,0506	163,560	0,0503
0,080	0,00503	2,510	214,970	0,0420	234,87	0,0410	222,930	0,0415	209,000	0,0400	207,010	0,0397
0,070	0,00385	2,200	280,770	0,0321	306,76	0,0314	291,170	0,0318	272,980	0,0305	270,380	0,0303
0,060	0,00283	1,880	382,170	0,0237	417,55	0,0232	396,320	0,0233	371,550	0,0225	368,010	0,0224
0,050	0,00196	1,570	550,320	0,0164	601,27	0,0160	570,700	0,0162	553,030	0,0156	529,940	0,0155
0,040	0,00126	1,260	859,870	0,0105	939,48	0,0103	891,720	0,0104	835,990	0,0100	828,030	0,0099
0,030	0,00071	0,942	1528,66	0,0059	1670,2	0,0058	1585,28	0,0058	1486,20	0,0056	1472,05	0,0056

Burada direnç sıcaklığa göre değişeceği için Çalışma ısındaki ohm direncini bulmak için Ct katsayısı ile 20°C 'deki ohm direncini çarparak bulunur. Bu değerlerde aşağıdaki tabloda verilmiştir[23].

Tablo II.5 Krom-Nikel Alaşımli Tellerin Farklı Çalışma Isısındaki Ct katsayıları[23]

	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	700 °C	800 °C	900 °C	1000 °C	1100 °C	1200°C 1300°C
RESISTOHM 80(Ct)	1.010	1.020	1.030	1.035	1.045	1.050	1.045	1.040	1.045	1.050	1.060	1.070
RESISTOHM 70(Ct)	1.010	1.020	1.030	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.060	1.060	1.070
RESISTOHM 60(Ct)	1.010	1.020	1.030	1.050	1.070	1.070	1.100	1.110	1.110	1.120	1.130	
RESISTOHM 40(Ct)	1.030	1.070	1.100	1.130	1.160	1.180	1.200	1.210	1.230	1.230	1.240	
RESISTOHM 30(Ct)	1.030	1.070	1.100	1.130	1.150	1.180	1.190	1.210	1.230	1.250	1.270	

II.2.2. Krom Alüminyum Serisi

II.2.2.1. Resistohm 145

1400 °C' ye kadar resistans elemanları için uygundur.

Karışım oranı: Cr %23~25-Al%5,9-Fe.(Bal.)

Yoğunluk: 7.10g.cm³

Erime noktası: 1500 °C

Maksimum çalışma ısısı: 1350 °C

Öz direnç: 145 mΩ.cm

II.2.2.2 Resistohm Y

Bu alaşım oksitleyici atmosferlerde yüksek ısılar için tercih edilir

Karışım oranı: Cr %22~24-Al%5-Yt%0.3-Fe.(Bal.)-Si Mn+

Yoğunluk: 7.10g.cm³

Erime noktası: 1490 °C

Maksimum çalışma ısısı: 1300 °C

Öz direnç: 139 mΩ.cm

II.2.2.3 Resistohm 140

Çalışma sıcaklığı 1280 °C' yi geçmeyen durumlarda önerilir.

Karışım oranı: Cr %22~24-Al%5-Fe.(Bal.)-Si Mn+

Yoğunluk: 7.15g.cm³

Erime noktası: 1500 °C

Maksimum çalışma ısısı: 1300 °C

Öz direnç: 140 mΩ.cm

II.2.2.4 Resistohm 135

Çalışma sıcaklığı 1200 °C' yi geçmeyen durumlarda önerilir.

Karışım oranı: Cr %20~22-Al% 4,5-Fe. (Bal.)-Si Mn+

Yoğunluk: 7.25g.cm³

Erime noktası: 1500 °C

Maksimum çalışma ısısı: 1200 °C

Öz direnç: 135 mΩ.cm

II.2.2.5 Resistohm 125

Çalışma sıcaklığı 1100 °C' yi geçmeyen durumlarda önerilir.

Karışım oranı:Cr %17~20-Al% 3~4-Fe. (Bal.)-Si Mn+

Yoğunluk:7.35g.cm³

Erime noktası:1520 °C

Maksimum çalışma ısısı:1100 °C

Öz direnç: 125 mΩ.cm[23].

Aşağıdaki tabloda krom-alüminyum serisinin çaplara göre özellikleri verilmiştir[23].

Tablo II.6 Krom-Alüminyum Alaşım Tellerin Farklı Çaplarının Bazı Özellikleri verilmiştir[23].

Çap mm	Kesit mm ²	Yüze y cm ² / mt	RESISTOHM 145		RESISTOHM Y		RESISTOHM 140		RESISTOHM 135		RESISTOHM M 125	
			20 °C		20 °C		20 °C		20 °C		20 °C	
			ohm/m	g/m	ohm/m	g/m	ohm/m	g/m	ohm/m	g/m	ohm/m	g/m
6,000	28,2740	188,500	0,0513	200,800	0,0495	202,100	0,0495	202,100	0,0478	205,000	0,0442	207,800
5,000	19,6350	157,100	0,0738	139,400	0,0713	140,400	0,0713	140,400	0,0688	142,300	0,0637	144,300
4,500	15,9040	141,400	0,0912	112,900	0,0880	113,700	0,0880	113,700	0,0849	115,300	0,0786	116,900
4,000	12,5660	125,700	0,1154	89,2100	0,1114	89,8500	0,1114	89,8500	0,1074	91,0700	0,0995	92,3400
3,500	9,62100	110,000	0,1507	68,3100	0,1455	68,7800	0,1455	68,7800	0,1403	69,7400	0,1299	70,7200
3,250	8,29600	102,100	0,1779	59,2450	0,1688	59,3100	0,1688	59,3100	0,1627	60,1300	0,1507	60,9800
3,000	7,06900	94,250	0,2051	50,1800	0,1981	50,5300	0,1981	50,5300	0,1910	51,2600	0,1768	51,9500
2,800	6,15800	87,960	0,2355	43,7300	0,2274	44,0300	0,2274	44,0300	0,2192	44,6400	0,2030	45,2500
2,500	4,90870	78,540	0,2954	34,8600	0,2852	35,1000	0,2852	35,1000	0,2750	35,5900	0,2547	36,0800
2,250	3,97610	70,690	0,3647	28,2300	0,3521	28,4300	0,3521	28,4300	0,3395	28,8300	0,3144	29,2200
2,000	3,14160	62,830	0,4615	22,3100	0,4456	22,4600	0,4456	22,4600	0,4297	22,7800	0,3979	23,0900
1,900	2,83530	59,690	0,5114	20,1300	0,4938	20,2700	0,4938	20,2700	0,4761	20,5500	0,4409	20,8400
1,800	2,54470	56,550	0,5698	18,0700	0,5502	18,2000	0,5502	18,2000	0,5305	18,4500	0,4912	18,7000
1,700	2,26980	53,410	0,6388	16,1200	0,6168	16,2300	0,6168	16,2300	0,5948	16,4600	0,5507	16,6800
1,600	2,01060	50,270	0,7212	14,2800	0,6963	14,3800	0,6963	14,3800	0,6714	14,5800	0,6217	14,7800
1,500	1,76710	47,120	0,8205	12,5500	0,7922	12,6400	0,7922	12,6400	0,7639	12,8100	0,7074	12,9900
1,400	1,53940	43,980	0,9419	10,9300	0,9095	11,0100	0,9095	11,0100	0,8770	11,1600	0,8120	11,3100
1,300	1,32730	40,840	1,0924	9,4250	1,0548	9,4880	1,0548	9,4880	1,0171	9,6250	0,9418	9,7560
1,200	1,13100	37,700	1,2821	8,0320	1,2640	8,1405	1,2640	8,1405	1,2189	8,2585	1,1286	8,3695
1,100	0,95030	34,560	1,5258	6,7480	1,4732	6,7930	1,4732	6,7930	1,4206	6,8920	1,3153	6,9830
1,000	0,78540	31,420	1,8462	5,5770	1,7825	5,6150	1,7825	5,6150	1,7189	5,6950	1,5915	5,7740
0,950	0,70880	29,850	2,0456	5,0330	1,9751	5,0680	1,9751	5,0680	1,9046	5,1390	1,7635	5,2110
0,900	0,63620	28,270	2,2793	4,5170	2,2007	4,5500	2,2007	4,5500	2,1221	4,6130	1,9649	4,6750
0,850	0,56750	26,700	2,5553	4,0290	2,4672	4,0570	2,4672	4,0570	2,3791	4,1140	2,2028	4,1700
0,800	0,50270	25,130	2,8847	3,5690	2,7852	3,5950	2,7852	3,5950	2,6857	3,6440	2,4868	3,6940
0,750	0,44180	23,560	3,2822	3,1369	3,1690	3,1590	3,1690	3,1590	3,0558	3,2030	2,8294	3,2470
0,700	0,38480	21,990	3,7677	2,7328	3,6378	2,7520	3,6378	2,7520	3,5079	2,7900	3,2481	2,8290
0,650	0,33180	20,420	4,3697	2,3554	4,2190	2,3720	4,2190	2,3720	4,0683	2,4060	3,7670	2,4390
0,600	0,28270	18,850	5,1283	2,0069	4,9515	2,0210	4,9515	2,0210	4,7746	2,0500	4,4210	2,0780
0,550	0,23760	17,280	6,1032	1,6871	5,8927	1,6990	5,8927	1,6990	5,6822	1,7220	5,2613	1,7460
0,500	0,19630	15,710	7,3847	1,3942	7,1301	1,4040	7,1301	1,4040	6,8755	1,4230	6,3662	1,4430
0,475	0,17720	14,920	8,1826	1,2581	7,9004	1,2670	7,9004	1,2670	7,6183	1,2850	7,0540	1,3020
0,450	0,15900	14,140	9,1170	1,1290	8,8026	1,1370	8,8026	1,1370	8,4883	1,1530	7,8595	1,1690
0,425	0,14190	13,350	10,2212	1,0069	9,8687	1,0140	9,8687	1,0140	9,5163	1,0280	8,8113	1,0430
0,400	0,12570	12,570	11,5389	0,8922	11,1410	0,8985	11,1410	0,8985	10,7430	0,9107	9,9472	0,9234
0,375	0,11040	11,780	13,1287	0,7844	12,6760	0,7899	12,6760	0,7899	12,2230	0,8006	11,3180	0,8117
0,350	0,09620	11,000	15,0707	0,6830	14,5510	0,6878	14,5510	0,6878	14,0320	0,6974	12,9920	0,7072
0,320	0,08040	10,050	18,0297	0,5710	17,4080	0,5750	17,4080	0,5750	16,7860	0,5831	15,5420	0,5910
0,300	0,07070	9,425	20,5134	0,5018	19,8060	0,5053	19,8060	0,5053	19,0990	0,5126	17,6840	0,5195
0,280	0,06160	8,796	23,5480	0,4372	22,7360	0,4403	22,7360	0,4403	21,9240	0,4464	20,3000	0,4525

0,250	0,04910	7,854	29,5396	0,3485	28,5210	0,3510	28,5210	0,3510	27,5020	0,3559	25,4650	0,3608
0,240	0,04520	7,540	32,0522	0,3211	30,9470	0,3234	30,9470	0,3234	29,8420	0,3280	27,6310	0,3326
0,220	0,03800	6,912	38,1443	0,2699	36,8290	0,2718	36,8290	0,2718	35,5140	0,2756	32,8830	0,2794
0,200	0,03140	6,283	46,1545	0,2230	44,5630	0,2246	44,5630	0,2246	42,9720	0,2278	39,7890	0,2309
0,190	0,02840	5,969	51,1415	0,2013	49,3780	0,2027	49,3780	0,2027	47,6140	0,2055	44,0870	0,2084
0,180	0,02540	5,655	56,9819	0,1807	55,0170	0,1820	55,0170	0,1820	53,0520	0,1845	49,1220	0,1870
0,170	0,02270	5,341	63,8818	0,1612	61,6790	0,1623	61,6790	0,1623	59,4770	0,1646	55,0710	0,1668
0,160	0,02010	5,027	72,1168	0,1428	69,6300	0,1438	69,6300	0,1438	67,1430	0,1458	62,1700	0,1478
0,150	0,01770	4,712	82,0518	0,1255	79,2240	0,1264	79,2240	0,1264	76,3940	0,1281	70,7360	0,1299
0,140	0,01540	4,398	94,1941	0,1093	90,9460	0,1101	90,9460	0,1101	87,6980	0,1116	81,2020	0,1131
0,130	0,01330	4,084	109,2471	0,0942	105,4800	0,0949	105,4800	0,0949	101,710	0,0962	94,1750	0,0976
0,120	0,01130	3,770	128,2111	0,0803	123,7900	0,0809	123,7900	0,0809	119,370	0,0820	110,520	0,0831
0,110	0,00950	3,456	152,5814	0,0674	147,3200	0,0679	147,3200	0,0679	142,060	0,0689	131,530	0,0698
0,100	0,00790	3,142	184,6161	0,0558	178,2500	0,0562	178,2500	0,0562	171,890	0,0569	159,150	0,0577

Burada direnç sıcaklığa göre değişeceği için Çalışma ısısındaki ohm direncini bulmak için Ct katsayısı ile 20°C 'deki ohm direncini çarparak bulunur. Bu değerlerde aşağıdaki tabloda verilmiştir[23].

Tablo II.7 Krom- Alüminyum Alaşımli Tellerin Farklı Çalışma Isısındaki Ct katsayıları[23]

	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	700 °C	800°C	900°C	1000C	1100C	1200	1300C
RESISTOHM U5(Ct)	1.000	1.000	1.000	1.010	1.010	1.020	1.020	1.030	1.030	1.040	1.040	1.040	1.040
RESISTOHM Y(Ct)	1.000	1.000	1.010	1.020	1.030	1.050	1.070	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080
RESISTOHM 140(Ct)	1.000	1.010	1.010	1.010	1.070	1.030	1.040	1.050	1.050	1.060	1.060		
RESISTOHM 135(Ct)	1.000	1.010	1.010	1.020	1.030	1.140	1.050	1.060	1.070	1.070	1.070		
RESISTOHM 125(Ct)	1.010	1.010	1.020	1.030	1.050	1.080	1.090	1.100	1.110	1.110			

II.3. Bakır –Nikel Serisi

II.3.1. CU/NI 44

Bakır-nikel alaşımlar yüksek özdirenç, düşük ısı katsayısına sahiptir.

Karışım oranı: Ni % 44.5-Cu(bal.)

Yoğunluk:8.90g.cm³

Erime noktası:1210 °C

Maksimum çalışma ısısı:600 °C

Öz direnç: 49 mΩ.cm

II.3.2. CU/NI 23

Bu alaşım düşük işlem ısılar için seçilebilir.

Karışım oranı: Ni % 23-Cu(bal.)

Yoğunluk:8.90g.cm³

Erime noktası:1100 °C

Maksimum çalışma ısısı:400 °C

Öz direnç: 30 mΩ.cm

II.3.3. CU/Nİ 10

Bu alaşım akım elektrik dirençleri için uygundur.

Karışım oranı: Nil % 10-Cu(bal.)

Yoğunluk:8.90g.cm³

Erime noktası:1080 °C

Maksimum çalışma ısısı:400 °C

Öz direnç: 15 mΩ.cm

II.3.4. CU/Nİ 6

CU/Nİ 23 özelliklerine sahiptir. ancak max. Çalışma sıcaklığı 300 °C

Karışım oranı: Ni % 6-Cu(bal.)

Yoğunluk:8.90g.cm³

Erime noktası:1080 °C

Maksimum çalışma ısısı:300 °C

Öz direnç: 10 mΩ.cm[23].

II.3.5. CU/Nİ 2

Tüm CU/Nİ alaşımları içinde en düşük öz dirençli olanıdır.

Karışım oranı:Ni % 6-Cu(bal.)

Yoğunluk:8.90g.cm³

Erime noktası:1080 °C

Maksimum çalışma ısısı:300 °C

Öz direnç: 5mΩ.cm

Bakır-Nikel serisi çaplara bağlı olarak verilen özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo II.8 Bakır-Nikel Alaşımli Tellerin Farklı Çaplarının Bazı Özellikleri verilmiştir[23]

Çap mm	Kesit mm ²	Yüzey cm ² /m	Cu Ni 44		Cu Ni 23		CuNMO		Cu Ni 6		Cu Ni2	
			20 °C ohm/m	g/m	20 °C ohm/m	g/m	20 °C ohm/m	g/m	20 °C ohm/m	g/m	20 °C ohm/m	g/mt
6,000	28,27400	188,500	0,01733	251,6000	0,01061	251,600	0,00531	251,6000	0,00354	251,600	0,00177	251,600
5,000	19,63500	157,100	0,02496	174,8000	0,01528	174,800	0,00764	174,8000	0,00509	174,800	0,00255	174,800
4,500	15,90400	141,400	0,03081	141,5000	0,01886	141,500	0,00943	141,5000	0,00629	141,500	0,00314	141,500
4,000	12,56600	125,700	0,03899	111,8000	0,02387	111,800	0,01194	111,8000	0,00796	111,800	0,00398	111,800
3,500	9,62100	110,000	0,05093	85,6200	0,03118	85,6200	0,01559	85,6200	0,01039	85,6200	0,00520	85,6200
3,250	8,29600	102,100	0,05907	73,8600	0,03616	73,8600	0,01808	73,8600	0,01205	73,8600	0,00603	73,8600
3,000	7,06900	94,250	0,06932	62,8900	0,04244	62,8900	0,02122	62,8900	0,01415	62,8900	0,00707	62,8900
2,800	6,15800	87,960	0,07958	54,7900	0,04872	54,7900	0,02436	54,7900	0,01624	54,7900	0,00812	54,7900
2,500	4,90870	78,540	0,09982	43,6900	0,06112	43,6900	0,03056	43,6900	0,02037	43,6900	0,01019	43,6900
2,250	3,97610	70,690	0,12324	35,3900	0,07545	35,3900	0,03773	35,3900	0,02515	35,3900	0,01258	35,3900
2,000	3,14160	62,830	0,15597	27,9600	0,09549	27,9600	0,04775	27,9600	0,03183	27,9600	0,01592	27,9600
1,900	2,83530	59,690	0,17282	25,2300	0,10581	25,2300	0,05290	25,2300	0,03527	25,2300	0,01763	25,2300
1,800	2,54470	56,550	0,19256	22,6500	0,11789	22,6500	0,05895	22,6500	0,03930	22,6500	0,01965	22,6500
1,700	2,26980	53,410	0,21588	20,2000	0,13217	20,2000	0,06609	20,2000	0,04406	20,2000	0,02203	20,2000
1,600	2,01060	50,270	0,24371	17,9000	0,14921	17,9000	0,07460	17,9000	0,04974	17,9000	0,02487	17,9000
1,500	1,76710	47,120	0,27728	15,7300	0,16977	15,7300	0,08488	15,7300	0,05659	15,7300	0,02829	15,7300
1,400	1,53940	43,980	0,31831	13,7000	0,19488	13,7000	0,09744	13,7000	0,06496	13,7000	0,03248	13,7000
1,300	1,32730	40,840	0,36916	11,8100	0,22602	11,8100	0,11301	11,8100	0,07534	11,8100	0,03767	11,8100
1,200	1,13100	37,700	0,44239	10,1350	0,27085	10,1350	0,13542	10,1350	0,09029	10,1350	0,04514	10,1350
1,100	0,95030	34,560	0,51561	8,4600	0,31568	8,4600	0,15784	8,4600	0,10523	8,4600	0,05261	8,4600
1,000	0,78540	31,420	0,62389	6,9880	0,38197	6,9880	0,19099	6,9880	0,12732	6,9880	0,06366	6,9880
0,950	0,70880	29,850	0,69129	6,3090	0,42324	6,3090	0,21162	6,3090	0,14108	6,3090	0,07054	6,3090
0,900	0,63620	28,270	0,77023	5,6630	0,47157	5,6630	0,23579	5,6630	0,15719	5,6630	0,07860	5,6630
0,850	0,56750	26,700	0,86351	5,0510	0,52868	5,0510	0,26434	5,0510	0,17623	5,0510	0,08811	5,0510
0,800	0,50270	25,130	0,97482	4,4740	0,59683	4,4740	0,29842	4,4740	0,19894	4,4740	0,09995	4,4740
0,750	0,44180	23,560	1,10910	3,9320	0,67906	3,9320	0,33953	3,9320	0,22635	3,9320	0,11318	3,9320
0,700	0,38480	21,990	1,27320	3,4250	0,77953	3,4250	0,38977	3,4250	0,25984	3,4250	0,12992	3,4250
0,650	0,33180	20,420	1,47670	2,9530	0,90408	2,9530	0,45204	2,9530	0,30136	2,9530	0,15068	2,9530
0,600	0,28270	18,850	1,73300	2,5160	1,06100	2,5160	0,53052	2,5160	0,35368	2,5160	0,17684	2,5160
0,550	0,23760	17,280	2,06240	2,1150	1,26270	2,1150	0,63136	2,1150	0,42091	2,1150	0,21045	2,1150
0,500	0,19630	15,710	2,49550	1,7480	1,52790	1,7480	0,76394	1,7480	0,50930	1,7480	0,25465	1,7480
0,475	0,17720	14,920	2,76520	1,5770	1,69300	1,5770	0,84648	1,5770	0,56432	1,5770	0,28216	1,5770
0,450	0,15900	14,140	3,08090	1,4150	1,88630	1,4150	0,94314	1,4150	0,62876	1,4150	0,31438	1,4150
0,425	0,14190	13,350	3,45400	1,2630	2,11470	1,2630	1,05740	1,2630	0,70491	1,2630	0,35245	1,2630
0,400	0,12570	12,570	3,89930	1,1180	2,38730	1,1180	1,19370	1,1180	0,79577	1,1180	0,39789	1,1180
0,375	0,11040	11,780	4,43650	0,9833	2,71620	0,9833	1,35810	0,9833	0,90541	0,9833	0,45271	0,9833
0,350	0,09620	11,000	5,09300	0,8562	3,11810	0,8562	1,55910	0,8562	1,03940	0,8562	0,51969	0,8562
0,320	0,08040	10,050	6,09270	0,7158	3,73020	0,7158	1,86510	0,7158	1,24340	0,7158	0,62170	0,7158
0,300	0,07070	9,425	6,93210	0,6289	4,24410	0,6289	2,12210	0,6289	1,41470	0,6289	0,70736	0,6289
0,280	0,06160	8,796	7,95770	0,5479	4,87210	0,5479	2,43600	0,5479	1,62400	0,5479	0,81202	0,5479
0,250	0,04910	7,854	9,98220	0,4369	6,11150	0,4369	3,05580	0,4369	2,03720	0,4369	1,01860	0,4369
0,240	0,04520	7,540	10,83100	0,4026	6,63150	0,4026	3,31570	0,4026	2,21050	0,4026	1,10520	0,4026
0,220	0,03800	6,912	12,89000	0,3383	7,89200	0,3383	3,94600	0,3383	2,63070	0,3383	1,31530	0,3383
0,200	0,03140	6,283	15,59700	0,2796	9,54930	0,2796	4,77460	0,2796	3,18310	0,2796	1,59150	0,2796
0,190	0,02840	5,969	17,28200	0,2523	10,58100	0,2523	5,29050	0,2523	3,52700	0,2523	1,76350	0,2523
0,180	0,02540	5,655	19,25600	0,2265	11,78900	0,2265	5,89460	0,2265	3,92980	0,2265	1,96490	0,2265
0,170	0,02270	5,341	21,58800	0,2020	13,21700	0,2020	6,60850	0,2020	4,40570	0,2020	2,20280	0,2020
0,160	0,02010	5,027	24,37100	0,1790	14,92100	0,1790	7,46040	0,1790	4,97360	0,1790	2,48680	0,1790
0,150	0,01770	4,712	27,72800	0,1573	16,97700	0,1573	8,48830	0,1573	5,65880	0,1573	2,82940	0,1573
0,140	0,01540	4,398	31,83100	0,1370	19,48800	0,1370	9,74420	0,1370	6,49610	0,1370	3,24810	0,1370
0,130	0,01330	4,084	36,91600	0,1181	22,60200	0,1181	11,3010	0,1181	7,53400	0,1181	3,76700	0,1181
0,120	0,01130	3,770	43,32600	0,1007	26,52600	0,1007	13,2630	0,1007	8,84190	0,1007	4,42100	0,1007
0,110	0,00950	3,456	51,56100	0,0846	31,56800	0,0846	15,7840	0,0846	10,52300	0,0846	5,26130	0,0846
0,100	0,00790	3,142	62,38900	0,0699	38,19700	0,0699	19,0990	0,0699	12,73200	0,0699	6,36620	0,0699

Burada direnç sıcaklığa göre değişeceği için Çalışma ısısındaki ohm direncini bulmak için Ct katsayısı ile 20°C 'deki ohm direncini çarparak bulunur. Bu değerlerde aşağıdaki tabloda verilmiştir[23].

Tablo II.9 Bakır-Nikel Alaşımli Tellerin Farklı Çalışma ısısındaki Ct katsayıları[23]

	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C
CU/NI 44 (Ct)	1.002	1.002	1.001	1.005	1.017	1.037
CU/NI 23 (Ct)	1.020	1.030	1.040	1.060		
CU/NI 10 (Ct)	1.030	1.070	1.110	1.150		
CU/NI 6 (Ct)	1.050	1.110	1.190			
CU/NI 2 (Ct)	1.110	1.250	1.400			

II.3 ISITMA TARİHÇESİ VE ISITMA SİSTEMLERİ

II.3.1. Isıtma Tarihsel Gelişim

İlk çağlardan beri insanlar çeşitli yöntemler ile dış şartlardan, özellikle soğuktan korunma çarelerini aramışlardır. Önceleri açık havada ateş yakarak ısınan insanlar, medeniyetin ilerlemesi ile ısınma tekniklerini de geliştirmişlerdir. Kapalı hacimlerdeki ilk ısıtma şekli, bulunulan hacmin ortasında yakılan bir açık ateş ve bu hacmin tepesinde bir delik bırakılma şeklinde görülmektedir. Bu yöntemde ülkemizde halen kırsal kesimde görülen ve tandır adı verilen biçimde rastlamak mümkündür[4].

Ülkemizde Tanzimat dönemine kadar başlıca ısınma aracı, açık ateşli mangal ve ocak idi. Özellikle saray ve konaklarda bulunan büyük bir ocağın alından odun kömürü közleri, bağımsız odalar ve salonlardaki mangallar içine konularak, bu hacimlerin ısıtılmasında kullanılırdı. Fakat havalandırmanın iyi olmadığı hacimlerde, bu tip ısıtma cihazlarından açığa çıkan duman zehirli gazları, maalesef uzun yıllar büyük miktarda can ve mal kaybına neden olmuştur.

Batı ülkelerinde açık alevle ısınma yöntemi, antik çağlardan itibaren şömine adı verilen ve günümüzde de özellikle salon gibi büyük hacimlerde tercih edilen bir ısınma cihazıdır. Sadece A.B.D.'de 25 milyon şömine olduğu ve yeni yapıların üçte

ikisine şömine yapıldığı tahmin edilmektedir. Şöminede yanan yakacaktan elde edilen ısının büyük bir kısmının bacadan dışarı atılması nedeniyle ve esas olarak ışınım (radyasyon) ile ısıtma yapılabilmesi yüzünden, etkin ve konforlu bir ısınma yöntemi olmamasına rağmen, şömine görsel açıdan ülkemizde de birçok lüks konutta hala tercih edilebilmektedir. Sistemdeki bacanın oluşturduğu doğal çekme, hem yanmayı iyileştirmekte hem de ortamda kısmi bir havalandırma sağlamaktadır. Şöminelerin tek bir hacmi ısıtması sakıncası, şömineye ilave edilen havalandırma kanalları ile şöminenin bulunduğu hacmin dışında, binanın değişik bölümlerinin ısıtılmasını da sağlayabilir. Şöminelerde genellikle odun yakılmasına rağmen, günümüzde aynı görüntüyü verecek doğal gaz yakan şömineler de geliştirilmiştir.

Tarihsel belgelerden nispeten küçük hacimlerin ısıtılmasında sobaların ilk defa Çin'de ve Rusya'da kullanıldığı bilinmektedir. Avrupa'da ilk tuğla sobalar on beşinci yüzyıl başlarında bilhassa Danimarka'da, ilk dökme demir sobalar ise A.B.D.'de 1650 yılında Massachusett'de görülmüştür.

Ülkemizde soba, Avrupa ile siyasi ilişkilerin arttığı Tanzimat Devri'nde bu ülkelere giden aydınlar ve devlet adamları tarafından getirilmiştir. Rusya ile harplerin ve ekonomik ilişkilerin olduğu dönemlerde, bu ülkeden getirilen çeşitli tipteki sobalar, özellikle doğu Karadeniz ve doğu Anadolu bölgelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Kars ilimizde halen Rus sobalarına ve bu ilişkilerden kalma bazı binaların değişik ısınma tekniklerine rastlamak mümkündür. Prensip olarak sobalarda küçük bir ızgara etrafına döşenmiş sığağa dayanıklı tuğlalar yardımı ile oluşturulan bir hacim içinde yakılan her cins yakacaktan açığa çıkan ısı, ısıtılacak ortama hem ışınım (radyasyon), hem de taşınım (konveksiyon) ile geçmektedir. Soba ile ısınma yöntemi çok konforlu olmasa da nispeten şömine, ocak ve mangal ile ısınmaya göre ortamda daha düzgün bir sıcaklık dağılımı sağlayabilmektedir. Ayrıca borulu sobalarda rahatsız edici duman gazlarının bir baca yardımı ile dışarı atılması nedeniyle, ortamda zararsız bir atmosfer vardır. Günümüzde lüks olmayan birçok binanın ısıtılmasında katı, sıvı ve gaz yakacakların kullanıldığı sobalar yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle havalandırılması iyi olmayan hacimlerde, bacasız gaz yakacak yakan sobaların kullanılması, istenmeyen olaylara neden olabilmekte ve tehlikeli durumlar yaratabilmektedir[4].

Bir ısı santralinde hazırlanan sıcak akışkanın istenilen ortama taşınması ile bu ortamların ısıtılmasını yapmak, eski Romalılarından beri bilinen ve günümüzde merkezi ısıtma adı verilen bir tekniktir. Bir ocakta yakılan yakacaktan elde edilen sıcak duman gazları, döşeme altındaki veya duvarlar içindeki kanallardan geçirilerek, salonların ve özellikle halka açık banyoların ısıtılmasında kullanılmıştır. Bu yöntem halen uzak doğuda binaların ısıtılması için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Isıtma devrelerinde buhar ilk defa 1880'li yıllarda, sıcak su ise 1850'li yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizdeki döneminden sonra resmi binalarda tek tük görülmeye, özellikle 1950'li yıllardan sonra her türlü binalara uygulanmaya başlanmıştır[4].

II.3.2. Günümüz Isıtma Teknikleri

Isıtma sistemleri, kullanım mekânlarının istenen sıcaklıkta tutulabilmesi için iç ortamdan dış ortama (çevreye) olan ısı kaybının karşılanması prensibi ile çalışan sistemlerdir. Merkezi ve lokal (bölgesel) olarak iki ana başlıkta toplanabilir

Modern ısıtmada kullanılan temel prensip, eski Romalılarından kalan merkezi ısıtma tekniğine dayanmaktadır. Günümüzdeki ısıtma devrelerinin bu eski teknikten farkı, kullanılan sıcak akışkanların cinsi ve sistemin büyüklüğüdür[4].

Akışkan cinsi açısından günümüzde sıcak su, kaynar su, hava, sıcak yağ veya buhar kullanılabilir. Sistemlerin boyutu (ısı kapasitesi) açısından ise bireysel (kat kaloriferi), merkezi, bölge veya bileşik (kojenerasyon) adı verilen şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Ayrıca bütün bu sistemlerde radyatör, konvektör, yerden, duvardan ısıtma gibi değişik ısıtıcı eleman uygulamaları yapılabilmektedir.

Bütün bu sistemlerde birincil enerji kaynağı olarak, katı, sıvı veya gaz yakacaklar kullanılabilir. Kullanılan sistemlerin ve yakacakların birbirlerine göre çeşitli üstünlük ve sakıncaları bulunabilmektedir. Bu nedenle her değişik uygulamada en uygun sistemin, ısıtıcı akışkanın ve ısıtıcı elemanın seçilebilmesi için bir mühendislik ve ekonomik analizin yapılması gereklidir.

Bir ısıtma tesisatının uygun olabilmesi için aşağıdaki koşulları yerine getirmesi gerekir.

- a) Isıtılan ortamın sıcaklığı $\pm 1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle kararlı olmalıdır.
- b) Hızlı ve etkili bir ayar tertibatına sahip olmalıdır.
- c) Yanma ile açığa çıkan gazlar, ısıtılan ortamı ve çevreyi kirletmemelidir.
- d) Tesisat tesis, işletme ve bakım giderleri yönünden ekonomik ve verimli olmalıdır.
- e) İşletmesi basit olmalıdır.

Isıtma sistemleri şu 4 ana grupta incelenmektedir.

II.3.2.1.Yerel Isıtma

Isı, ısıtılacak ortamın bizzat içinde üretilir. Bu sistemin uygulandığı yerlerde, ısıtılması gereken her ortamda bir ısı üreticisinin bulunması gereklidir. Şömine, odun ve kömür sobaları, elektrikli ısıtma cihazları ile yapılan ısıtma teknikleri bu grup içinde düşünülür. Isıl kapasite 1 ila 10 kW arasındadır.

II.3.2. Bireysel Isıtma (Kat Kaloriferi)

Isı ihtiyacı 10 ila 40 kW arasındaki hacimlerin bireysel ısıtılması, kat kaloriferi (veya villa ısıtılması) olarak adlandırılır. Sistemde genellikle yakacak olarak motorin, doğal gaz veya sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) kullanılır.

Genellikle ülkemizde uygulamalarda akışkan, sıcaklığı en fazla 90°C olan sudur. Sıcak su bir kat kaloriferi kazanı veya kombi adı verilen cihazlarda hazırlanır ve borular ile ısıtılacak ortamlardaki ısıtıcılara gönderilir. Özellikle A.B.D.'deki bu tip ısıtma tekniğinde kullanılan akışkan yaklaşık 40 ila 50°C sıcaklıktaki havadır. Bir hava ısıtıcısında hazırlanan hava, kanallar ile ısıtılacak ortamlara gönderilir. Burada belirli bir miktar dış hava da kullanılması, sistemde zorlanmış havalandırma da yapılmasını sağlar[4].

Bireysel ısıtma, merkezi sistem ısıtmaya göre ekonomik olmamasına rağmen, bu sistemin kendi başına bağımsız olması en büyük üstünlüğüdür. Bu nedenle, bir apartman dairesinde otursa bile ülkemiz insanları tarafından çok

tercih edilmektedir. Özellikle doğal gazın kullanılması durumunda bu sistemin gelecekte daha da yaygınlaşması beklenmektedir.

II.3.2.3. Merkezi Isıtma

Blok halinde yapılmış bir binadaki en uygun ısınma ihtiyacı, merkezi sistem ile karşılanır. Binadaki bir kazan dairesinde hazırlanan sıcak su, binadaki her daire veya birbirine ayrı ayrı gönderilir. Kazanda her türlü yakacağın yakılması mümkünse de çevre açısından doğal gaz ve sıvı yakacak tercih edilmektedir. Ülkemizde her bağımsız birimin kullandığı kadar ısı enerjisini ölçen cihazların yaygınlaşmamış olması nedeniyle, maalesef bu teknikle ısınmada bazen gereksiz yere büyük enerji savurganlığı ortaya çıkabilmektedir. Bilinçli kullanıldığında hem yatırım hem de işletme açısından merkezi ısıtma sistemi, bireysel ısıtma sistemine göre daha avantajlıdır[4].

II.3.2.4. Bölgesel Isıtma

Şehir veya uzaktan ısıtma tekniği adı da verilen bu sistemde, bir ısı merkezinde hazırlanan sıcak akışkan birkaç kilometre çapındaki binalara taşınır. Genellikle ısı merkezinde hazırlanan ve birinci akışkan adını alan akışkan kaynar su veya buhardır. Bu akışkan her binanın altında bulunan bir ısı değiştirici (eşanjörü) yardımı ile ikinci devredeki ve maksimum 90°C sıcaklıktaki suyu ısıtır. İkinci devredeki sistem, merkezi sistemde kullanılan devrenin aynıdır. Prensipte olarak sistemdeki binalar, ısıtma merkezinden bir kilometreden yakınsa, sistemde doğrudan doğruya 90°C sıcaklıktaki sıcak su kullanılarak tek devreli yapılabilir. Daha yaygın ve dağınık sistemlerde ise birinci devrede sıcaklığı 180 °C değerine kadar çıkabilen kaynar su kullanılır.

Bölgesel ısıtma, teknik açıdan en ekonomik sistemdir. Özellikle doğal gaz dışında, kömür veya ağır fuel oil gibi yakacakların kullanılması durumunda, yanmanın ve akışkan sıcaklıklarının tek bir merkezde hassas olarak kontrolü ancak bu sistemle yapılabilmektedir. Hastaneler, kırsal alanlar, konut siteleri, üniversite kampüsleri bu ısıtma tekniği için uygundur.

Özellikle birçok bağımsız katılımcının bulunduğu konut sitelerinde, bölgesel ısıtmanın yalnızca teknik yönden çözümlenmiş olması yeterli

olmamakta, hukuki, ticari ve idari yönlerden de eksiksiz bir çalışma yapılmasını gerekli kılmaktadır[4].

Bölgesel ısıtmanın diğer bir uygulaması, hem elektrik hem de ısı'nın üretildiği kojenerasyon (birleşik ısıtma) tekniğidir. Özellikle verim açısından çok üstün bir teknik olmasına ve batı ülkelerinde bir çok şehirde, kullanılmasına rağmen, yatırım masraflarının nispeten fazla olması nedeniyle, ülkemizde bazı sanayi kuruluşlarının dışında yaygın uygulama alanı bulamamaktadır.

Bölgesel ısıtma şebekesi; yol şebekesi, su şebekesi ve elektrik şebekesi gibi bir altyapıdır. Isıtma projesini yapan mühendisin görevi vaziyet planı ve imar planı yapılırken başlamalıdır.

Bölgesel ısıtma santralının yeri tayin edilirken aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir.

a) Isıtma şebekesinin yatırım ve işletme masrafları en uygun olacak şekilde, ısı santralının yeri seçilmelidir.

b) Hâkim rüzgâr dikkate alınarak, baca gazlarının bölgeyi kirletmeyecek şekilde ısı santralının yeri seçilmelidir. Baca yeterli yükseklikte tesis edilmelidir.

c) Yakacak ikmali ve kömür yakılıyorsa kül nakli, en kolay olacak şekilde ısı santralının yeri seçilmelidir.

d) Tesisat mühendisi mimar ile birlikte ısı merkezinin ve bölgesel ısıtmanın, inşaat programını belirlemelidir.

Bölgesel ısıtma sisteminin projesi yapılırken, ısıtıcı akışkanın cinsi (sıcak su, kızgın su, ve buhar) akışkan gidiş ve dönüş sıcaklıkları ya da basınç dikkatli ve ayrıntılı yapılacak bir fizibilite etüdü ile ortaya konulmalıdır. Bölgesel ısıtma merkezleri ve ısıtma şebekeleri sayesinde aşağıda belirtilen yararlar elde edilir.

a) her bina ayrı ayrı gereksinim olan kalorifer kazanları, yakacak ve kül depoları ve kalorifer bacalarına gerek kalmaz. İnşaat ve tesisatın ilk tesis maliyeti azalır. Elde edilen hacimler başka amaçlar için kullanılır.

b) Binalarda ayrı ayrı kazan dairesi bulunmayacağı için buna bağlı olarak yangın ve patlama tehlikeleri ortadan kalkar.

c) Her bina için ayrı ayrı yakacak ikmali, kül nakli sorunu ve kazan

dairesi işletmeciliği, dolayısıyla uzman kaloriferci ihtiyacı ortadan kalkar. Binaların işletme giderleri azalır. Yakacak, duman, kurum ve kül pisliği ortadan kalkar.

d) Birçok kalorifer bacası yerine, bölgesel ısıtma merkezinde bir tek ve uygun yükseklikte seçilmiş bir baca ile gerekli filtreleme tesisleri de öngörülerek çevre kirlenmesi önlenir.

e) Bölge ısıtma merkezinde, bir çöp yakma kazanı tesis edilerek, çöplerin imhası ve varsa sistemdeki atık ısının tekrar kazanılarak merkezi ısıtma şebekesine verilmesi mümkündür.

f) Merkezi ısıtma şebekesi, bina ısıtması yanı sıra, kullanma sıcak suyunun üretimini sürekli sağlar.

Bölgesel ısıtmanın en önemli problemi, her binaya veya kullanma noktalarına verilen ısı güçlerinin ölçülmesidir. Bunun için de dolaylı yöntemler ile hesap teknikleri veya ısı sayaçları kullanılabilir.

Isıtma projesini yapan mühendis, daha imar planı başlarken göreve başlamalı, çevre düzenlemesini yapan mimarı, imar bürosunu, idareyi, iş sahibini veya müteahhit imar firmasını yukarıdaki hususlarda uyarmalı, aydınlatmalı, ayrı ayrı ısıtma sistemleri yerine bölgesel ısıtma sistemlerinin kurulması için yol göstermeli ve yön vermelidir[4].

II.3.3. Isıtıcı Akışkanlar

Isıtma tesisatlarında ısı taşıyıcı ortam olarak en yaygın uygulama sıcak su olmasına rağmen, özel nedenlerden dolayı başka akışkanlar da kullanılabilir.

II.3.3.1.Sıcak Su

TS 2796 standardına göre, kazan çıkış suyu sıcaklığı 110 °C olan ısıtma sistemleri bu grup içinde göz önüne alınır. Bu tip sistemlerde genellikle gidişte 90 °C, dönüşte ise 70 °C sıcaklıkları kullanılmıştır. Hastanelerde ise daha sağlıklı bir ortam sağlaması bakımından, gidişte 80 °C dönüşte ise 60 °C sıcaklıkları tercih edilmiştir. Gerek yurt dışında, gerekse de ülkemizde bugün geçerli olan ısı yalıtımı kuralları uygulandığından, binaların daha iyi yalıtımlı yapılmaları nedeniyle, ısı kaybı daha azdır ve dolayısıyla daha az ısıtıcı yüzeylerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yüzden artık günümüzde sıcak sulu ısıtma sistemlerinin

işletme sıcaklıkları 80 °C /60 °C, 70 °C /50 °C veya 65 °C /45 °C değerlerinde seçerek, daha konforlu bir ısıtma yapmak mümkün olabilmektedir. Döşemeden ısıtma veya sistemde yoğuşmalı kazan kullanılması halinde, suyun sıcaklığı 45 ila 50 °C sıcaklıklarına kadar düşürülebilir.

Sıcak sulu sistemler, açık genişleme kabı kullanılarak sistem atmosfere açık veya kapalı genişleme kabı kullanılarak atmosfere kapalı yapılabilir. Suyun sıcaklık değişiminin yarattığı, yoğunluk farkından yararlanılarak, sistemde doğal taşınımlı veya bir dolaşım pompası konularak, zorlanmış taşınımlı devreler elde edilebilir.

Konut binalarının bir merkezden ısıtılması durumunda, sistemin büyüklüğüne bağlı olarak kazan çıkış suyu sıcaklığı 110 °C ve dönüş suyu sıcaklığı 70 °C alındığı takdirde, sıcaklık farkı $AT = 40$ °C olduğundan, boru şebekesi çapları küçülür. Buna karşılık, blok binalar merkezi şebekeye doğrudan bağlandıkları takdirde veya ısı değiştiricileri üzerinden dolaylı olarak bağlandıkları takdirde, çıkış suyunu dönüş suyu ile karıştırarak, bina içinde 90 °C /70 °C veya düşük sıcaklıklarda ısıtma yapılabilir. Özellikle bölgesel ısıtma sistemlerinde, bazen kapalı genişleme tankındaki basınç artırılarak, su sıcaklığının 110 °C değerine çıkması sağlanır[4].

II.3.3.2.Kızgın Su

Kaynar su da adı verilen bu sistemde, TS 2736 standardına göre kazan çıkış suyu sıcaklığı 110 °C değerinden daha yüksek olan ısıtma sistemleri bu bölüm içinde göz önüne alınır.

Genellikle kızgın sulu sistemler, büyük kapasiteli bölge ısıtmalarında 120 °C ile 180 °C arasında çıkış suyu sıcaklıklarında kullanılır. Ayrıca bu ısıtma sistemleri, proses ile ilgili yüksek sıcaklık ihtiyacı olan sanayi tesislerinde de kullanılır. Özellikle kükürdü yüksek içerikli katı veya sıvı yakacak kullanılıyor ise, kükürt korozyonunu önlemek bakımından, kazana dönüş sıcaklığını ve buna bağımlı olarak kazandan çıkış sıcaklığını yüksek tutmak gerekir.

a) Alçak Basıncılı Buhar:

Kalorifer kazanından çıkış mutlak basıncı en fazla 2 bar olan buhardır.

b) Yüksek Basıncılı Buhar:

Kalorifer kazanından çıkış mutlak basıncı 2 bar 'dan fazla olan buhardır.

c) Vakumlu Buhar:

Basıncı atmosfer basıncından az olup, 0,05 ile 0,75 bar arasında değişen ve sıcaklığı da en az 65 °C olan buhardır.

Not: Günümüzde konfor ısıtmasında gerek alçak gerekse de yüksek basınçlı ve vakumlu buharlı sistemler artık kullanılmamaktadır. Seyrek veya periyodik olarak kullanılan ve çabuk ısıtılması gereken fuar ve sergi salonları gibi özel durumlarda buhar ile ısıtma sistemi kullanılabilir. İşletme kolaylığı açısından, buharla ısıtma yerine, sıcak sulu veya kızgın sulu ısıtma sistemleri tercih edilmelidir.

II.3.3.3 Sıcak Hava

Bir merkezde ısıtılan hava kanallar yardımıyla ısıtılması istenen ortamlara taşınır. Isıtma ile beraber hava değişiminin istendiği yerler için uygundur[4].

II.3.3.4.Kızgın Yağ

Özel gayeler için bazı ısıtma sistemlerinde, kaynama sıcaklıkları 260 °C ile 390 °C arasında değişen ısı transfer yağları kullanılabilir.

Tekstil, ağaç, otomotiv ve kimya sanayii gibi tesislerde endüstriyel ısıtma, kurutma ve pişirme gibi yüksek çalışma sıcaklıkları istenen yerlerde, eskiden yüksek basınçlı buhar veya kızgın su kullanılırdı. Günümüzde işletme kolaylığı nedeniyle, bu sistemler yerine kızgın yağ ile çalışan sistemler tercih edilmektedir.

Özellikle yüksek basınçlı olmaması (en yüksek basıncı 1 bar) olduğundan daha güvencelidir, korozyon tehlikesi yoktur. Sistemin yatırım maliyeti buharlı veya kızgın sulu sistemlerden daha azdır.

Tablo II.10 Yaygın Olarak Kullanılan Isıtıcı Türlerinin Bazı Kriterlerinin Karşılaştırması[40]

KRİTERİN KONUSU	BUHAR TESİSATI	KAYNAR SU TESİSATI	SICAK SU TESİSATI
1-KAZAN DAİRESİLK YATIRIM MALİYETİ	Buhar sistemleri kaynar su sistemlerine göre daha pahalı bir yatırımdır.	Kaynar su sistemleri(160 °C su sıcaklığına ve 10 bar işletme basıncına kadar) daha ekonomik çözümdür. 180 °C sıcaklıktan sonra ise kullanımı çok yüksek basınç nedeniyle genellikle ekonomik değildir.	En ucuz çözümdür.
2-AKIŞKAN MALİYETİ	İlk dolumda daha az su gerekir. Suyun şartlandırılmış olması çok önemlidir. Kazan blöf ve köpük alma gereksinimi ve kondens suyu kayıpları nedeniyle, su takviyesi gerekir. Akışkan maliyeti işletmede kaynar sudan fazladır. İletmede hassa uzmanlık istediği için de ilave maliyet oluşur ve pahalıdır.	Toplam su hacmi fazla olan sistemdir. Suyun yumuşatılmış olması gerekir. İşletme sırasında düşük oranlarda dozlama gerekir. Ancak sistemlerdeki suyun boşaltılmasından olabildiğine kaçınılmalıdır.	Akışkan maliyeti en ucuzdur. Toplam su hacmi fazladır. Suyun yumuşatılmış olması tercih edilir. Genellikle dozlama yapılmaz. Sistemdeki suyun boşaltılmasından kaçınılmalıdır. Yumuşatılmış su kullanılması uygundur.
3-İSTEMİN YAKIT MALİYETİ	En fazladır. Özellikle kondens suyu kayıpları,blöf kayıpları,kondenstop, kaçırmaları ve buhar kaçakları nedeniyle yakıt maliyeti artar.Sistemin ısı verimi en düşüktür.	Daha azdır. Yaygın sistemlerde kullanıldığında dağıtım kayıpları fazladır. Ayrıca arıza hallerinde suyun boşaltılması gerektiğinde; su ve enerji kayıpları oluşur. Kesinti işlemede (gece kapatılan sistemler) ataleti ve yakıt kaybı fazladır.	Yakıt maliyeti en az,toplam sistem verimi en yüksek sistemdir. Kazandaki su sıcaklığı azaldıkça,verim de artacaktır. Bu nedenle 70/55 °C düşük sıcaklık sistemlerinde yakıt maliyeti 90/70 °C sıcak su sistemlerine göre daha azdır.
4-İSİTİCİ YÜZEY ALANI	En az ısıtıcı yüzeyi gerekir. (Isı iletken katsayısı en fazla olduğu için)	Orta	En fazla
5-SİSTEM ÖMRÜ	Kondens suyu devrelerindeki korozyon nedeniyle kaynar suya göre ömrü daha kısadır.	Buhara göre ömrü daha uzundur.	En uzun ömre sahiptir.
6-KAPASİTE ve BASINÇ SINIRLARI	Kurulu güç olarak en büyük kapasitedeki sistemler buharlı olanlardır. Kullanım yerleri ile kazan arasındaki yükseklik farkının fazla olduğu sistemlerde buharın üst seviyedeki kullanım yerlerine ulaşabilmesi için ilave basınç gerekmez. Çünkü yoğunluğu a olan buhar borulardaki basınç kayıpları ile orantılı olarak yükselir. Kaynar suya göre daha avantajlıdır.	Kurulu güç buhara göre daha azdır. En yaygın ve uzak yerlere hizmet verebilen sistemdir. Ancak kullanım yerleri ile kazan arasındaki yükseklik farkının fazla olduğu sistemlerde sistem basıncı arttığı için; pratik değildir. Örnek olarak 160 °C sıcaklıkta kaynar su sıcaklığı olan bir tesiste en üst seviyedeki kullanım yerinde emniyet basıncı ile birlikte yaklaşık olarak 7 bar basınç gereklidir. En üst ve en alt kullanım yerleri arasındaki seviye farkı 50m ise,kazan işletme basıncı 12 bar mertebesinde gerçekleşir.	a) Kaynar su ile aynı kapasiteler söz konusudur. Çok uzun mesafelerde bu sistemin kullanılması halinde 95/50 °C,90/50 °C gibi sistemler ve tek kolektör kullanarak ekonomik kuruluş ve işletme maliyeti sağlandığında en uygun çözüm olabilir. b) Basınçlandırma yönünden ilave basınç ihtiyacı olmadığı için,kaynar sulu sistemlere göre daha avantajlıdır.
7-SİSTEMİN ISIL ATALETİ	Ataleti kaynar suya göre daha azdır. Kazandaki su miktarı ve sistemdeki su miktarı kaynar suya göre daha azdır. Sistemin buhar tutması uzun sürer.	Kazandaki ve sistemdeki su miktarı çok fazladır. Devreye girmesi uzun sürer.	Kazandaki ve sistemdeki su miktarı çok fazladır.devreye girmesi uzun sürer.
8-ISI İÇERİĞİ	Isı içeriği yüksek. Gizli ısı olarak yaklaşık 2100 kJ/kg.	Orta derecede ısı içeriği. Özgül ısısı (1kcal/kg C) (4.18 kJ/kg K)	Orta derecede ısı içeriği. Özgül ısısı (1kcal/kg C) (4.18 kJ/kg K)

Tablo II.10' ün devamı			
9-ISI TRANSFER KATSAYISI	Yüksek (5000-10000 kcal/hm ² °C) (Aynı ısıtma yüzeyinden,daha fazla ısı transferi sağlanır.)	Orta (2000-3000 kcal/hm °C)	Orta (2000-3000 kcal/hm °C)
10-KONTROL KOLAYLIĞI	a- Kullanım yerlerinde 2 yollu vana ile genellikle daha kolay kontrol sağlanır. Kullanımı daha kolay ve basittir. b- Isıtma merkezinde buhar kazanlarının su seviye ve basınç kontrolü yapılır. c- Gözetimli veya gözetimsiz işletme şartlarına göre farklı kontrol sistemleri kullanılır.	a- Kullanım yerlerinde 3 yollu veya 2 yollu vanalar kullanılarak kontrol sağlanır. b- Isıtma merkezinde sıcaklık ve basınç kontrolü yapılır.	a- Kullanım yerlerinde 3 yollu veya 2 yollu vanalar kullanılarak kontrol sağlanır. b- Isıtma merkezinde sıcaklık ve basınç kontrolü yapılır.
11-YER İHTİYACI	Kazan hacmi çok büyüktür. Degazör tankı kondens suyu tankı, Degazör ve kondens suyu besleme pompaları ile birlikte kazan dairesi için daha büyük alana ihtiyaç vardır.	Modern sistemlerde azot veya buhar yastıklı genişleme depoları yerine, ara soğutucu depo + pompalı tip genişleme (dengeleme) depoları ve su rezerv deposu kullanılmaktadır. Bu durumda buhara göre daha küçük boyutlu kazan dairesine ihtiyaç vardır.	En küçük yer ihtiyacı sıcak sulu sistemlerdir.
12-BORU KALİTESİ	Kaliteli boru ve ciddi boru işçiliği gerektirir. Yüksek basınçlarda dikişsiz ve yüksek kaliteli çelikten imal edilmiş borular kullanılmalıdır. Kondens borularındaki korozyon riskini azaltmak için özel alaşım boruların kullanılması daha uygundur.	Yüksek basınçlarda dikişsiz ve yüksek kaliteli çelikten imal edilmiş borular kullanılmalıdır. Boru montaj işçiliği buhardan daha kolaydır. Ancak boru çapları buhara göre daha büyük olduğu için, işçilik maliyeti de artar.	Daha ince etli borular kullanılabilir. Boru montaj işçiliği buhardan daha kolaydır. Ancak boru çapları buhara göre daha büyük olduğu için, işçilik maliyeti de artar.
13-BORU ŞEBEKESİ DÖŞENMESİ	Zor ve pahalıdır. Buhar borularına kondens alınması için sürekli bir eğim verilmelidir. Uzun mesafelerde testere dişi biçiminde montaj yapılır. Termik genişlemeyi dengeleyecek önlem alınmasına dikkat edilmelidir.	Hava toplamasına izin vermemek kaydıyla eğimin önemi yoktur. Belirli yerlerde (üst noktalarda) hava tahliyesinin yapılması gerekir. Termik genişlemeyi dengeleyecek önlem alınmasına dikkat edilmelidir.	Hava toplamasına izin vermemek kaydıyla eğimin önemi yoktur. Belirli yerlerde (üst noktalarda) hava tahliyesinin yapılması gerekir. Termik genişlemeyi dengeleyecek önlem alınmasına dikkat edilmelidir. Düşük sıcaklıklar nedeniyle genişleme en az olur, boru şebekesinin döşenmesi daha kolaydır.
14-SERVİS BAKIM SIKLIĞI VE MALİYETİ	En fazla servis bakım gereksinimi bu alternatiftedir. Çoğu zaman kurulan sistem sürekli gözetimi gerektirir. Kondens toplar en fazla bakım gerektiren cihazlardır. Kaynar suya göre daha zor ve uzmanlık gerektirir.	Daha kolay ve ucuzdur.	En kolay ve ucuzdur
15-EMNİYET	Sistem basınç altında çalışır ve tam güvenlik önlemlerinin alınmış olmasını gerektirir. Patlama riskini daha fazla taşır. Ancak doğru proje, uygulama ve işletme yapılması ve çok kaliteli malzeme kullanılması durumunda ; sistem yüksek basınçlarda da emniyetlidir.	Sistem basınç altında çalışır ve tam güvenlik önlemlerinin alınmış olmasını gerektirir. Patlama riski buhara göre biraz daha fazladır. Kaynar sulu sistemlerde basınç düştüğünde ani buharlaşma olur. Ani buharlaşma (aşırı hacim genişlemesi) sonucunda tesisatta patlama olabilir ve ciddi hasarlar oluşabilir. Ancak doğru proje, uygulama ve işletme yapılması ve çok kaliteli malzeme kullanılması durumunda ; sistem yüksek basınçlarda da emniyetlidir. Basıncın sürekli kontrolü için ,genişleme depoları ve sımının yedekli yapılması önerilir.	1) Isıtma tesisleri için en uygun sistemdir. 2) 90/70°C klasik ısıtma yerine 70/55 °C işletmelerinin ısıtma maliyetleri daha azdır ve çok özel şartlar dışında tercih edilmelidir. 3) Yaygın ısıtma sistemlerinin kullanılmasında a) Gaz yakıtı kullanılıyorsa, binaların ayrı ayrı ısıtılması daha uygun olabilir. b) Bölge ısıtması yapılacaksa ,tek kollektör sistemi kullanılarak 90/50 °C gibi düşük sıcaklık ısıtması yapılması daha uygun çözümdür.

II.3.4 Sistem Seçim Kriterleri

Sistem seçiminde göz önüne alınabilecek pek çok kriter sıralanabilir. Önem sırası mal sahibinin veya satın almayı yapan kişilerin isteklerine göre değişebilir. Ancak bunların önemleri aşağıda verilmiştir

II.3.4.1 Konfor

Sistem seçiminde belki de en önemli faktör konfordur. Bir anlamda HVAC tesisatı yapmanın amacı da budur. Dolayısı ile seçilecek sistem,iç ortamda beklenen şartları bütün değişen dış hava koşulları dahilinde hep belirli değerde tutabilmelidir. Bu konfor şartları arasında,

- Sıcaklık
- Taze hava miktarı
- Ses kirliliği
- Nem
- Temizlik

Gibi değerler bulunmaktadır.

Özellikle son yıllarda ısı konforun yanı sıra,iç hava kalitesi, sağlanması gerekli temel faktör olmuştur.

II.3.4.2 Kuruluş Maliyeti

Özellikle Türkiye açısından kuruluş maliyeti büyük önem taşımaktadır. Kaynakların kısıtlı olması yatırımcıyı çoğu zaman ucuz yatırımlara yöneltmekte ve en önemli kriter haline getirmektedir. Hâlbuki asıl önemli olan toplam maliyet değeridir. Yani sistemin ekonomik ömrü içinde ortaya çıkan işletme ve yatırım maliyetleri toplamıdır.

II.3.4.3 İşletme Maliyet

Enerji giderlerinin anormal derecede artması işletme maliyetlerini ön plana çıkartmıştır. İşletme maliyeti içinde yakıt (veya enerji) giderleri, servis ve bakım giderleri bulunmaktadır. Yukarıda açıklandığı gibi ucuz fakat işletmesi pahalı bir sistem günümüzde yanlış bir seçim olarak ortaya çıkmaktadır. Sistem verimi en önemli parametredir. Yüksek verimli bir sistem, toplam maliyet olarak çok daha ekonomik olabilmektedir. Dolayısıyla sistem seçiminde günümüzdeki anlayışa göre en önemli kriter bu olmaktadır[4].

II.3.4.4 Servis Bakım Sıklığı Ve Kolaylığı

Sistem seçiminde nihai kullanıcı açısından servis ve bakım sıklığı konforun yada hizmetin sürekliliği veya kesintiye uğraması anlamına geldiği için önemlidir. Servis sıklığı ve kolaylığı problemsiz bir işletmede arka planda kaldığı halde, sorun olduğunda en önemli olacaktır. Sistem mümkün olduğu kadar basit ve sağlam olmalıdır. Özellikle Türkiye şartlarında çoğu zaman kalifiye teknisyen ve profesyonel servis ve bakım teminindeki zorluklar nedeniyle karmaşık sistemler istenildiği gibi korunamamakta, zamanla tasarım şartlarının çok dışında ilkel şartlarda çalışmak zorunda kalmaktadır.

II.3.4.5 İşletme Kolaylığı

Sistemin işletilmesinin kolaylığı yukarıdaki maddeden bağımsız olarak düşünülmelidir. İşletmenin mümkünse kalifiye teknik adamlara ihtiyaç olmaksızın yapılabilmesi önemlidir.

II.3.4.6 Çevre faktörü

Günümüzde çevre faktörü, mühendislik kriterleri üzerinde ve tek başına belirleyici bir kriter olabilmektedir. Türkiye hala ciddi çevre koruma sınırlamaları getirmemiş bir ülkedir. Bu nedenle sistem seçiminde çevre faktörü henüz belirleyici olmamaktadır. Ancak yakın gelecekte, ileri ülkelerde olduğu gibi yakıt, akışkan, ekipman ve sistem seçiminde çevre daha belirleyici hale gelecektir. Bunun ötesinde ikinci derecede çok daha farklı teknik, ekonomik, ekolojik ve sosyal kriterler sayılabilir; bunlar bazı hallerde en önemli dizayn şartı olabilir[4].

Tablo II.11de Bölge Isıtması İle Bina Bazında Merkezi Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması Verilmiştir[40].

Karşılaştırma konusu	Blok bazında Isıtma (Bina altındaki veya çatısındaki kazan dairesinden ısıtma)	Bölge Isıtması Sistemi (Uzaktaki bir sistemden ısıtma)
Yakıt Maliyeti	Daha azdır. Doğal gazı bir merkezde yakma ile her bina altında kullanma halinde kazan verimleri aynıdır.	Kazan verimleri aynı olmakla birlikte, boru tesisatındaki kayıplar nedeniyle sistem verimleri daha düşüktür. Özellikle zaman içinde boru izolasyonları bozulduğundan ısı kayıpları başta düşünülenenden çok daha fazla gerçekleşir.
İlk Yatırım Maliyeti	Sadece kazan daireleri ve baca yatırımı gereklidir. İlk yatırım maliyeti daha ucuzdur. (Çatı ısı merkezi olursa baca maliyeti çok azalacaktır)	İlk yatırım maliyeti daha pahalı. Bölgesel ısı merkezi, dağılım hattı galerilerinin inşaat maliyeti ve eşanjörler, oto kontrol, pompalar vs. yatırımlarının toplamı ilk yatırımı oluşturur. Bu sistem bölge boyutundan bağımsız olarak yaklaşık %40 mertebelerinde daha pahalıdır.
Konfor	Daha iyi. (odalardaki sıcaklık kontrolü daha kolay)	Daha kötü.
Servis Sıklığı ve Servis bakım maliyeti	Servis ve bakım sadece merkezi kazan için gereklidir. Yılda bir kez normal bakım yeterlidir. Atmosferik brülör tiplerde genellikle ilave arıza servisine gerek kalmaz. Sistemi çalıştırmak için operatör gerekmez.	Kazanın üflemleri brülörlü olması nedeniyle servis ister. Isı merkezinde profesyonel operatör gereklidir. Hatlarda belirli bir süre sonra arızalar meydana gelmektedir. Hatlara bakım ve servis gerekir.
İşletme maliyeti (Yakıt + Servis)	Daha ucuz. Isıtma her binanın altından yapıldığı için hacimlerdeki sıcaklık kontrolleri daha kolaydır.	Yaklaşık %20 daha pahalıdır. Ayrıca ısıtma merkezinin çalışanlarının da maliyeti eklenmektedir.
İşletme kolaylığı	Yakıt bedelinin toplanması ve işletme çok kolaydır. Profesyonel yöneticiye ihtiyaç yoktur.	Yakıt ve işletme giderlerinin toplanması daha zordur. Genellikle profesyonel yöneticiye ihtiyaç vardır.
Emniyet	Emniyetlidir. Kaliteli kazan ve brülör monte edilmeli tam güvenlik sistemi uygulanmalıdır.	Kaliteli kazan ve brülör monte edilmelidir. Sistem yüksek basınçlı ise ısı merkezi daha risklidir. Ancak bloklar herhangi bir tehlikeye maruz değildir. Tam güvenlik sistemi uygulanmalıdır.

Tablo II.11 'in devamı

Ömür	Kullanılan kazan cinsine bağlı olarak ömür değişmektedir. Kaliteli bir kazanın ömrünün 60 yıldan fazla olduğu görülmüştür.	Kazan ve eşanjör ömrü, seçilen ürünün kalitesine bağlıdır. Galerilerdeki boruların ömrü ortalama 10 yıla ulaşmamaktadır.
Kullanma sıcak suyu	1- Daha ekonomik ve kullanışlıdır. Kullanma sıcak suyu bina altına monte edilen boyler ile temin edilebilir. 2- Kullanma sıcak suyu ayrıca daire bazında da temin edilebilir. Bunun için genellikle elektrikli termosifon veya şofben kullanılır.	1- Kullanma sıcak suyunun ısı merkezinden dağıtılması borulardaki ısı kayıpları,galerilerdeki boruların bir süre sonra çürümesi vb sorunlar nedeniyle dezavantajlıdır. 2- Her blok altına eşanjör ve boyler monte edilebilir. 3- Her dairede kullanma sıcak suyu elektrikli termosifon veya şofbenle temin edilebilir.
Mimari Önlemler	1- Alışılmış olarak bodrum katında bir kazan dairesi hacmine gereksinim vardır. Ancak çatı katında da kazan dairesi oluşturulabilir. 2- Her kazan dairesinde baca gerekir.	1- Her bina altına eşanjör ve pompalama sistemi monte edildiğinde yine bir makine dairesi gereklidir. 2- Bacaların yapıda işgal ettiği yerlerden tasarruf edilir. 3- Isı merkezi bir blok altında veya bağımsız olabilir. Isı merkezi için büyük bir yere ihtiyaç vardır. 4- Galerilerin düzenlenmesi mimari çözüm gerektirir. Galerilerin yapımı, inşaat sırasında hareket kabiliyetini azalttığı için inşaat işlerini zorlaştırır.
Çevre	Çevre şartlarına uygunluk,seçilen kazan ve brülör kalitesi ile sağlanabilir.Ancak Low-nox brülörlü atmosferik tip kaliteli kazanlar kullanılması,çevre şartları için ideal çözümdür.	Çevre şartlarına uygunluk seçilen kazan ve brülör kalitesi ile sağlanabilir.
<p>Sonuç: Bir kojonerasyon ünitesinin atık enerjisini kullanmak söz konusu olduğunda, çok ucuz enerji kullanabilmek için bölgesel ısıtmanın dezavantajlarına katlanılabilir. Kojonerasyon ünitesinin atık enerjisi çok ucuz imkânlarla alınamayacak ise veya böyle bir imkân yoksa ve yakıt cinsi doğal gaz ise; her binayı altındaki kalorifer kazanı ile ısıtmak her zaman daha uygundur.</p>		

II.3. 5 Isıtma Sistemlerinde Kullanılan Yakıtlar

Isıtılacak yerin özelliklerine göre ısıtma sistemi ve ısıtıcılar belirlenip sisteme en uygun yakacak seçimi yapılmalıdır.

Kalorifer tesisatlarında genel olarak fosil yakacaklar kullanılır. Bunlar da fiziksel durumlarına göre, gaz, sıvı ve katı olmak üzere üç sınıfa ayrılabilir. Bu farklı fiziksel özelliklerdeki yakacakları yakmak için, çoğunlukla değişik tipteki yakıcı cihazlara (brülörlere) ve kazanlara ihtiyaç vardır. Uygulamada kullanılan başlıca yakacaklar, doğal gaz, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), fuel oil, motorin ve kömür olarak sayılabilir. Yakacak seçiminde aşağıdaki hususların bir veya birkaçı rol oynar[4].

1) Yakacaktan istenen özellikler

- Elde edilebilirlik, sağlanmasındaki güvenilirlik ve süreklilik
- Kullanımındaki ve depolanmasındaki kolaylık
- Ekonomik olması
- Temiz olması

2) Yakıcı cihazın özellikleri

- İşletim istekleri
- Fiyatı
- Servis istekleri
- Emniyet
- Kontrol kolaylığı.

II.3.5.1 Gaz Yakacaklar

Geçmişte çeşitli gaz yakacaklar kullanılmış olmasına rağmen, günümüzde gaz yakacak olarak hemen sadece doğal gaz veya sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) kullanılmaktadır. Yakacak olarak kullanılan gazlar çoğu zaman saf değildir. Pratikte birkaç yanıcı veya nötr gazın karışımı halinde kullanılır. [4]

1) Doğal Gaz

Doğal gazın zehirsiz, ısıl değerinin büyük, temiz bir yakacak, otomatik kontrolünün kolay, yakma veriminin büyük olması, yakılması için ön hazırlık ve depolama istememesi gibi üstünlükleri nedeniyle çok tercih edilen bir yakacaktır.

Pratikte yakacak olarak kullanılan tipik doğal gazın bileşimi; metan CH_4 (% 70 ila 96), etan C_2H_6 (% 1 ila 14), propan C_2H_8 (% 0 ila 4), bütan C_4H_m (% 0 ila 2), pentan C_3H_{12} (% 0 ila 0,5), hekzan C_4H_N (% 0 ila 2), karbon dioksit CO_2 (% 0 ila 2), oksijen O_2 (% 0 ila 1,2) ve azot N_2 (% 0,4 ila 17) gazlarından oluşur. Doğal gazın bileşimi, coğrafik kaynaklara bağlıdır. Çeşitli kaynaklardan geldiği için, belirli bir bölgeye dağıtılan gaz bileşimi zaman zaman bir miktar değişebilir. Kontrol ve emniyet açısından bu gazın ısıl değerinin sabit tutulmasına çalışılır. İçeriğine bağlı olarak, dünyada bulunabilen doğal gazların ısıl değeri, 34 ila 45 MJ/m^3 arasında değişir.

Doğal gaz gerçekte kokusuz olmasına rağmen, emniyet açısından koku verici elemanlar ilave edilir.

Doğal gaz özelliği nedeniyle, merkezi kalorifer tesisatlarında kazanlarda yakılabildiği gibi, kat kaloriferlerinde veya kombi cihazlarında yaygın olarak kullanılabilir. Şehir şebekesinden basınçlı olarak ulaşan doğal gaz bir kontrol hattı yardımıyla yakıcı (brülöre) ulaşır.

2)Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG)

Bu yakacak, esas olarak propan ve bütan içerir. Petrol rafinerilerinde üretimi veya doğal gazın temizlenmesi işlemi sırasında elde edilir. Normal atmosferik şartlarda, propan ve bütan gaz fazında olmasına rağmen, basınç altında sıvı fazına geçer. Depolanması ve taşınması sıvı fazında yapılır. Sıvılaştırılmış petrol gazı ticari olarak, propan, bütan ve bu iki gazın karışımı olarak satışa arz edilir.

Ticari propan, esas olarak propan içermesine rağmen, içinde % 5 ila 10 propilen vardır. Yaklaşık ısıl değeri 50,75 MJ/kg veya 93 MJ/m^3 değerindedir. Atmosferik basınçta ticari propanın buharlaşma sıcaklığı, yaklaşık -40 °C değerindedir. Düşük sıcaklıklarda buhar fazına geçmesi nedeniyle, ticari propan kış mevsiminin soğuk geçtiği bölgeler için uygun

bir yakacaktır. Soğuk bölgelerde, yakacak debisinin fazla olduğu durumlarda, propanın buhar fazına geçebilmesi için, bir tank ısıtıcısına gerek duyulabilir[4].

Ticari bütan ise, esas olarak bütan içermesine rağmen, bunun da içinde % 5 değerinde bütülen vardır. Yaklaşık ısııl değeri 49,26 MJ/kg veya 120 MJ/m³ değerlerindedir. Atmosferik basınçta ticari bütanın buharlaşma sıcaklığı oldukça yüksek olup, yaklaşık 0 °C değerindedir. Bu nedenle, depolama sıcaklığını 0 °C sıcaklığının üzerine çıkarmadıkça veya ticari bütanı buharlaşma sıcaklığı daha düşük bir bileşen ile karıştırarak kısmi basıncı düşürmedikçe, bütan soğuk mevsimlerde kullanılamaz.

Ticari propan-bütan karışımları, çeşitli oranlarda propan ve bütan karıştırılarak elde edilir. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan karışım oranı % 70 bütan, % 30 propandır. Böyle bir karışımın özellikleri;

$$\begin{aligned} \text{Alt ısııl değeri} &= - 0,7 \times 45,74 + 0,3 \times 46,37 \\ &= 45,93 \text{ kJ/kg (veya } 114,43 \text{ U/m}^3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Yoğunluk} &= 0,7 \times 2,703 + 0,3 \times 2,003 \\ &= 2,493 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Karışım oranı değıştikçe, ticari propan-bütan karışımının bu fiziksel özellikleri, bu orana bağılı olarak değışir.

Sıvılaştırılmış petrol gazı, özellikle doğal gazın ulaşamadığı yerlerde uygun yer üstü veya yeraltı depolarından beslenerek, kalorifer tesisatlarında ve mutfaklarda başarı ile kullanılabilir.

II.3.5.2.Sıvı Yakacaklar

Kalorifer tesisatlarında sıvı yakacak olarak genellikle motorin veya fuel oil (yakıt yağı) kullanılır. Motorin tam petrolün damıtılması esnasında 200 ila 300 °C sıcaklık aralığında elde edilen esas bir üründür. Fuel oil ise, yine ham petrolün damıtılması esnasında daha yüksek sıcaklıklarda elde edilen ürünlerin, motorin ile belirli yüzdelerde harmanlanması sonucunda, çeşitli incelik ve kalınlıklarda piyasaya sürülen, bir sıvı yakacaktır[4].

Fuel Oil'lerin Karakteristikleri:

Fuel oil'lerin sınıflanmasını ve uygunluklarını, aşağıdaki karakteristikler belirler.

1) Viskozite: Fuel oil'in akışa karşı gösterdiği dirençtir. Yakacağın akışını, pompalanmasını ve atomize olmasını karakterize ettiği için önemli bir özelliktir.

2) Parlama noktası: Fuel oil'in depolama ve kullanımı için en yüksek sıcaklıktır.

3) Akma noktası: Fuel oil'in depolama ve kullanımı için en düşük sıcaklıktır.

4) Su ve birikinti: Yakma tesisatındaki birikintilerin önlenmesi bakımından, yakacak cinde su ve pislik mümkün olduğu kadar az olmalıdır. Birikintiler, filtrelerde ve brülör parçalarında toplanarak yakacak akışına mani olur. Su ise yakıt içinde emülsiyon halinde veya deponun dibinde toplanıp, korozyona neden olur.

5) Kül: Fuel oil içindeki yanmayan elemanlardır. Bu elemanların fazla olması, brülör pompasının aşınmasına neden olur.

6) İzafi yoğunluk: Belirli sıcaklıktaki fuel oil yoğunluğunun, aynı sıcaklıktaki su yoğunluğuna oranıdır. Her bir fuel oil numarası için izafi bir yoğunluk aralığı verilebilmektedir. Bazen bu aralık, damıtım ve kalıntı fuel oil'ler için birbiri içine girebilmektedir.

7) API derecesi: İzafi yoğunluk yerine, çoğu zaman kullanılan bir büyüklüktür.

II.3.5.3 Katı Yakacaklar (Kömürler)

Katı yakacaklar esas olarak, kömür, kok, odun tarımsal ve endüstriyel yanıcı artıklardan meydana gelir. Bunlardan sadece kömür, ısıtma uygulamalarında geniş olarak kullanılır. Bileşiminde organik ve inorganik maddeler bulunur. Kömür çoğunlukla bitki parçalarının zamanla oksijen teması olmaksızın, biyokimyasal ve fiziksel etkiler sonucu meydana gelir. Oluşum şekline ve zamanına göre kömürlerde, değişik sınıflama ve adlandırmalar yapılabilmektedir. *Turba*, bir kömür

çeşidi olmamakla birlikte kömür oluşumunun ilk evresini oluşturmaktadır. Turba, belirli bir jeolojik zaman içerisinde linyit, alt bitümlü kömür ve bitümlü kömür aşamalarından geçerek antrasite ve meta antrasite dönüşmektedir.

Kömürlerin karmaşık yapıları, sınıflama yapılmalarını oldukça güçleştirmektedir. Kimyasal olarak kömür, karbon, hidrojen, azot, kükürt ve mineral artık olan külden meydana gelir. Kimyasal analizler kömür kalitesi hakkında bir bilgi verebilir, fakat kömürün yanma karakteristikleri hakkında yeterli bilgi veremez. Kömür kullanıcısı için esas olarak, kömürün ısı değeri, kül miktarı ve tozu önemli olmasına rağmen; kullanımı, depolama özellikleri ve yanma karakteristikleri de önemlidir.

Kömürlerin Karakteristikleri:

Bir yakma sisteminde kullanılacak kömürün sınıfını ve uygunluğunu belirleyebilmek için içindeki, (1) uçucu madde, (2) sabit karbon, (3) nem, (4) kükürt ve (5) kül oranı değerleri bilinmelidir.

Uçucu Madde: Kömürün standart deney sıcaklığında ısıtılması esnasında, kömürden çıkan gaz ve nem miktarıdır. Bu madde genel olarak, damıtılma ve yapının bozulması esnasında ortaya çıkan değişik organik gazları içerir.

Sabit Karbon: Kömür içinde uçucu maddeler çıktıktan sonra geriye kalan yanıcı kısımdır. Bu değer kömür içindeki karbonun tamamı değildir. Sabit karbon, yakacağın koklaşma özeliğinin bir göstergesi olduğundan, yakma sisteminin seçiminde bir yol göstericidir. Genel olarak sabit karbon, kömürün katı fazda (ızgara üzerinde) yanmak mecburiyetinde olan kısmını belirler[4].

Nem: Yakacak içindeki su miktarı olup, devamlı olarak değişir ve gerçek değerinin bulunuşu oldukça zordur. Kömür içindeki nemi serbest ve bağıl nem olarak ikiye ayırmak mümkündür. Serbest nem, kömürün açık havada bırakılması ile yağmur, kar suları ile artabilen, güneş tesiriyle azalabilen nemdir. Bağıl nem ise kömür yapısındaki mineral tuzlarına bağımlı olan nem olup, buharlaşması kimyasal olaylar ile gerçekleşebildiğinden kömürden uzaklaştırılması oldukça güçtür.

Kül: Kömürün tamamen yanmasından sonra kalan zararlı bir kısımdır.

Kükürt: Yandığında hava kirliliğine ve yakma sisteminde korozyona neden olması yüzünden, kömür içinde istenmeyen bir elemandır. Kükürt oranı, çevre korumakanunları ve yönetmelikleri ile sınırlandırılmıştır.

Isıl Değer: 1 kg kömürün yanması ile açığa çıkan ısı miktarıdır. Yanma sonucunda elde edilen duman gazlarının içindeki su buharının yoğuşması durumunda, ısıl değer H_0 (kJ/kg) üst ısıl değer olarak, su buharının yoğuşmaması durumunda H_u (kJ/kg) alt ısıl değer olarak adlandırılır. İki ısıl değer arasında

$$H_u = H_0 - 2440W$$

bağıntısı vardır. Burada 2440 (kJ/kg) suyu; 25 °C sıcaklıktaki gizli buharlaşma ısısını, W (kg nem/kg kömür) ise yakacağın yanmasıyla ortaya çıkan nem miktarını göstermektedir.

Aşağıdaki tabloda kullanılan yakıtların maliyet karşılaştırması yapılmıştır. 25 Eylül 2007 tarihinde belirlenmiş KDV DAHİL birim fiyatlarla

Tablo III.12 Isıtma Sistemlerinde Kullanılan Yakıtların Maliyet Karşılaştırması[41].

DOĞALGAZ KULLANILAN ŞEHİRLERDEKİ KONUTLARDA 1000 kcal / saat ISI İHTİYACI İÇİN GEREKLİ OLAN ÇEŞİTLİ YAKITLARIN MALİYET KARŞILAŞTIRMA TABLOSU							
Sırası	Yakıt	Alt Isıl Değeri	25 Eylül 2007 Tarihinde Birim Fiyatı	Ortalama Verim	25 Eylül 2007 Tarihindeki Fiyatlarla YTL/1000 kcal		En Ucuz a Göre Yakıt Maliyeti
1	Doğalgaz Eskişehir Konut ESGAZ	8250 kcal/m ³	0,577057 YTL/m ³	93%	$\frac{0,577057 \times 1.000}{8250 \times 0.93}$	0,0752	100
1	Doğalgaz Bursa Konut BURSAGAZ	8250 kcal/m ³	0,577057 YTL/m ³	93%	$\frac{0,577057 \times 1.000}{8250 \times 0.93}$	0,0752	100
2	Doğalgaz Ankara Konut EGO	8250 kcal/m ³	0,617732 YTL/m ³	93%	$\frac{0,617732 \times 1.000}{8250 \times 0.93}$	0,0805	107
3	Doğalgaz İstanbul Konut İGDAŞ	8250 kcal/m ³	0,620394 YTL/m ³	93%	$\frac{0,620394 \times 1.000}{8250 \times 0.93}$	0,0809	108
4	Doğalgaz İzmit Konut İZGAZ	8250 kcal/m ³	0,633553 YTL/m ³	93%	$\frac{0,633553 \times 1.000}{8250 \times 0.93}$	0,0826	110
5	İthal Sibirya Kömürü İstanbul - Portakal HAKAN KÖMÜR	7000 kcal/kg	0,400000 YTL/kg	65%	$\frac{0,400000 \times 1.000}{7.000 \times 0.65}$	0,0879	117
6	Yerli Linyit Kömürü Soma Kısırakdere Manisa-ELİ	4640 kcal/kg	0,319780 YTL/kg	65%	$\frac{0,319780 \times 1.000}{4.640 \times 0.65}$	0,1060	141
7	Elektrik Konut TEDAŞ	860 kcal/kWh	0,158089 YTL/kWh	99%	$\frac{0,158089 \times 1000}{860 \times 0.99}$	0,1857	247
8	Fuel-oil No: 4 Kalorifer Yakıtı /POAŞ İstanbul Avrupa yakası	9875 kcal/kg	1,540000 YTL/kg	80%	$\frac{1,540000 \times 1.000}{9.875 \times 0.80}$	0,1949	259
9	Dökmegaz Konut LPG - Propan AYGAZ	11100 kcal/kg	2,737600 YTL/kg	92%	$\frac{2,737600 \times 1.000}{11.100 \times 0.92}$	0,2681	356

Tablo III.12' nin devamı

10	Motorin İstanbul Avrupa yakası POAŞ	10256 kcal/kg	2,721893 YTL/kg	84%	$\frac{2,721893 \times 1.000}{10.256 \times 0.84}$	0,3159	420
11	LPG 12 kg Ev Tüpü İstanbul AYGAZ	11000 kcal/kg	3,166667 YTL/kg	90%	$\frac{3,166667 \times 1.000}{11.000 \times 0.90}$	0,3199	425

NOTLAR:

1. Bu tablo yakıtların yaklaşık işletme maliyetleri hakkında fikir verebilmek için hazırlanmış olup, birim fiyatlara %18 KDV dâhildir.

2. İşletme veriminin bir bölümü ortalama verim değerlerinin içerisinde olup, yakıt hazırlama, depolama, işletme giderleri vb. yakıt yakma yan maliyetleri de bu değeri etkilemiştir. Otomatik kontrol kullanımı, bakım ve işletme kalitesi gibi nedenlerle verim yükseltilebilir, daha uygun maliyetler oluşturulabilir.,

3. Doğalgaz fiyatları 25 Eylül 2007 tarihindeki Botaş, İgdaş, EGO, Esgaz, İzgaz ve Bursa gaz şehir gaz dağıtım şirketlerinin tarifelerinde belirtilen fiyatlardır Bursagaz ve Esgaz'ın doğalgaz birim fiyatları Botaş'ın aylık birim fiyatları üzerinden birim hizmet ve amortisman bedeli olan 2,5 cente göre belirlenmektedir ki bu fiyat US Doları bazında her ay ortalama bir değer olarak bildirilmektedir. İgdaş, EGO ve İzgaz daki doğalgaz "birim fiyatları ise aylık ÜFE oranlarının değişimine göre belirlenmektedir.

4. LPG tüp ve Dökmegaz fiyatları 25 Eylül 2007 tarihli güncel fiyatları olup, Tüpraş ürün çıkış fiyatları ise; miks LPG: 1.602,72 YTL/ton, propan: 1.662,94 YTL/ton'dur.

5. Elektrik fiyatı 25 Eylül tarihi itibariyle olup, konut kullanımında TRT payı ve enerji payı için %3 ve ElektrikTüketim Vergisi için %5 ilave edilerek bulunmuştur.

6. Elektrik kullanımındaki ısıtma cihazı elektrikli ısıtıcı olup, ısı pompası kullanımında cihazın COP sistem ve yıllık değerleri kullanılmalıdır.

7. Motorin birim fiyatı POAŞ'ın sirkülerindeki YTL/litre değeri 0,845 dönüşüm katsayısına bölünerek bulunmuştur
8. Akaryakıt fiyatları EPDK tarafından açıklanan Petrol Ofisi AŞ tarafından tavsiye edilen 25 Eylül 2007 tarihli İstanbul Trakya yakası Mahalli Akaryakıt Satış Fiyatları Listesi'ndeki alınmıştır.
9. Akaryakıt alt ısı değerleri Tüpraş Teknik Servisler Müdürlüğü'nden 01 Mart 2006 tarihinde verilen değerlerdir.
10. Yerli linyit kömürü fiyatları ELİ'nin +20 mm parçalı torba cinsi için 25 Eylül 2007 tarihli Bayi Depo Satış Fiyatları listesinden alınmış olup, Nakliyeciler Kooperatifinin 43 YTL/ton olan nakliye bedeli de dahil edilmiştir.
11. İthal sibirya kömürü fiyatları Hakan Kömür şirketinin portakal tipi linyit için 25 Eylül 2007 tarihli nakliye, yedinci kattaki apartman dairesine taşıma ve KDV dahil peşin satış fiyatı olan 400 YTL/ton olarak alınmıştır[41].

II.3.6 Isıtma Tekniğinin Geleceği

Önümüzdeki yıllarda ısıtma tesisatlarının seçiminde ve uygulamasında esas olarak çevre kontrol istekleri, konfor ve ekonomi esas rolü oynayacaktır. Enerji fiyatının gelecekte daha da artması nedeniyle, binaların ısı yalıtımına ve güneş enerjisinden yararlanmaya daha fazla önem verilecektir. Bu durumda birim hacim için gerekli ısı ihtiyacı, gelecekte günümüzdekinden çok daha az olacaktır. Aynı hacim için gerekli kazan ve ısıtıcı kapasiteleri günümüzde kullanılanlardan daha küçük olacaktır[4].

Doğal gazın ulaşmadığı bölgelerde yapılan toplu konutlarda, fuel oil veya akışkan yataklı kömür yakan bölgesel ısıtma sistemi uygulamaları yapılacaktır. Büyük kapasitelerde elektrik ve ısının bir arada üretildiği bileşik ısı santralleri yaygın olarak kullanılacaktır[4].

Yakma sistemlerinden çıkan zararlı atıklara daha kesin kısıtlamalar getirileceğinden, yakma sistemleri gelişecektir. Her bağımsız kullanıcının harcadığı

kadar ısı miktarını ölçebilen sistemlerin uygulanabileceği ısıtma devreleri yapılacak ve bunlar uygun ölçme cihazları ile donatılacaktır. Şehir merkezinden uzaktaki villa tipi ayırık yerleşim bölgelerinde ise sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) kullanan bireysel ısıtma sistemleri tercih edilecektir.

Otomatik kontrolünün, yakmasının kolay ve temiz olması nedeniyle doğal gaz yaygınlaşacaktır. Doğal gazın bulunduğu yerlerde halkımızın bağımsız kullanma istekleri yüzünden nispeten küçük kapasitelerde, bireysel ısınma (kombi veya kat kaloriferi) uygulaması artacaktır.

Büyük kapasiteli toplu konut sitelerinde doğal gaz yakan gaz türbinli bileşik ısı santralleri gündeme gelecektir. Bu şekilde bu toplu konutlar bağımsız olarak gerekli ısılarını üretirken elektriklerini de sağlayacaktır.

Isı ekonomisi yanı sıra; döşemeden, duvardan veya klasik ısıtıcı ile daha konforlu ısıtma isteği, ısıtıcı akışkan sıcaklığının azalmasına neden olacaktır. Bu yüzden klasik 90/70 °C sıcak su yerine daha düşük sıcaklıklarda çalışan tesisatlar yapılacak, buralarda verimleri yüksek düşük sıcaklık kazanları (yoğuşmalı kazanlar) kullanılacaktır.

Özellikle lüks inşaatlarda, iklimlendirme (klima) sistemleri yaygınlaşacaktır. Bu sistemlerde ısıtıcı akışkan hava olacak, hava sıcaklığının yanı sıra, neminin ve kalitesinin de kontrolü gerekecektir. Sıcak su kazanları ile birlikte ısı pompalı sistemler ve kullanımı yaygınlaşacaktır[4].

II.4. ISITMALI TEKSTİL YÜZEYLERİ

II.4.1.Elektrikli Battanilyeler

İzolasyonu yapılmış Ci-Nr kabloyu iki tekstil yüzeyi arasına ısı dağılımı homojen olsun diye eşit bir şekilde dağıtılıp sonra uçları dikilerek elde edilen tekstil yüzeyidir.

Romatizmalı ağrıların tedavisinde çok yararlıdır ve bu hastalıklara sebep olan soğuk ve nemli havadan vücudu korur, grip anjin gibi üşütmeden oluşan her türlü vücut ağrılarında kesin etkilidir. Vücudun rahat edebileceği sıcaklıkta yatak ve yorgandaki rutubeti önler, vücut adalelerini gevşetir, kan dolaşımını düzenleyerek uyku derinliğini artırır. Böylece size sağlıklı, huzurlu ve rahat bir gece geçirmenizi sağlar[39].

Piyasada genel olarak tek ve çift kişilik battanilyeler vardır. Şimdi bu battanilyelerin teknik özelliklerine bakalım.

II.4.1.1 Tek Kişilik Battaniye

Aşağıdaki tabloda tek kişilik (Single Size) battanilyenin teknik özellikleri verilmiştir.

Tablo II.13. Tek Kişilik Battanilyenin Teknik Özellikleri Verilmiştir[39].

Ebat	85x155 cm
Anma Gücü	60 W
Anma Akımı	0,27 A
İşletme Gerilimi	220 V - 50 Hz.

Kullanılan kumaşın özelliğine göre renk ve desen çeşitleri vardır.

II.4.1.2 Çift Kişilik Battaniye

Aşağıdaki tabloda çift kişilik battaniyenin teknik özellikleri verilmiştir.

Tablo II.14 Çift Kişilik Battaniyenin Teknik Özellikleri Verilmiştir[39].

Ebat	120x160 cm
Anma Gücü	75 W
Anma Akımı	0,34 A
işletme Gerilimi	220 V - 50 Hz.

Kullanılan kumaşın özelliğine göre renk ve desen çeşitleri vardır

Şekil II.36 de Elektrikli battaniyenin resmi görülmektedir.



Şekil II.36 Elektrikli Battaniye[39].

II.4.2. Metalik Tekstil Yapılarının Isınma Davranışları

II.4.2.1 Akıllı Tekstil Uygulamaları İçin İletken İplikler

Elektronik fonksiyonların tekstil materyalleri ile entegrasyonu 2 yöntem ile gerçekleştirilmektedir. İlk yol öncelikle hazır giyim ürünlerinin veya teknik tekstil yapılarının üretilmesi daha sonra da elektronik bileşenlerin entegrasyonudur. Diğer yöntem ise tekstil yapılarının üretilmesi sırasında iletken iplik kullanılması ve böylece elektronik özellikte yapıların üretilmesi esasına dayanmaktadır. Tekstil endüstrisinde kullanılan doğal kaynaklı lifler yalıtkan özelliği taşımaktadır. Bu sebeple iletken özellikteki tekstil malzemelerine olan ihtiyaç sebebiyle bu malzemeler ile ilgili Ar-Ge faaliyetlerinde bir artış söz konusudur. Doğal malzemelere iletken bir yapı kazandırmak amacıyla yapılan kaplama, laminasyon ve modifikasyon gibi kimyasal işlemleri konu alan araştırmalar sürdürülmektedir. Elektrik akımını en iyi ileten tekstil esaslı malzemelerden biri de karbon lifleridir. Benzer şekilde metalik lifler ve çelik esaslı iplikler aynı amaçla kullanılabilir.

Tüm bu metalik esaslı iletken malzemeler kullanılarak dokuma, örme veya dokusuz yüzey teknikleri ile yüzey oluşumu gerçekleştirilebilecektir[21].

Elektrik iletken iplikler;

- Güç (akım) iletiminde,
- Sensörler, vericiler ve mikro-kontrolörler arasındaki iletimlerde.
- Isıtma ve elektromanyetik koruma gibi geleneksel uygulamalarda kullanılmaktadır.

Çeşitli yöntemler kullanılarak yüksek iletim özelliğine sahip değişik formlarda iplikler üretilmektedir. Bakır, paslanmaz çelik gibi metaller, nitinol gibi alaşımlar, kaplanmış metaller, karbon lifleri ve polimerler kullanılmaktadır. Yalıtkan polimerler ise kaplama veya katkı materyalleri ile iletken hale dönüştürülebilmektedir.

Belirli bir fonksiyonun yerine getirilmesi için uygun özellikte iletken iplik seçiminde değişik kriterler rol oynamaktadır. Bu kriterler öncelikle ürün tipi ve üretim tekniklerini esas alır. Maliyet, iletkenlik, kimyasal dayanım (neme karşı veya yıkanmaya karşı) mekanik özellikler ve temas kabiliyet (termal direnç) gibi özellikler iletken iplik seçimindeki temel faktörler olarak karşımıza çıkar.

İpliklerin elektrik direnci Q/m birimi ile tanımlanmaktadır. Uzunluk ile çap direnci belirleyen birimlerdir. Bu durum iplik açısından ipliğin elektriksel direncini belirleyen temel parametre uzunluktur[21].

Metalik şeritler ve bantlar, iletkenlik özellikleri açısından tekstil malzemeleri ne uygulanan en yaygın materyallerdir. Kumaş yapısı içerisinde kullanılsalar da esnekliklerinin sınırlı olması, tekstil yapılarının ağırlıklarını arttırıcı etki yapmaları ve kırılma yapıları gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır.

Tekstil polimerlerinin yalıtkan karakteristikleri sebebiyle iletkenlik özelliğine ancak polimer yapının modifikasyonu ve/veya iletken materyal ilavesi ile ulaşılabilmektedir. Kumaş yapısının modifikasyonu ise iki şekilde yapılabilmektedir. Anti statik maddelerin emdirilmesi ve iletken maddelerle kaplama yapılması. Buna ilave olarak elektrik iletken lifler ayrıca ıslak çekim, eriyikten çekim metodlarıyla veya metal-karbon tozları, karbon tozları gibi iletken materyallerle ya da doğrudan iletken polimerlerle üretilmektedir. Polianilin, poliamid-11, polivinil alkol gibi polimerler iletken tekstil liflerinin üretiminde yaygın olarak

kullanılabilmektedir. Ancak bu tür liflerin esnekliğinin sınırlı olması uygulama alanlarını azaltmaktadır Polimer modifikasyon işlemleri; elektro-iletken bileşiklerin tozuyla doldurma, vakumla metal serme, galvanik kaplama ve kimyasal kaplama gibi yöntemlerle gerçekleştirilmektedir[21].

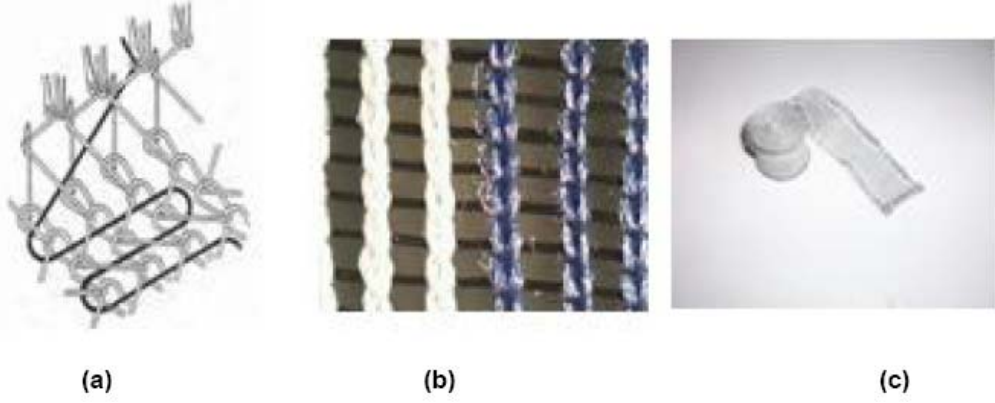
Üretim prosesleri içinde çeşitli kaplama teknikleri basit üretim aşamaları ve kullanım kolaylığı sebebiyle öne çıkmaktadır. Üretilen tekstil malzemeleri sadece elektriksel özellikler kazanmakla kalmayıp aynı zamanda mukavemet, esneklik gibi fiziksel özelliklerini de muhafaza etmektedir.

II.4.2.1 Çelik Tel İle Isıtıcı Kumaş Panelleri

Konu ile ilgili yapılan önceki çalışmalarda dokuma tekniği ile üretilmiş ısıtıcı kumaş panellerinin direnç değerlerinin aynı boyutlarda üretilmiş örme kumaş panellere oranla yapısal özellikler sebebiyle daha düşük olduğu belirtilmektedir. Bu sebeple ısıtıcı kumaş paneli biçimindeki uygulamalar açısından daha uygun olarak tanımlanmaktadır[21].

Bu çalışmada kullanılan ısıtıcı kumaş panelleri iki tip iletken ipliğin kumaş yapısı içerisine yerleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Ancak elektriksel özelliklerin değerlendirilmesi sonucunda uygun olan iletken ipliğin ısıtıcı kumaş paneli oluşumunda kullanılmasına karar verilmiştir. Isıtıcı kumaş panelleri sanayi tipi dar enli çözümlü örme makinalarında üretilmiştir. İletken iplikler dokuma kumaş yapısı benzeri paralel formdaki atkı iplikleri şeklinde "sıraları" oluştururken bu iplikleri taşıyan poliester iplikler "çubukları" oluşturmuştur. Şekil II.37,'de görüldüğü gibi iletken iplikler, kumaş yapısı içine paralel bir formda yerleştirilmiştir. Isıtıcı kumaş panelinin bir noktasından giren ipliğin yatırım işlemini tamamladıktan sonra diğer noktadan çıkmasına ve herhangi bir kesintiye uğramasına özen gösterilmiştir Klasik bir ısıtıcı (rezistans) sistemde geleneksel kablolar da benzeri bir yapıya sahip olmaktadır. Bu tip bir yapı elektrik akımı uygulanması için en doğru

seçimdir[21].



Şekil II.37 a)Isıtıcı Kumaş Panellerinin Genel Üretim Tekniği b)Kumaş Yapısı İçindeki İletken İpliklerin Paralel Yerleşimi c)Dar Enli Isıtıcı Kumaş Bandı[21]

Isıtıcı kumaş panelleri için 10 cm uzunluğundaki dar enli kumaş şeritleri birim kat uzunluğu olarak belirlenmiştir. Değişik kat sayısına sahip kumaş panellerinin ısınma davranışlarının karşılaştırılabilmesi amacıyla 1-2-3 ve 4 katlı kumaş panelleri oluşturulmuştur. Belirli bir kat sayısına sahip 3 adet ısıtıcı kumaş paneli elektronik devreye bağlanmış ve 12 V.luk bir güç kaynağından elektrik akımı uygulanmıştır. Elde edilen sıcaklık değerleri ve devrenin elektriksel özellikleri açısından paneller karşılaştırılmıştır

II.4.2.3 paslanmaz Çelik İplikler

Çelik lifler, geleneksel liflerin esnekliğini; çeliğin iletkenlik, direnç ve yüksek sıcaklık gibi metalik özellikleri ile bir araya getirmektedir. Metalik lifler demet çekim yöntemi ile elde edilmektedir. Mekanik özellikler sebebiyle ASIS 316L alaşımı bu lifler açısından en bilinen alaşımdır.

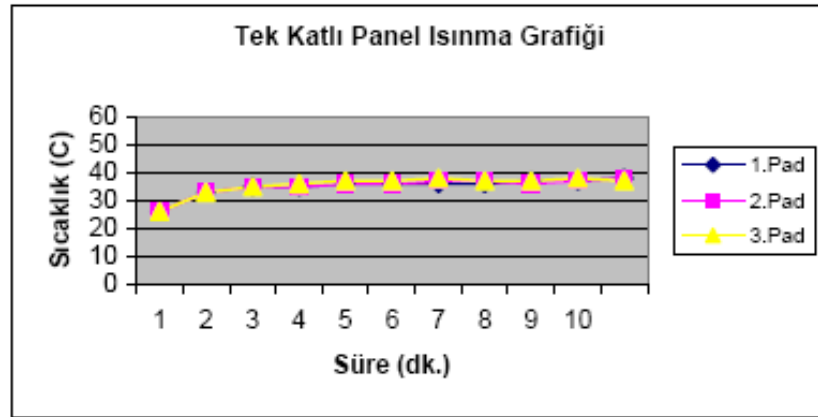
Bu çalışmada ısıtma fonksiyonunun elde edilebilmesi amacıyla paslanmaz çelik filament iplikler kullanılmıştır. Bu iplikler çok net elektriksel direnç değerlerine sahiptir. Çelik ipliklerin bazı fiziksel özellikleri Tablo II.15,'de verilmiştir.

Tablo II.14 Isıtıcı kumaş panellerinde kullanılan paslanmaz çelik liflerin bazı fiziksel özellikleri verilmiştir.

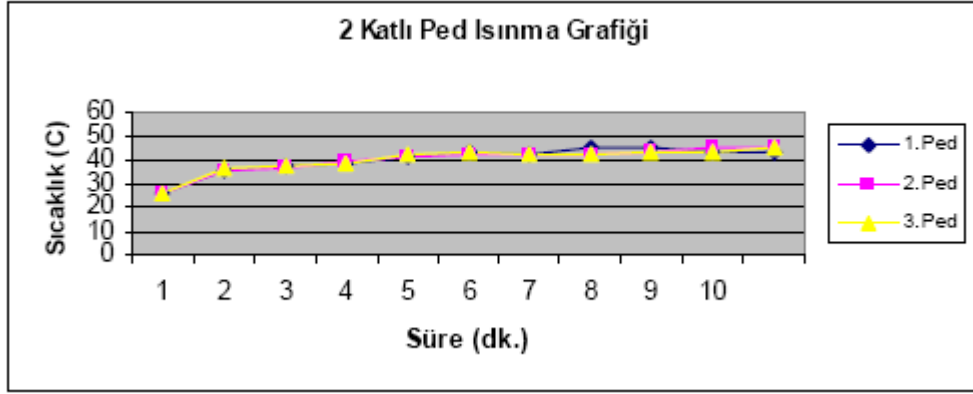
Tablo II.15 Isıtıcı Kumaş Panellerinde Kullanılan Paslanmaz Çelik Liflerin Bazı Fiziksel Özellikleri

Ortalama lineer direnç	71(Ω /m)
Lineer direnç değişimi	\pm %14
İplik numarası	110 tex
Ortalama kopma mukavemeti	23 N

şekil II.38, 39, 40 ve 41 çelik iplik içeren ısıtıcı kumaş panellerinin ısınma davranışlarını göstermektedir. şekil II.38’de görüldüğü gibi tek katlı ısıtıcı kumaş paneli 10 dk.lık alışma süresi sonucunda yaklaşık 15°C’lik bir sıcaklık artışı göstermiştir. Öte yandan aynı çalışma süresi sonunda 2 katlı ısıtıcı kumaş panelleri ise yaklaşık 25°C bir ısınma değerine sahip olmuştur.

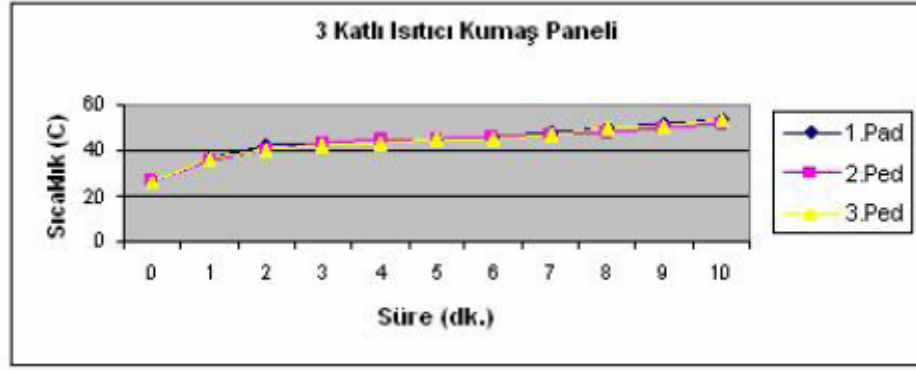


şekil II.38 Tek Katlı Panel Isınma Grafiği[21]



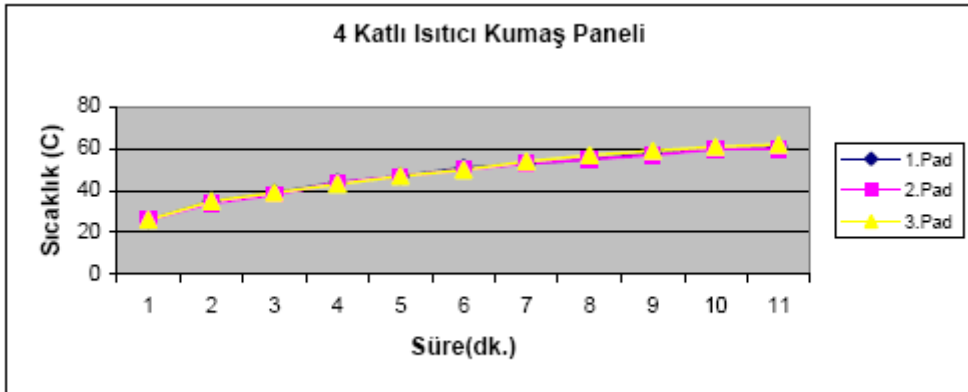
Şekil II.39 2 Kat Ped Isınma Grafiği[21]

Şekil II.40 'da gösterildiği gibi 3 katlı ısıtıcı kumaş panelleri yaklaşık 10. dk'lık bir süre içerisinde 30°C'lik bir sıcaklık artışı sergilemiştir.



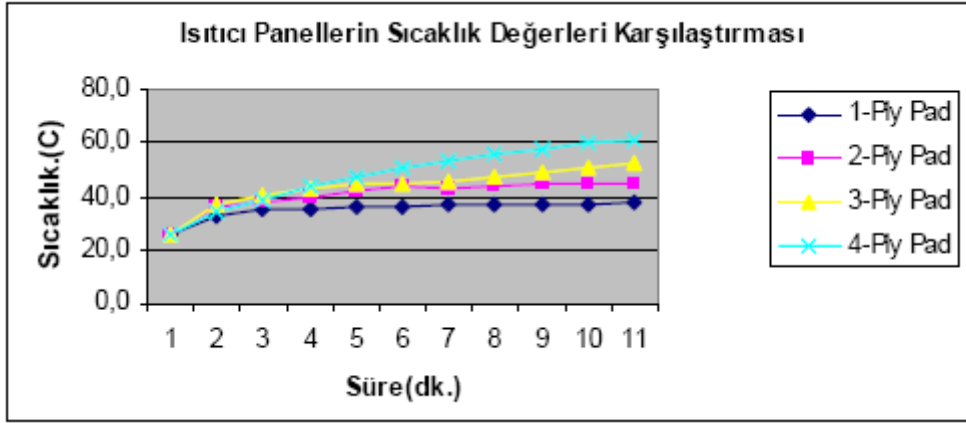
Şekil II.40 3 Katlı Isıtıcı Kumaş Paneli Isınma Grafiği[21]

Şekil II.41'da görüldüğü gibi 4 katlı ısıtıcı kumaş panelleri ise aynı sürede yaklaşık 40°C'lik bir ısınma davranışı göstermiştir.



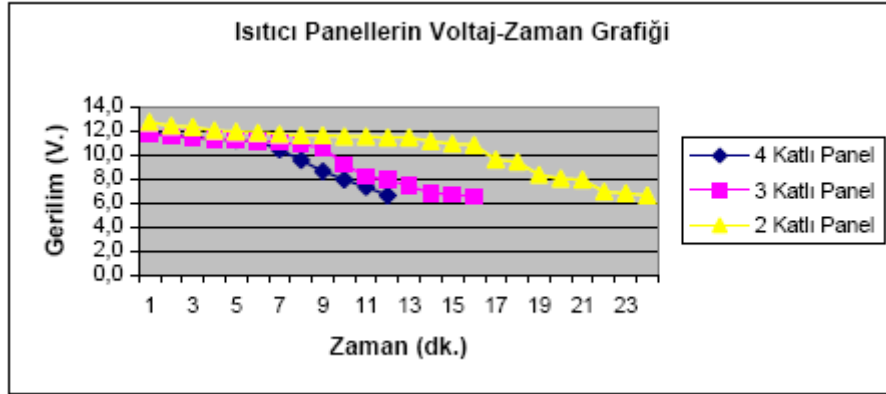
Şekil II.41 4 Katlı Isıtıcı Kumaş Paneli Isınma Grafiği[21]

Farklı kat sayılarına sahip olan ısıtıcı kumaş panelleri karşılaştırıldığında, 4 katlı paneller maksimum sıcaklık değerine (yaklaşık 60°C) ulaşmışlardır. Beklendiği gibi ısıtıcı panellerin ulaştığı en yüksek sıcaklık değerleri sırasıyla 4 katlı, 3 katlı, 2 katlı ve tek katlı yapılardan elde edilmiştir, şeklinde sıralanabilir.



Şekil II.42 Isıtıcı Kumaş Panellerinin Karşılaştırmalı Sıcaklık Eğrileri[21]

Elektrik akımı, 12 V kapasitesindeki pil blokları kullanılarak sağlanmıştır. Sonuç olarak tüm devre, bu gerilim seviyesinden başlayarak aktif hale getirilmiştir. Ancak direnç gibi bazı elektriksel karakteristikler sebebiyle ısınma performansları aynı güç kaynağını kullanarak farklı sürelerde gerçekleşmiştir. (Şekil II.43)



Şekil II.43 Isıtıcı Kumaş Panellerinin Karşılaştırmalı Gerilim-Zaman Grafiği[21]

İletken lifler günümüzde interaktif elektro-tekstil uygulamalarındaki kullanım potansiyelleri sebebiyle büyük ilgi görmektedir. Bu doğrultuda birçok farklı fonksiyonun yerine getirilmesi amacıyla çok değişik metalik esaslı iplikler kullanılmaktadır.

Isıtıcı kumaş panelleri 1, 2, 3 ve 4 kat gibi farklı kat sayılarından oluşmuştur. Her bir kat aynı miktarda iplik taşımaktadır. Farklı direnç özelliklerine sahip olmaları sebebiyle kumaş panellerinin ısınma davranışları da farklı olmuştur. Bu sebeple tekstil esaslı ısıtıcı yapı tasarımında iletken malzemelerin elektriksel özelliklerinin doğru incelenmesi, en uygun direnç değerine sahip malzemelerin seçilmesi gerekmektedir.

Ayrıca ısıtma fonksiyonunu yerine getiren elektronik devrede kullanılan akım miktarı ısıtıcı yapıların elektriksel özelliklerine bağlıdır. Dolayısıyla farklı kat sayısına sahip ısıtıcı panellerin ısınma süreleri de farklı olmaktadır. Isıtıcı kumaş yapılarının boyutları, kat sayıları ve panellerde kullanılacak iletken iplik miktarları ve devreye bağlanacak güç kaynağı incelenmeli ve hedeflenen ısınma miktarlarına göre her bir parametre için uygun değerler belirlenmelidir[21].

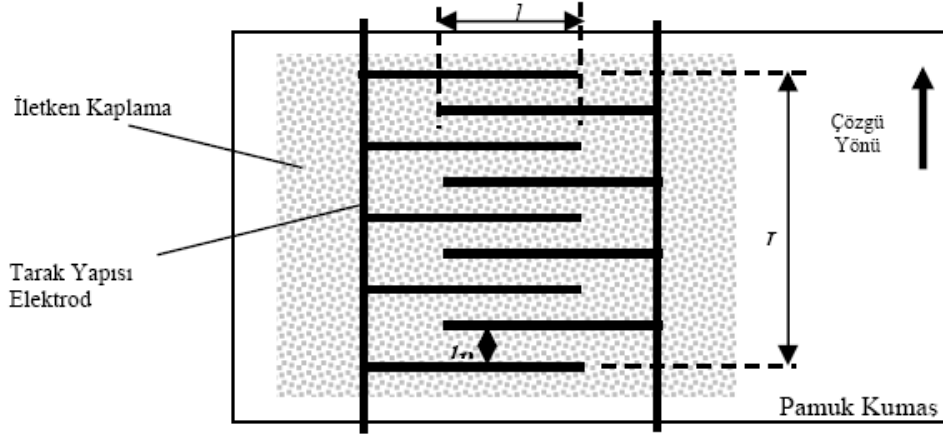
Elektronik ve tekstil malzemeleri ile ilgili araştırmaların ilk aşamalarında, malzemelerin zıt karakterleri sebebiyle bu uygulamaların pratik olmayacağı düşünülmüştür. Bilimsel araştırmalarda elde edilen başarılı sonuçlarla elektronik malzemelerin ile tekstil ürünlerinin entegrasyonu büyük avantajlar sağlamıştır. Özellikleri birbirinden çok farklı olan tekstil ve elektronik yapıların bir arada kullanılması sonucu ortaya çıkan interaktif tekstil malzemelerinin ilk uygulamaları askeri-güvenlik alanında ve yan ürünlerde görülmüştür. Bu tür bir kullanıma örnek olabilecek nitelikteki "sıcaklık kontrollü giysi tasarımında bir yandan kullanıcının temel gereksinimlerini karşılayabilecek bir giysi tasarımı gerçekleştirilirken diğer yandan da hedeflenen fonksiyonların yerine getirilmesi amacıyla en uygun elektronik altyapının hazırlanması gerekmektedir. Taşınabilir bir yapının tasarlanması sebebiyle kullanım anındaki dayanıklılığı, kullanım süresinin yeterli olması, taşınabilir güç kaynağı seçiminin uygun yapılması gibi konular öne çıkmaktadır[21].

Isıtma fonksiyonuna sahip akıllı giysi tasarımında, sistemin devreye gireceği alt ve üst sıcaklık değerlerinin kullanıcı tarafından belirlendiği bir kontrol devresinin tasarımı üzerine çalışmalar sürmektedir. Bu tür bir sistem yakın bir gelecekte ısıtma fonksiyonuna sahip bir interaktif bir giyside kullanılabilir[21].

II.4.3. Siyah Karbon İletken Polimer Kompozit Bazlı Tekstil Isıtma Elemanları

Metalik ipliklerden oluşan elektrotlar dokunarak veya tarak şeklinde kumaşa doğrudan yerleştirilerek düz bir tekstil yüzeyi oluştururlar. Bu elektrotlar bir güç kaynağına bağlıdır. Her noktada eş bir ısı dağılımı sağlamak için kumaş yüzeyine ve elektrot düzeneğine ince bir iletken kaplama yapılır. Kaplama sentetik kauçuk ve iletken siyah karbon nano parçalardan oluşan iletken polimer kompozit esastır. Böylece, elektrot yapı ve kaplama tabakası alanı seçilerek ısıtma elemanı istenilen şekilde tasarlanabilir. Üstelik uygulamaya bağlı olarak seçilen bölgelere tüm montaj yerleştirilebilir. Isıtıcı elemanın elektrik direnci ölçülebilir. Paslanmaz çelik iki iplikten, atkı yönüne paralel olan paslanmaz çelik iplik kumaşı ısıtmak için gerekli gücü sağlamak için ve çözgü yönüne paralel paslanmaz çelik ipliklerle tarak yapısı oluşturur. Bu tarak yapısı paralel bir direnç oluşturmak için yapılır(direnç düşürür). Elemanın birçok sayıda paralel rezistanstan oluşacağını dikkate alınca, tarak dişleri arasındaki mesafe sabit olmalıdır[22].

Sırasıyla çözgü ve atkı sıklıkları 27 iplik/cm ve 10 iplik/cm pamuk ipliğinden yapılmış düz bir kumaş seçilmiştir. Elektrotlar için paslanmaz çelik, her bir katı 275 filamentten oluşan iki katlı iplik (creafibres, Fransa) kullanılmıştır. Ortalama iplik numarası 14 ohm/m dirençle 500 tex 'tir. Paralel 2 çelik iplik arasındaki mesafe 7 cm civarında iken, tarak dişleri arasındaki mesafe 0,7 cm dir. Şekil II.44'de dokuma işlemi sırasında çelik iplikler gösterilmektedir.



Şekil II.44 Isıtma Elemanı Şekli[22]

İletken siyah karbon kaplama kompozit aşağıdaki içerikte hazırlanmıştır

- Sentetik lateks çözelti, Kraton IR-401(Kraton Polimer), poliizoprenin anyonik dispersiyonu
- Disperse etme maddesi, Disperbyk-2010(from SPCI)
- Siyah karbon (CB) parçaları, Printex L6(degussa)

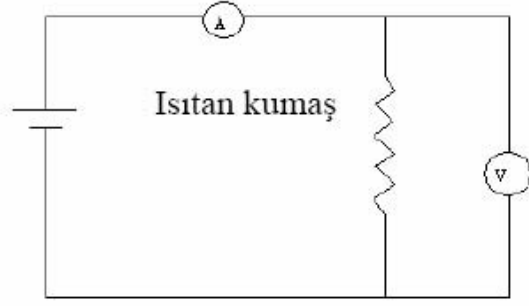
Hazırlama işlemi şöyledir: Dispersiyon maddesi suya koyulur ve CB parçaları karışıma yavaş yavaş eklenir. Bir macun elde edilir ve dinlenmeye bırakılır. Kırpma neden olmamak için yavaşça karıştırılmaya devam edilirken son olarak polimer ilave edilir. Bu kaplama magnetik bir tabla ve raspa yardımıyla kumaş üzerine uygulanır. Sürülecek malzeme miktarı, kaplama çözeltisinde bulunan su miktarına bağlı çözelti viskozitesine bağlıdır. Viskozite farklı ise, aynı miktar kaplama malzemesi kumaş üzerine sürülse bile, kaplama malzemesi emilimi farklı olacağından kompozitin son miktarı farklı olacaktır. Oda sıcaklığında kuruduktan sonra, akivatör direnci ommetre ile ölçülür, 12 ohm a eşit olduğu

bulunur. İletken kaplama yapılmadan önce ve sonra elektrotlu kumaş şekil II.45’ de gösterilmiştir. Kaplanmış yüzey son olarak 5cm x 7cm’dir [22].

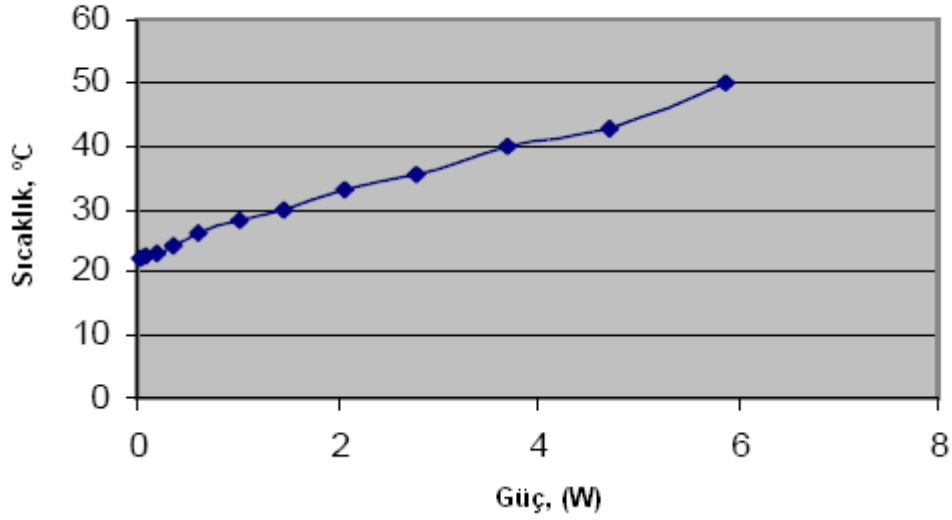


Şekil II.45 Isıtma Elamanı Buluna Kumaşın Kaplama Öncesi ve Sonrası

Elemanın ısıtma ve elektrik özellikleri çalışılmıştır. 3cm x 3cm çeşitli siyah karbon içerikleri ile kaplanmış örneklerin elektrik dirençleri ölçülmüştür. CB yükleme seviyesine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği bulunmuştur: daha fazla CB daha fazla direnç. Optimum CB yükleme ağırlığın %35~45 i kadardır. %37,5 kaplama ısıtma özelliği çalışmasında kullanıldı. Kaplanan kumaş Şekil II.46’ya göre, ampermetre ve güç kaynağına bağlanmıştır. Aynı voltaj uygulanırken bile örnek sıcaklığının zaman bağlı olarak değişebileceği önemlidir. Bu nedenle, tüm örneklerin sıcaklıkları belli bir voltaj değerinde 60-80 dakika arasında ölçülmüştür. Örneğin yüzey sıcaklığı her 5 dakikada bir kaydedilmiştir. Sıcaklık elamanın her yerinde aynı değildir. En yüksek sıcaklık örneğin ortasında ölçülmüştür. Ancak varyasyon önemli değildir. Sonuçlar Şekil II.47’de grafiksel olarak gösterilmiştir. Ölçüm 22°C oda sıcaklığında yapılmıştır.



Şekil II.46 Kumaş Isıtma Elemanı İle Güç Devresi Ve Isıtma Sensörü



Şekil II.47 Güç Kaynağının Fonksiyonu Olarak Isıtan Kumaşın Sıcaklığı

En yüksek 6W güç kaynağı için başlangıç 22°C sıcaklığın 30°C civarına çıkması önemlidir. Isıtma prosesi oldukça hızlıdır. En yüksek sıcaklığa ulaşma süresi 10 dakikadır. Isıtma verim artışı %35 ten fazla siyah karbon içeriği gerektirir. Tüm kaplanan yüzey üzerinde sıcaklığın homojen olmadığı görülmüştür. Örneklerde sıcaklık ortada kenarlara göre yüksektir. Bu durum belki elektrot tasarımları değiştirilerek geliştirilebilir. Üstelik sıcaklık kaplanan alanla sınırlıdır. Başka bir akıllı tasarım kullanımı ile kumaşın diğer bölgelerinde fazla ısı dağılımı ile

sonuçlanabilir. Bu nedenle diğer çalışmalar daha esnek nihai yapılar elde etmek üzere yapılabilir. Bir sonraki çalışmamız Örne yapılar üzerine olacaktır. Çelik iplikler örme yapının içine yerleştirilecek ve doğası itibarıyla dokuma yapılara göre daha deforme olacaklardır[22] .

Araba içleri için tasarlanmış akıllı tekstil yapılarının entegrasyonlarını ve gelişmelerini göstermek amacıyla farklı sensörler ve aktivatörler gösterilmiştir. İletken kompozit esaslı sensör, kumaş uzaması, yolcunun varlığı veya emniyet kemerinin ömrünün değerlendirilmesi için kullanılır. Aynı zamanda Mr. Jamaraman patentinde gösterildiği gibi hava yastıklarının açılma durumunun kontrolünde kullanılır. Diğer yandan ısıtan kumaşlar araba koltukları ve kışlık giysiler için uygundur. Bizim çözümümüzün avantajı maliyetinin düşük olması uzun süre güvenle kullanılabilmesidir. Diğer bir avantajı aynı aktivatörün ısı kontrolü ve düzenlemesinde sensör olarak kullanılabilmesidir.

II.4.4 Isıtma Fonksiyonlu Akıllı Giysiler

Vücut fonksiyonlarının belirli ısı aralıklarında en verimli düzeyde olması nedeniyle ısı düzenlemesi oldukça önemlidir. Çevresel ortam şartlarının yarattığı etki, ortaya koyulan performansı olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Performans üzerindeki bu etki de sürekli olarak dış ortamda görev yapan polis, asker, güvenlik görevlisi gibi bireylerin çalışmalarında hayati etki yapabilmektedir.

Sıcağa karşı olduğu gibi, soğuk ortam şartlarında da insan organizmasının korunması, ileri teknoloji uygulamaları için bir çalışma alanı oluşturmuştur. Isı yalıtımı sağlayan giysi kavramından bahsedilen yerlerde genel olarak birden fazla tekstil materyalinin katmanlar halinde bir araya getirilmesi algılanmış ve bu şekilde vücut ile dış ortam arasında tampon bir bölge oluşturularak uygun bir sıcaklık farkının elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu tür bir çözüm pasif yapı olarak adlandırılabilir. Bu tür yapılar alternatif olarak geliştirilebilecek diğer bir düşünce de aktif korunma sağlayan giysi konstrüksiyonlarının sağlanmasıdır. Bu tür aktif ve akıllı giysilerin bir örneği de metabolizma veya iklim şartlarındaki değişimlere cevap verebilecek şekilde dizayn edilen ısıtılabilir giysilerdir[20].

Isıtma fonksiyonuna sahip akıllı giysilerde kıyafet içerisine yerleştirilen ısıtma kaynağı ısıtıcı yapılar yardımıyla yeterli termal ortam oluşturularak kullanıcının dış ortamdaki etkilenmemesi hedeflenmektedir. Şekil II.48’de Finlandiya Tampere Teknoloji Üniversitesi tarafından geliştirilen elektrikli ısıtma özelliğine sahip bir giysi prototipinin genel görüntüsü verilmektedir [20].

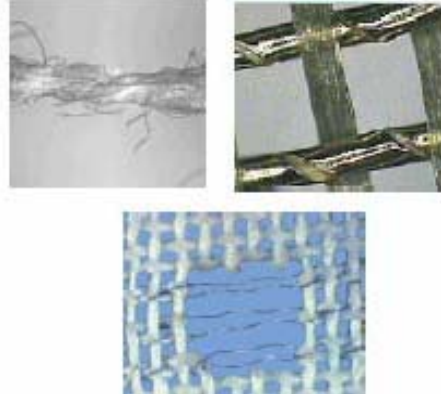


Şekil II.48. Isıtıcı Bir Giysi Prototipi [20]

Isıtma fonksiyoneli ile ilgili yapılan çalışmalarda metalik yapılar rezistans sistemleri, grafit malzemeler, iletken kauçuk, su ısıtmalı sistemler, ısıtma araçları olarak kullanılmıştır. Ancak bu tür ısıtıcılar, bazı sınırlamaları da beraberinde getirmiştir. Giysinin hacminin ağırlığının artması, sistemin rijitliği, vücutta oluşan terin uzaklaştırılma zorunluluğu ve sistemin vücuda zarar verme ihtimali gibi problemler mevcuttur. Yeni tip iletken lifler, tekstil ürünlerindeki statik yükü azalttığı gibi ısıtıcı tekstil materyallerinin konstrüksiyonlarında da kullanılmaktadır.

Bu alanda üretilen ürünler incelendiğinde iletken tellerin-liflerin iplik üzerine yerleşiminin gevşek yapılı veya iplik üzerine büküm verilerek kullanıldığı görülür.

Şekil II.49’da iletken tellerin iplik ve kumaş yapıları içerisine yerleştirilme biçimleri verilmiştir [20].



Şekil II.49 İletken Liflerin Tekstil Yapılarında Kullanım Şekilleri

İletken tellerin veya liflerin iplik üzerine yerleşiminin ilk tipi olan gevşek yapı biçimi, genellikle dokusuz yüzey (non-woven) ürünlerde kullanılırken, iplik üzerine büküm verilerek hazırlanan ikinci yapı ise dokuma ve örme kumaşlarda uygulanmaktadır [20].

II.4.5. Isı Depolayan Ve Isı Dengeleyen Tekstil Malzemeleri

Geleneksel ısı izolasyon materyalleri, örneğin pamuk, keten, ipek, yün ve poliester, poliamid ve poliakrilik, vb. Liflerden oluşan kumaşlar, kumaşta bulunan hava keseciklerinin sayısı ile belirlenen ısı kaybına belirli bir dereceye kadar direnç gösterebilmektedir. 1980'lerin sonundan beri üretilen güneş ışını seçen ve absorbe edebilen tekstiller, güneş ışınlarındaki yakın infrared ışınlarını absorblayabilmekte ve ısıya dönüştürerek giysinin iç sıcaklığını arttırabilmektedir.

1980'lerin sonunda üretilmeye başlanan uzak-infrared tekstiller vücuttaki uzak infrared ışınlarını absorblayabilmekte ve ısıya dönüştürebilmektedir. 1990'ların başında endüstrileşmiş olan, ultraviyole absorblayan ve serinlik hissi veren kumaşlar, ultraviyole ışınlarını absorbe ederek ve güneşten gelen yakın infrared ışınlarına yansıtarak giysinin iç sıcaklığını düşürmektedir. Bütün bu yeni fonksiyonelli tekstiller, tek yönlü sıcak ayarlı ısı izolasyonlu materyallerdir [19].

II.4.6. Diğer Isıtıcı Akıllı Giysi Örnekleri

Doğal veya sentetik hammaddelerden yapılan herhangi bir tekstil ürünü yani giysi, elektronik yapıları üzerinde bulunduran bir taşıyıcı işlevini görmektedir. Şu ana dek gerek prototip aşamasında olan gerek de ticari olarak piyasaya sürülmüş ürünler şu şekilde sıralanabilmektedir[20].

1)Isıtmalı yelek; -25 0C'nin altındaki sıcaklıklarda dahi çalışma kapasitesine sahiptir. Kesintisiz 6–8 saat görev yapabilir. Karbon liflerinin kullanıldığı, şarj edilebilen piller yardımıyla çalışan bir ısıtma sistemi mevcuttur.

2)Isıtıcı paneller; Active Sports Fashion Design Consultancy firması tarafından geliştirilmiştir. Isıtma fonksiyonunun sağlanabilmesi amacıyla bir giysi yapısıiçerisine çeşitli bölgelere monte edilmektedir.

3)Isıtmalı çorapları; Cabela firması tarafından geliştirilmiştir. Bir pil tarafından sağlanan enerji ile çorabın ısıtılması sağlanmaktadır. Askeri güvenlik alanları ile doğa sporlarında kullanımı hedeflenmektedir.

4)Met5 ceket; North Face firması tarafından geliştirilmiştir. Su geçirmez bir dış yüzey içerisine yerleştirilen ısıtıcı yapı bulunmaktadır. Güç kaynağı olarak şarj edilebilen lityum-iyon piller kullanılmaktadır.

5)Isıtmalı ceket; Dış ortamda görev yapan kişiler için geliştirilmiştir. Tek bir şarj ile 5-6 saat ısıtma yapılabilir. Demonte edilebilen kollar ile yelek biçimine dönüştürülebilir. Bir kaç dakika içerisinde 30 0C sıcaklığa çıkabilecek özelliktedir.

6)Isıtmalı eldiven; Bilek kısmına yerleştirilen pil, güç kaynağı olarak kullanılmaktadır. Motosiklet kullananlar ile dağlık bölgelerde görev yapanların kullanması hedeflenmiştir. Eldivenin alt ve üst yüzeyine yerleştirilen ısıtıcı yapılar sıcaklık artışını sağlamaktadır [20].

BÖLÜM III

TEZ ÇALIŞMALARI

III.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada, krom nikel filament takviyeli çekirdek iplik üretmek üzere Yün, Polyester ve Pamuk bandları kullanılmıştır. İplik üretiminde dref 2000 makinesi kullanılmıştır. İplik üretiminde çekirdek malzeme olarak 0.20 ve 0.25 mm çaplarında krom nikel filament teller kullanılmıştır. Deneylerde kullanılmak üzere 6 farklı çekirdek iplik üretilmiştir. İpliklerin ısıl özellikleri incelenerek en uygun olan polyester takviyeli çekirdek iplikten kumaşlar dokunması kararlaştırılmıştır.

Elde edilen ipliklerden el dokuma tezgâhında 50cm x 50cm ebatlarında kumaşlar dokunmuştur. Kumaş üretimi sırasıyla 4 atkıda bir, 8 atkıda bir ve 12 atkıda bir çekirdek iplik olacak şekilde yapılmıştır. Dokuma işlemi sonrası ipliklerin uçları paralel bağlı devre olacak şekilde birleştirilmiştir. Sonra kumaşlara elektrik enerjisi verilerek ısıtma değerleri ölçülmüştür.

Üretilen ipliklerin ve dokunan kumaşların, fiziksel ve termal özellikleri, fiziksel testler laboratuvarında standart atmosfer şartlarında (% 65 ± 2 nispi nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta) incelenmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir.

III.2. DENEYLERDE KULLANILAN MALZEMELER

Lifler

Bu çalışmada 2 denye lif içeren Polyester 16 ktex band, 21 mikron yün lifi içeren 28 ktex band ve 4.5 mikroner 24ktex pamuk bandları kullanılmıştır.

Krom Nikel Filament

Bu çalışmada 0.20 mm ve 0.25 mm çapa sahip krom nikel teller kullanılmıştır. bu tellerin özellikleri de aşağıda verilmiştir.

0.25 mm çaplı krom nikel tel için,

Kesit (mm²): 0,04910

Yüzey (cm²/m): 7,854

20 °C de ohm/m: 21,1870

g/m: 0,3877

0.20 mm çaplı krom nikel tel için,

Kesit (mm²): 0,03140

Yüzey (cm²/m): 6,283

20 °C de ohm/m: 33,1040

g/m: 0,2482

İplik Üretiminde Kullanılan Makine

Dref iplik makinesi: Fehrer AG 2003 Linz/Austria

Makine devri: 4400 dev/min

İplik no:2.85 Nm

İplik büküm: 4400T/M

Parçalayıcı brizör hızı: 5600 m/min

Beslenen şerit kalınlığı:40.0 ktex

III.3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Aşağıda, metal takviyeli çekirdek bükümlü iplik üretmek üzere dref iplik makinesi üzerinde yapılan değişiklikler, bu ipliklerin fiziksel özelliklerini araştırmak üzere yapılan testler ve bu ipliklerden dokunan kumaşların fiziksel ve termal özellikleri üzerine yapılan testler anlatılacaktır.

III.3.1. Krom Nikel Filament Takviyeli İpliğin Modifiye Edilmiş Dref 2000 Makinesinde Eğrilmesi

Bizde elimizdeki telleri şekildeki gibi gösterilen yerden (filament iplik bölümünden) besleme yapmak suretiyle elde ettiğimiz iplikler Şekil III.1 de gösterilmiştir.



Şekil III.1 Dref 2000 Makinesinde Çekirdek İplik Yöntemiyle Elde Edilen İplikler

III.3.2. İpliklere Uygulanan Testler ve Elde Edilen Sonuçlar

Bu çalışmada modifiye edilmiş dref iplik makinesinde üretilen krom-nikel tel takviyeli çekirdek ipliklerin,

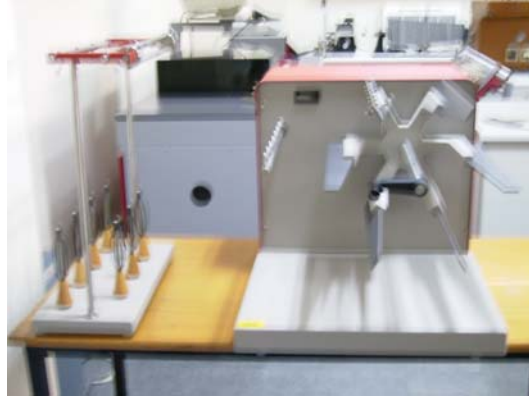
- a- İplikte incelik ve numara testi,
- b- İplikte büküm,
- c- İplikte düzgünlük testi,
- d- İplikte mukavemet ve uzama,
- e- ipliğe elektriğe bağlı ısı değerlerinin incelenmesi

Bu testlerden elde edilen değerler ve sonuçlar ile birlikte deney cihazlarının özellikleri de anlatılacaktır. Çalışmada yapılan iplik deneyleri; Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü, Fiziksel Testler Laboratuvarında standart atmosfer şartlarında (% 65 \pm 2 nispi nem ve 20 \pm 2 $^{\circ}$ C sıcaklıkta) yapılmıştır.

III.3.2.1. İplikte İncelik ve Numara

İpliklerde numara tayini yapılmadan önce standart atmosfer koşullarında 6-12 saat dinlendirilerek sabit nem dengesi sağlanır. Aslında sadece numara tayininde değil tüm testlerde numuneler sabit atmosfer koşullarında dinlendirilmeli, deneylerde elektronik aletler kullanılıyorsa onlar da deneyden önce açılmalı ve devrelerinin ısınması sağlanmalıdır [3].

Bu çalışmada, iplikte numara tayini için numara çıkışı (şekil III.2), ve hassas terazi (şekil III.3) kullanılmıştır. Numara tayini için numara çıkışında, 100 m iplik sarılarak ve daha sonra da hassas terazide tartılarak numara değeri Ne olarak hesaplanmıştır. İplik numara tesbitleri, TS 244'e gore yapılmış olup, test sayısı her bir numara için 30'dur [24]. Krom-nikel flamnet takviyeli çekirdek ipliğin üretiminde kullanılan krom-Nikel filament numarası0.20 mm 240 tex, 0.25 mm olan krom-nikel teli ise380 tex dir.Tabloda, lm sonucu planlanan numaralarda elde edilen krom-nikel flamnet takviyeli çekirdek ipliğin, S ve % CV değerleri verilmiştir (Tablo III.1).



şekil III.2 Numara ıkışı



Şekil III.3 Hassas Terazi

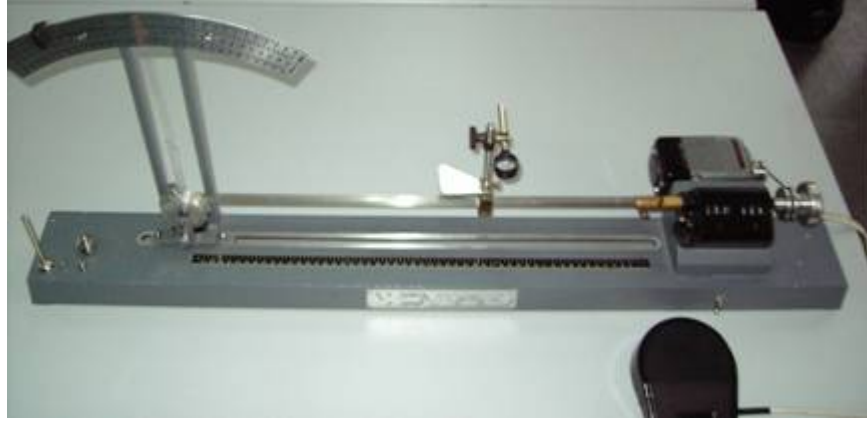
Tablo III.1 Krom-Nikel Filament Takviyeli İplilerle Krom-Nikel Tellerin numaraları

İplik Türü	Numara (tex)	S	% CV
0.20 mm Cr/Ni	241	0.007	3,06
0.25 mm Cr/Ni	380,3	0.025	0,690714
0.20 mm yün	1257	0,125	1,052457
0.20 mm pamuk	1153	1,112	10,14713
0.20mm polyester	1288	0,262	2,051626
0.25 mm yün	974,1	0,153	1,652103
0.25 mm polyester	819,5	0,064	0,826117
0.25 mm pamuk	1074	0,0752	0,852149
Çözümlü ipliği	2800	3,339993347	1,190304
Atkı ipliği	2500	3,40098025	1,358762

III.3.2.2. İplikte Büküm Testi

İplik büküm testleri TS 247'ye göre 30 tekrarlı olarak yapılmış olup, büküm tayininde büküm açma kapama yöntemi kullanılmıştır. Test uzunluğu 500 mm olarak alınmıştır [25]. Kullanılan büküm cihazı, *James H. Heal* marka motorlu büküm açma cihazıdır. Bu cihaz aşağıda şekilde gösterilmektedir (Şekil III.4). Büküm testi yapılırken kullanılacak gergi ağırlığı, ipliğin numarasına göre belirlenmiştir. Gergi ağırlığı hesabında iplik numarasının tex olarak değeri ile 0.25 katsayısının çarpımı ile elde edilen birim gf (gramkuvvet) değeri kadardır.

Kullanılan atkı ipliği önce tek kat iplik 2 ye katlanmış bu ikiye katlanan iplik tek kat gibi düşünülmüş ve 5 tanesi katlanarak büküm verilmiştir Elde edilen büküm değerlerinin ortalaması alınarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.



Şekil III.4 James H. And Heal İplik Büküm Cihazı

Tablo III.2 Atkı İpliğinin Büküm Değerleri

İplik Türü	Büküm Değeri	S	% CV
Atkı ipliği tek kat	387	4,65355	1,202779
Atkı ipliği 2 kat	244	8,372574276	3,43279
Atkı ipliği 5 kat	68	2,110819	2,985599

III.3.2.3.İplik Düzensüzlük Testi

İplikte düzensüzlük kontrolü için farklı metotlar kullanılmaktadır. Kapasitif düzensüzlük ölçme metodu en yaygın olarak kullanılan metottur. Bu çalışmada bu yöntem kullanılmıştır. Kalın bant formundan en ince iplik yapısına kadar bütün tekstil yapılarının düzensüzlüğünün ölçülmesi, bu yöntemle mümkün olmaktadır.

Kapasitif ölçüm metodu, kondansatörler arasında materyalin geçirilmesi ile

meydana gelen kapasite değişimlerinin analizinin yapılmasına dayanmaktadır. Kapasite değişimleri kondansatörler arasından geçen materyalin kütlesi ile doğru orantılıdır. En ufak kütle değişimi, derhal kapasite değişimi olarak algılanır. Burada kütle olarak bahsedilen liflerdir, yani sistem bir anlamda liflerde oluşan değişikliği algılamaktadır [30].

Kapasitif olarak ölçümde çeşitli firmaların ölçüm aletleri vardır. Bu çalışmada *Uster Tester I* ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler, DIN 53817 normuna göre cihaz ölçüm ünitesinde 35-50 tex'lik iplikler için 4 no'lu ölçüm aralığında ve 100 m/dakikalık periyotlarla yapılmıştır. Bu çalışmada, konvensiyonel tekstil ipliklerinden farklı olarak, çekirdek ipliklerin iletken özelliklerinden dolayı, bu ipliklerin düzgünsüzlük ölçüm değerleri okunamamıştır. Bu iplikler, kapasitif yöntemde elektriksel alandan geçirilirken elektriği üzerine alır ve herhangi bir düzgünsüzlük değeri vermezler.



Şekil III.5 Düzgünsüzlük Ölçümlerinde Kullanılan *Uster Tester I* Cihazı

Geleneksel ring iplik eğirme yöntemiyle üretilmiş olan %100 pamuk ipliğinin düzgünsüzlük ölçümü için de *Uster Tester I* ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler, DIN 53817 normuna göre cihaz ölçüm ünitesinde 37-45 tex'lik iplikler için 4 no'lu ölçüm aralığında ve 100 metre/dakikada 1 dakika yapılmıştır. Test sonuçlarına göre elde edilen düzgünsüzlük değeri tabloda gösterilmektedir.

Tablo III.3 Atkı İpliğinin Düzgünsüzlük Değeri

İplik numaraları	Düzgünsüzlük (%U)
Ne O,211(2800 tex)	2,25

III.3.2.4. İplikte Mukavemet ve Uzama Testi

İpliklerin mukavemet ve uzama testinde bilgisayar kontrollü *Instron 4411* model mukavemet cihazı kullanılmıştır [26]. Cihazın kalibrasyonu maksimum yük değeri olan 5 kg'lık güç çeviricisi takılarak yapılmıştır. Testler, TS 245 (ISO 2062)'e göre test uzunluğu 500 mm, test hızı 500 mm/dakika olarak seçilmiştir. Şekil III.6'da Instron marka cihaz görülmektedir. Her bir kops için ölçüm sayısı 30 olarak alınmıştır. Tabloda çelik özlü iplikler ve %100 pamuk iplikler için yapılan mukavemet ve uzama (%) deney sonuçları ortalama olarak görülmektedir. % uzama değeri, uzama değerinin test uzunluğuna bölümünün %'sidir.



Şekil III.6 Instron Marka 4411 Model Mukavemet Ölçüm Cihazı

Tablo III.4 Krom-Nikel Filament Takviyeli İplilerle Krom-Nikel Tellerin Uzama Değerleri

İplik Türü	Uzama %	S	%Cv
0.20 mm Cr/Ni	75,1	3,34829973	4,458455
0.25 mm Cr/Ni	155,3	5,677440738	3,655789
0.20 mm Yün	76,8	2,1499354	2,799395
0.20 mm PES	94,8	2,29975844	2,425906
0.20 mm Pamuk	99,3	4,05654478	4,085141
0.25 mm Yün	128,6	4,351245033	3,38355
0.25 mm PES	108	2,98142397	2,760578
0.25 mm Pamuk	146,5	2,013840996	1,374635
Atkı ipliği	162,7	4,19126075	2,576067
Çözümlü ipliği	179,8	4,779586221	2,658279

Tablo III.5 Krom-Nikel Filament Takviyeli İplilerle Krom-Nikel Tellerin Mukavemet Değerleri

İplik Türü	Mukavemet cN	S	%Cv
0.20 mm Cr/Ni	2,20	3,34829973	4,458455
0.25 mm Cr/Ni	3,55	5,677440738	3,655789
0.20 mm Yün	2,71	2,1499354	2,799395
0.20 mm PES	2,742	2,29975844	2,425906
0.20 mm Pamuk	2,2954	4,05654478	4,085141
0.25 mm Yün	4,0204	4,351245033	3,38355
0.25 mm PES	3,9724	2,98142397	2,760578
0.25 mm Pamuk	3,5794	2,013840996	1,374635
Atkı ipliği	8,404	4,19126075	2,576067
Çözümlü ipliği	5,0546	4,779586221	2,658279

III.3.3. Kumaş Üretimi ve Kumaşlara Yapılan Testler

Modifiye edilmiş dref 2000 iplik makinesinde 110 dev/dakika'lık makine hızıyla iki farklı tel etrafına 3 farklı tekstil elyafının sarılması ile elde edilen 6 farklı iplik üretilmiştir. Şekil III.7 deki gibi



Şekil III.7 Çalışmada Üretilen İplikler

Bu ipliklere yapılan deneyler sonucunda istenilen optimum noktaya PES' de erişildiği için PES' den elde edilen iplikten dokuma kumaş yapılmıştır.

Seçilen pes iplik kalınlığına yakın çözgü ve atkı ipliği ile Marmara üniversitesi, teknik eğitim fakültesi, tekstil bölümündeki dokuma atölyesinde çözgüsü alınarak Şekil III. 8 deki çözgü alma makinesinde özgüsü alınıp,



Şekil III.8 Dokuma İşlemi İçin Gerekli Olan Çözügünün Alındığı Makine

Yine dokuma atölyesinde bulunan dokuma makinesi ile Şekil III.9,10 Ve 11 deki gibi dokuma makinesinde dokuma işlemi yapılmıştır.



Şekil III.9 Dokuma İşleminin Yapıldığı Texy7 Marka El Dokuma Tezgâhı (Arka Görünüş)

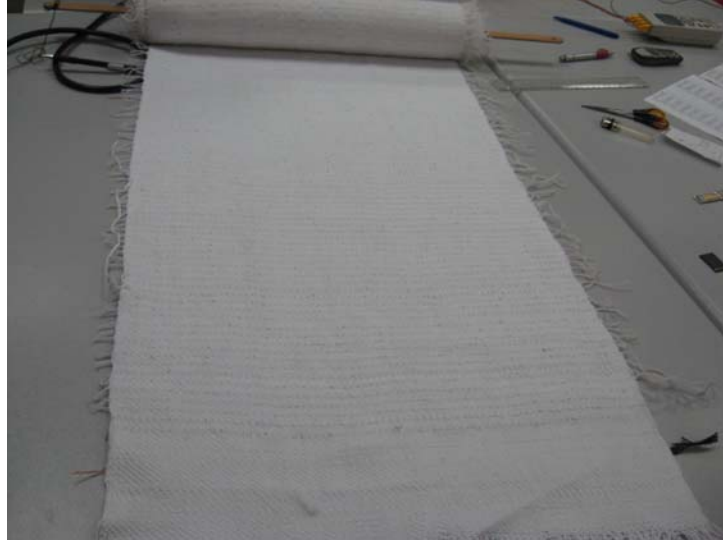


Şekil III.10 Dokuma İşleminin Yapıldığı Texy7 Marka El Dokuma Tezgâhı (Yan Görünüş)



Şekil III.11 Dokuma İşleminin Yapıldığı Texy7 Marka El Dokuma Tezgâhı (Ön Görünüş)

Kullanılan krom nikel filament takviyeli ipliklerin tekstil yüzeyine farklı aralıklarla atılması ile şekildeki(Şekil III.12) gibi bir tekstil yüzeyi elde edilmiştir.



Şekil III.12 Dokuma İşlemi Bittikten Sonra Makineden Çıkartılan Kumaş

Bu numunelerle ilgili fiziksel ve termal özellik için testler yapılmadan önce, 48 saat standart koşullarda ($\% 65 \pm 2$ nispi nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta) beklemeye alınmıştır.

III.3.3.1. Kumaşlarda Gramaj Tayini

Kumaşta gramaj tayinleri belli bir alanın veya belli bir uzunluğun ağırlığı yani birim alanın ağırlığıdır. Kumaşta en çok kullanılan kumaşın 1 metrekaresinin g cinsinden ağırlığıdır [3]. Bu çalışmada, gramaj ölçüm kesicileri kullanılarak, her bir numune kumaştan 100 cm^2 alana sahip olan kesici kullanılmış, bu parça hassas terazide tartılmış ve elde edilen değer 100 ile çarpılmak suretiyle kumaşın gramajı g/m^2 cinsinden belirlenmiştir. Ayrıca, kesim işleminin güvenilirliği açısından, numune kumaşın yapısını bozmayacak şekilde, gerilimsiz ve düzgün durmasına, kesim yapılan zeminin de düz olmasına dikkat edilmiştir.

Başka bir yöntemde de; kumaşta gramaj yine m/tül cinsinden de verilebilir. Bu da kumaşın eni ne olursa olsun kumaşın 1 m'sinin ağırlığı demektir.

Bu kesimin düzgün yapılabilmesi için geliştirilmiş gramaj ölçüm kesicileri şekilde görülmektedir (Şekil III.14). Numunelerden beşer tane

ölçüm yapıp ortalama değeri alınmıştır. Tabloda çelik tel takviyeli çekirdek ipliklerden elde edilmiş örme kumaşların kumaş gramaj değerleri (g/m^2) ortalama olarak verilmiştir. Bu çalışmada yapılan kumaş gramaj testleri için TS 251 standardı esas alınmıştır.



Şekil III.13 Çeşitli Ebatlarda Gramaj Ölçüm Kesicileri

Tablo III.6 Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliksiz Üretilmiş Kumaşın Gramajı

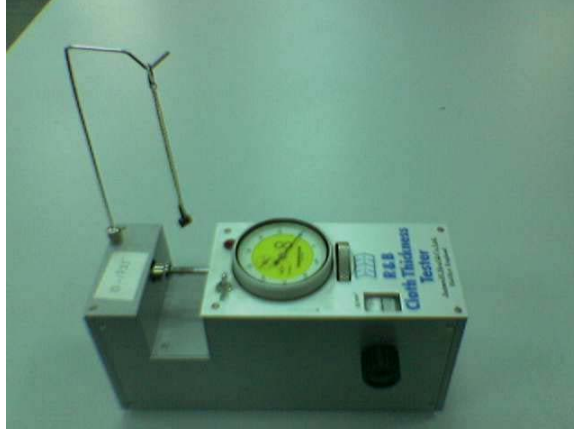
	Gramaj (g/m^2)
Kumaş	800

III.3.3.2. Kumaş Kalınlık Testi

Tekstil malzemenin kalınlığı, malzemeye 1 kPa veya daha az bir basınç uygulandığında, iki referans plaka arasındaki dik mesafedir. Numunenin kalınlığı, numunenin üzerine konulduğu referans plaka ile bu tekstil numunesinin üzerine belli bir basınç uygulayan dairesel baskı ayağı arasındaki mesafe olarak ölçülür [34].

Bu çalışmada, kumaş kalınlık ölçümü için *R&B Cloth Thickness Tester* cihazı kullanılmıştır (Şekil III.15). Kumaş kalınlık ölçümü yapılmadan önce cihaz kalibre

edilmiştir. Bu çalışmada, TS 7128 EN ISO 5084 standardındaki ölçüm değerleri kullanılmıştır. Bu standarda göre örme kumaşlar için uygulanacak basınç olan 1 kPa uygulanmıştır.



Şekil III.14 R&B Cloth Thickness Tester Kumaş Kalınlık Ölçüm Cihazı

Çalışmada, teste tabi tutulacak her bir kumaş 50 cm × 50 cm boyutunda kesilip iki referans plaka arasına yerleştirilip belli bir zaman sonra biri sabit diğeri hareketli plakalar arasındaki dik mesafe ölçülüp kaydedilmiştir. Elde edilen değerler 0.01 hassasiyetle tespit edilmiştir. Kumaş kalınlık cihazının değerleri okunurken göstergenin içindeki küçük gösterge ilk değer, değer ondalık kısmı ise büyük ibreden okunan değer olarak alınmak suretiyle ortalama olarak alınan değerler Tablo III.7’de gösterilmektedir.

Tablo III.7 Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliksiz Üretilmiş Kumaşın Kalınlığı

	Kalınlık (mm)
Kumaş	1,72

III.3.3.3. Kumaşta Aşınma (Abrasion) Testi

Bu çalışmada, kumaş sürtünme direnci ve boncuklanma tespiti için en fazla kullanılan yöntemlerden biri olan *NU-Martindale* Aşınma ve Boncuklanma test cihazı kullanılmıştır (Şekil III.16).



Şekil III.15 NU-Martindale Aşınma ve Boncuklanma Test Cihazı

Bu cihazın aşındırma yöntemi, % 100 yün, bezayağı standart kumaşın test numunesine sürtünmesine dayanmakta olup, aşındırma şekli düzlemsel aşınmadır. Bu cihaz için kullanılan standartlar ASTM 4966, ISO 12947-1:1998 ISO 12947-2:1998'dir [17].

Standart koşullarda kondüsyonlanan çelik ve %100 pamuk ipliklerden üretilmiş her bir kumaş için 3 adet numune, çapı 38 mm olan numune kesici ile kesilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler cihazda üst tarafta bulunurken, alt tarafta, 139 mm çapındaki % 100 yün bezayağı standart kumaşı bulunmaktadır. Sürtünme sırasında üst taraftan numune kumaşa verilen ağırlık, örme kumaş için, standarda göre 12 kPa olarak seçilmiştir. İlk devir olarak 10000 seçilmiştir. Bu cihazda kumaş sürtünme dayanımı değerlendirmesi için; kumaş üzerinde küçük bir delik oluşuncaya kadar geçen tur sayısı esas alındı.

Pamuk ipliğinden örülmüş kumaşların sürtünme testi de aynı şekilde ve aynı ortamda kondüsyonlandıktan sonra sürtünme ve boncuklanma testleri yapılmıştır.

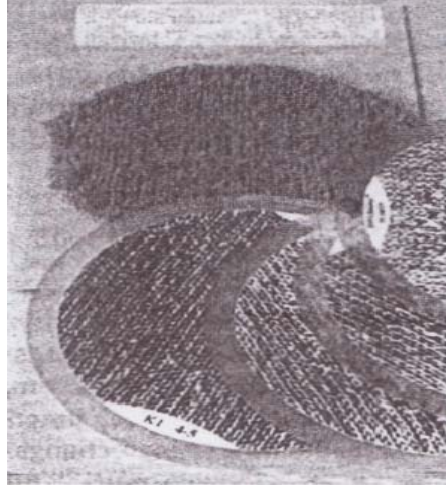
Yapılan deneyler sonucunda her bir numarada üretilmiş olan kumaşlardan elde edilen sonuçlar tabloda verilmiştir.

Tablo III.8 Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliksiz Üretilmiş Kumaşın Sürtünme Dayanımı Değerleri (tur sayısı)

Kumaş Türü	Tur sayısı
Krom-nikel Filament Takviyeli İpliksiz Kumaş	67883

III.3.3.4. Kumaş Boncuklanma (Pilling) Testi

Bu çalışmada, kumaş boncuklanma tespiti için *NU-Martindale* Aşınma ve Boncuklanma test cihazı kullanılmıştır (Şekil III.18). Standart koşullarda kondüsyonlanan çelik ve %100 pamuk ipliklerden üretilmiş her bir kumaş için 6 adet numune, numune kesici ile 139 mm çapında kesilerek hazırlanmıştır. Boncuklanma testi için kullanılan standart, TSE tarafından yayınlanmış TS 10 258 Tekstil-Kumaşlar-Boncuklanma Direnci ve Buna Bağlı Yüzey Dayanımlarının Tayini-Taklalı Serbest Düşme Metodu'dur. Ölçüm için makine devri 2000 olarak alınmış ve bu tur sayısında numuneler üzerindeki tüylenme ve boncuklanma *Empa* standartlarına göre hazırlanmış fotoğraflarla karşılaştırılarak yapılmıştır [35]. Değerlendirme yapılırken ışık ve bakış açısının aynı olmasına dikkat edilmiştir. *Empa* standartlarında değerlendirme 1'den (en kötü boncuklanma derecesi) 5'e (en iyi boncuklanma derecesi) kadar olan derecelendirmelerle subjektif olarak yapılmaktadır. Dereceler, 1-2, 2-3, 3-4 ve 4-5 şeklindedir.



Şekil III.16 Boncuksuz Standart Bir Numune ve EMPA-Foto-Standardı [18]



Şekil III.17 NU-Martindale Aşınma ve Boncuklanma Test Cihazı

Yapılan deneyler sonucu elde edilen boncuklanma değerleri Tablo III.9'daki gibidir.

Tablo III.9 Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliklerle Üretilmiş Kumaş ve Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliksiz Üretilmiş kumaşın Boncuklanma (Pilling) Değerleri

Kumaş Türü	Boncuklanma Değeri
Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliklerle Üretilmiş Kumaş	4-5
Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliksiz Üretilmiş Kumaş	4-5

III.3.4. Elektriksel Ve Isıtma Testleri

Bu bölüm iki başlık altında incelenmiştir.1. bölümde sabit uzunluktaki krom-nikel filament takviyeli ipliğe farklı volt ve zaman da verilen elektrik enerjisi ile alınan ısı değerlerine bakılmıştır.

2. bölümde ise 1. bölümdeki değerlere bakılarak optimum krom-nikel filament takviyeli iplik ile dokunan kumaşların 1 m³ lük alanı ısıtma değerlerine bakılmıştır.

III.3.4.1.İplikte Verilen Elektriğe Karşı Alınan Isı Değerleri

Bu bölümde ise aynı uzunluktaki 55 cm uzunluğundaki 0.20 mm ,0.25 mm, krom-nikel tel ve teller etrafına sarılan yün ,pamuk ve polyester den oluşan 6 çeşit ip ve 2 farklı telin farklı voltlarda zaman bağlı alınan ısı değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Bunun için şekildeki (Şekil III.18)gibi bir deney düzeneği hazırlanmıştır.



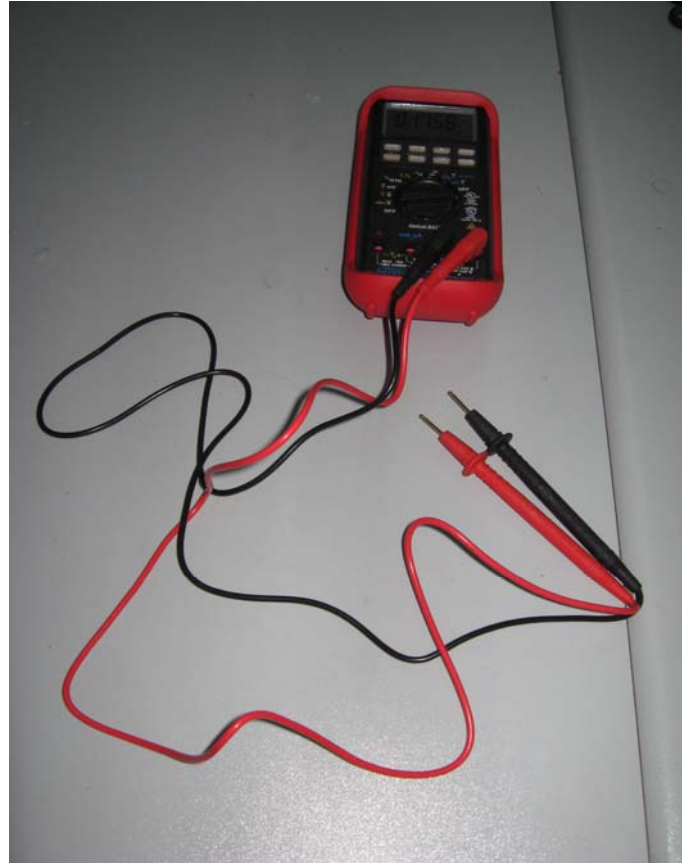
Şekil III.18 İpliklere Elektrik Enerjisinin Verildiği Paralel Bir Devre

Bu deneyde kullanılan malzemeler ise Şekil III.19 volt ayarlanabilir.220 volt giriş ve 0–30 volt arası ayarlanabilir çıkış gerilimine sahip trafo



Şekil III.19 Paralel Devrede Güç Kaynağı Olarak Kullanılan Trafo

Ve devreye verilen gerilimi ölçmek için kullanılan voltmetre Şekil III.20 de gösterilmiştir.



Şekil III.20 Devrenin Gerilimini öğrenmek İçin Kullanılan Voltmetre

Devreye verilen akımı daha iyi ölçmek için kullanılan ampermetre(Şekil III.21) de gösterilmiştir.



Şekil III.21 Devrenin Geçen Akım Miktarını Öğrenmek İçin Kullanılan Ampermetre

İplikler ve tellerin sıcaklığının ölçümü için kullanılan 4 kanallı termometre(Şekil III.22,23) de gösterilmiştir.



Şekil III.22 İpliklerin Ve Tellerin Derecesini Öğrenmek İçin Kullanılan 4 Kanallı Termometre



Şekil III.23 İpliklerin Ve Tellerin Derecesini Öğrenmek İçin Kullanılan 4 Kanallı Termometre

Aşağıdaki tabloda 55 cm uzunluğundaki 0.20 mm kalınlığındaki tele verilen gerilim ve alınan ısı değerleri

Tablo III.10 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tele Verilen Gerilim İle Alınan Isının Zamana Bağlı Değerleri Verilmiştir.

Gerilim (Volt)	Zaman(dakika)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	47	49	50	53	54	54	54	55	55	56	56	56	56	57	59
7	54	57	58	58	60	60	61	61	61	62	62	61	62	63	63
8	68	70	71	72	72	72	74	74	74	74	75	75	75	75	76
9	69	70	70	72	76	76	76	77	78	78	80	80	81	81	83
10	77	80	82	85	87	89	89	91	93	95	95	96	96	96	100
11	99	101	103	103	105	105	105	107	107	107	109	109	109	109	111
12	118	120	122	123	123	123	125	125	125	125	126	126	126	126	127
13	127	127	129	130	130	132	132	132	133	133	133	134	134	135	138
14	129	132	133	135	139	143	145	145	148	148	150	150	151	151	154
15	155	160	162	163	162	166	167	167	168	168	168	168	168	170	174

Aşağıdaki tabloda da 0.25 mm kalınlığındaki 55 cm uzunluğundaki krom nikel telin zamana bağlı olarak farklı gerilimlerdeki ısıları verilmiştir.

Tablo III.11 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tele Verilen Gerilim İle Alınan Isının Zamana Bağlı Değerleri Verilmiştir.

Gerilim (Volt)	Zaman(dakika)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	60	62	62	63	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	67
7	75	76	76	77	77	77	77	77	78	78	78	79	80	80	83
8	80	82	84	84	85	86	86	88	88	89	89	90	90	92	94
9	92	96	96	98	99	102	103	103	105	105	107	107	108	110	113
10	110	115	116	118	120	120	120	122	122	123	123	125	125	127	130
11	126	132	134	134	138	138	139	142	142	143	143	144	144	145	149
12	138	143	143	144	145	147	147	148	149	149	152	152	153	153	156
13	146	154	155	158	158	160	162	163	163	165	168	168	170	172	178
14	175	185	187	189	193	195	197	196	198	200	202	203	203	204	206
15	196	201	201	201	202	202	203	203	203	203	203	204	205	205	209

Aşağıdaki tabloda da 0.25 mm tel etrafına sarılan poster core yarn ipliğın 55 cm sine verilen volt ile ısının zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III.12 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan PES core yarn İpliğe Verilen Gerilim İle Alınan Isının Zaman Bağlı değerleri Verilmiştir.

Gerilim (Volt)	Zaman(dakika)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	29,00	30,30	31,20	31,60	32,20	32,40	32,70	32,90	32,80	32,90	33,20	33,10	33,30	33,50	33,50
7	30,30	32,50	33,70	34,20	34,80	35,10	35,40	35,60	35,80	36,90	36,20	36,70	36,90	37,00	37,00
8	35,00	37,70	38,90	39,90	40,50	40,70	41,10	41,50	42,00	42,10	42,10	42,00	42,20	42,20	42,50
9	37,50	39,90	41,70	42,90	43,50	44,10	44,60	44,80	45,00	45,70	45,70	46,10	46,20	46,30	46,80
10	42,70	46,40	48,20	49,10	49,60	50,20	50,80	51,20	51,70	51,60	52,20	52,40	52,60	52,50	52,70
11	46,00	50,30	52,50	53,50	54,60	55,40	56,00	51,40	56,80	57,30	57,90	58,20	58,30	58,70	58,50
12	50,00	54,60	57,20	58,20	58,50	59,90	61,10	62,00	62,10	62,50	63,20	63,80	63,90	64,20	64,30
13	53,00	60,00	62,60	64,00	65,10	66,10	66,50	66,30	67,10	68,60	69,00	69,30	70,00	70,00	70,40
14	56,00	60,90	63,90	67,00	68,90	70,40	71,60	73,10	73,70	74,30	74,90	74,30	75,40	76,40	76,60
15	61,00	66,90	71,30	74,80	77,80	79,30	79,80	81,10							

Aşağıdaki tabloda da 0.25 mm tel etrafına sarılan pamuk(core yarn)ipliğin 55 cm sine verilen gerilim ile ısının zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III.13 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Pamuk İpliğe Verilen Gerilim İle Alınan Isının Zaman Bağlı değerleri verilmiştir.

Gerilim (Volt)	Zaman(dakika)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	29,00	30,30	31,30	31,70	32,10	32,40	32,60	32,80	32,90	33,00	33,30	33,30	33,50	33,50	33,60
7	30,30	33,50	34,20	34,70	35,20	35,70	36,10	36,30	36,50	36,90	37,00	37,20	37,30	37,40	37,50
8	35,50	38,50	39,20	40,30	40,90	41,30	41,80	42,60	42,50	42,60	42,70	42,80	43,00	43,20	43,30
9	38,70	41,00	42,50	43,70	44,10	44,90	45,50	45,70	46,00	46,60	46,70	47,00	47,10	47,10	47,40
10	43,20	47,70	49,10	50,10	50,70	51,10	51,80	52,00	52,30	52,90	53,30	53,60	53,70	53,20	53,70
11	47,00	51,30	52,90	54,10	54,90	55,90	56,20	57,00	57,20	58,10	58,40	58,70	58,70	58,90	58,90
12	50,20	54,30	57,10	58,40	59,40	60,10	61,10	62,00	62,50	62,60	63,40	63,60	63,60	64,00	64,40
13	55,00	62,00	63,80	65,70	66,60	67,80	68,60	66,20	68,80	70,00	70,4	71,00	71,40	71,80	72,00
14	58,00	63,30	66,00	68,00	69,80	71,00	72,3	73,00	73,20	74,10	74,40	75,30	76,00	76,30	79,90
15	61,20	67,00	71,20	73,40	75,70	77,00	77,80	78,70							

Aşağıdaki tabloda da 0.25 mm tel etrafına sarılan yün (core yarn)ipliğin 55 cm sine verilen gerilim ile ısının zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III.14 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Yün İpliğe Verilen Gerilim İle Alınan Isının Zaman Bağlı Değerleri Verilmiştir.

Gerilim (Volt)	Zaman(dakika)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	27,20	34,00	35,40	36,00	36,50	36,90	37,10	37,30	37,20	37,30	37,40	37,60	37,50	37,70	37,80
7	30,30	39,20	40,10	40,60	41,20	41,50	41,80	42,30	41,90	42,50	42,70	43,00	43,20	43,10	43,20
8	32,50	43,30	44,70	45,60	46,40	46,80	47,10	47,20	47,80	48,00	47,80	47,70	48,10	48,30	48,10
9	32,50	48,30	50,20	51,30	52,00	52,50	52,50	53,10	53,40	53,80	53,80	53,90	54,10	54,30	54,70
10	36,00	55,50	57,10	58,00	58,70	59,40	59,80	60,30	60,70	60,80	61,70	61,20	61,70	61,50	61,70
11	41,00	59,40	61,70	62,90	63,80	64,70	65,00	65,80	65,90	66,80	67,10	67,40	67,60	67,90	67,90
12	43,00	65,20	68,00	69,40	70,40	70,90	72,30	73,20	73,20	73,10	73,50	74,30	74,50	74,50	75,10
13	47,60	73,00	75,20	76,60	78,80	79,80	79,60	80,20	81,20	82,60	83,00	84,20	84,70	85,40	85,40
14	51,70	78,50	82,90	85,00	87,00	87,10	88,40	89,50	90,00	90,10	90,10	90,70	91,00	91,90	92,30
15	53,10	87,70	91,90	94,00	95,10	96,90	97,10	99,20							

Aşağıdaki tabloda da 0.20 mm tel etrafına sarılan polyester (core yarn)ipliğin 55 cm sine verilen gerilim ile ısının zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III.15 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan PES İpliğe Verilen Gerilim İle Alınan Isının Zaman Bağlı Değerleri Verilmiştir.

Gerilim (Volt)	Zaman(dakika)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	27,20	28,60	29,10	29,30	29,80	30,00	30,10	30,30	30,50	30,70	30,70	30,60	30,80	30,90	30,80
7	30,30	31,40	32,30	32,60	32,80	33,10	33,30	34,0	33,70	33,80	33,70	33,80	33,90	34,10	34,20
8	32,50	34,00	35,00	35,60	36,00	36,20	36,40	36,60	36,70	36,80	36,80	37,00	37,10	37,20	37,40
9	32,50	34,00	35,00	35,70	36,30	36,60	37,00	37,30	37,60	37,90	38,00	38,20	38,40	38,30	38,60
10	36,00	39,00	39,90	40,50	41,10	41,60	41,70	41,90	42,10	42,30	42,20	42,60	43,00	43,10	43,10
11	41,00	43,90	44,80	45,20	45,60	46,10	46,20	46,50	46,80	46,90	47,20	47,40	47,40	47,70	47,50
12	43,00	47,00	48,20	48,70	49,50	50,10	50,40	50,80	51,10	51,20	51,50	51,70	51,60	51,70	51,80
13	47,60	51,70	52,40	54,80	55,00	55,30	55,80	56,00	56,40	56,70	57,10	57,10	57,70	57,70	58,20
14	51,70	55,30	56,70	57,80	58,40	59,30	60,20	60,70	60,60	61,60	62,20	61,90	62,10	62,40	62,90
15	53,10	60,20	62,30	63,60	65,10	66,20	66,60	67,00	67,30	67,80	67,90	67,70	68,30	68,80	88,80

Aşağıdaki tabloda da 0.20 mm tel etrafına sarılan pamuk (core yarn)ipliğin 55 cm sine verilen gerilim ile ısının zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III.16 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Pamuk İpliğe Verilen Gerilim İle Alınan Isının Zaman Bağlı Değerleri Verilmiştir.

Gerilim (Volt)	Zaman(dakika)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	28,70	29,60	29,90	30,30	30,70	30,80	31,20	31,30	31,40	31,60	31,60	31,60	31,90	32,00	31,90
7	31,00	31,90	32,80	33,10	33,40	33,60	33,90	34,00	34,30	34,30	34,40	34,70	34,70	35,10	35,30
8	33,20	34,60	35,50	36,00	36,50	36,70	37,00	37,50	37,70	37,80	37,80	38,00	38,10	38,20	38,30
9	31,90	34,40	35,60	36,80	36,90	37,60	37,90	38,40	38,80	39,50	39,90	40,20	39,60	39,60	39,70
10	36,50	39,90	41,00	41,80	42,50	43,00	43,30	43,40	43,70	43,70	43,90	44,30	44,60	45,30	45,50
11	41,40	44,50	45,50	45,80	46,40	47,00	47,20	47,60	47,80	48,30	48,50	48,80	48,50	48,40	48,40
12	42,20	46,50	47,70	49,10	49,80	50,00	50,70	51,10	51,20	51,60	52,40	52,80	52,50	52,50	53,00
13	46,50	50,20	51,80	54,20	54,60	54,90	55,30	55,30	56,10	56,80	57,30	57,10	57,50	58,20	58,60
14	48,90	53,00	55,30	56,40	57,40	58,70	59,00	59,60	59,80	60,50	61,00	61,20	61,30	61,40	61,90
15	52,00	57,70	61,00	62,80	64,40	65,10	65,90	66,30	66,80	66,80	66,20	67,20	69,20	69,70	69,90

Aşağıdaki tabloda da 0.20 mm tel etrafına sarılan yün (core yarn)ipliğin 55 cm sine verilen gerilim ile ısının zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III.17 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Yün İpliğe Verilen Gerilim İle Alınan Isının Zaman Bağlı Değerleri Verilmiştir

Gerilim (Volt)	Zaman(dakika)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	31,50	32,00	33,00	33,50	33,70	33,90	34,10	34,30	34,50	34,80	34,60	34,50	34,70	34,80	34,70
7	34,50	35,50	36,20	35,80	35,20	35,30	35,60	35,70	35,80	36,00	35,90	36,20	36,10	36,30	36,30
8	35,00	36,90	37,60	38,00	38,50	38,70	39,00	38,90	39,30	39,50	39,60	39,70	39,80	40,00	39,90
9	35,00	37,40	38,00	39,90	40,00	40,40	40,80	41,10	41,40	43,70	41,80	45,90	46,00	45,30	45,00
10	43,00	45,60	46,80	47,70	48,10	48,70	48,90	49,00	49,40	49,60	49,60	49,80	50,00	50,10	50,20
11	46,00	51,70	52,60	53,10	54,20	54,60	54,70	55,20	55,20	55,70	55,70	55,70	56,10	55,70	55,80
12	50,50	55,50	56,90	58,20	58,80	59,80	59,80	60,50	60,60	61,00	60,90	61,00	61,30	61,40	61,20
13	56,00	60,10	61,90	63,40	63,60	64,10	64,70	65,40	65,70	66,10	66,30	66,60	67,20	67,20	67,70
14	61,20	65,00	67,20	68,10	69,00	69,50	70,30	71,10	71,70	71,70	72,30	72,40	72,40	72,50	73,00
15	64,00	70,50	73,00	74,80	76,60	77,60	78,10	78,80	79,40	79,40	79,80	80,10	80,60	80,80	80,90

Aşağıdaki tabloda da 0.25 mm tel etrafına sarılan polyaster (core yarn)ipliğin 55 cm sine verilen gerilim ile ısının zamana bağlı ve sade tel ile karşılaştırmalı değişimi verilmiştir.

Tablo III.18 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan PES İplik İle Sade Telin Gerilim İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.

		Gerilim (Volt)									
Zaman		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Tel	60	75	80	92	110	126	138	146	175	196
	İplik	29,00	30,30	35,00	37,50	42,70	46,00	50,00	53,00	56,00	61,00
2	Tel	62	76	82	96	115	132	143	154	185	201
	İplik	30,30	32,50	37,70	39,90	46,40	50,30	54,60	60,00	60,90	66,90
3	Tel	62	76	82	96	115	132	143	154	185	201
	İplik	31,20	33,70	38,90	41,70	48,20	52,50	57,20	62,60	63,90	71,30
4	Tel	62	76	84	96	116	134	143	155	187	201
	İplik	31,60	34,20	39,90	42,90	49,10	53,50	58,20	64,00	67,00	74,80
5	Tel	63	77	84	98	118	134	144	158	189	201
	İplik	32,20	34,80	40,50	43,50	49,60	54,60	58,50	65,10	68,90	77,80
6	Tel	63	77	85	99	120	138	145	158	193	202
	İplik	32,40	35,10	40,70	44,10	50,20	55,40	59,90	66,10	70,40	79,30
7	Tel	63	77	86	102	120	138	147	160	195	202
	İplik	32,70	35,40	41,10	44,60	50,80	56,00	61,10	66,50	71,60	79,80
8	Tel	63	77	86	103	120	139	147	162	197	203
	İplik	32,90	35,60	41,50	44,80	51,20	51,40	62,00	66,30	73,10	81,10
9	Tel	64	77	88	103	122	142	148	163	196	203
	İplik	32,80	35,80	42,00	45,00	51,70	56,80	62,10	67,10	73,70	
10	Tel	64	78	88	105	122	142	149	163	198	203
	İplik	32,90	36,90	42,10	45,70	51,60	57,30	62,50	68,60	74,30	
11	Tel	64	78	89	105	123	143	149	165	200	203
	İplik	33,20	36,20	42,10	45,70	52,20	57,90	63,20	69,00	74,90	
12	Tel	64	78	89	107	123	143	152	168	202	203
	İplik	33,10	36,70	42,00	46,10	52,40	58,20	63,80	69,30	74,30	
13	Tel	65	79	90	107	125	144	152	168	203	204
	İplik	33,30	36,90	42,20	46,20	52,60	58,30	63,90	70,00	75,40	
14	Tel	65	80	90	108	125	144	153	170	203	205
	İplik	33,50	37,00	42,20	46,30	52,50	58,70	64,20	70,00	76,40	
15	Tel	65	80	92	110	127	145	153	172	204	205
	İplik	33,50	37,00	42,50	46,80	52,70	58,50	64,30	70,40	76,60	

Aşağıdaki tabloda da 0.25 mm tel etrafına sarılan pamuk (core yarn)ipliğin 55 cm sine verilen gerilim ile ısının zamana bağlı ve sade tel ile karşılaştırmalı değişimi verilmiştir.

Tablo III.19 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Pamuk İplik İle Sade Telin Gerilim İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.

Zaman		Gerilim (Volt)									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Tel	60	75	80	92	110	126	138	146	175	196
	İplik	29,00	30,30	35,50	38,70	43,20	47,00	50,20	55,00	58,00	61,20
2	Tel	62	76	82	96	115	132	143	154	185	201
	İplik	30,30	33,50	38,50	41,00	47,70	51,30	54,30	62,00	63,30	67,00
3	Tel	62	76	82	96	115	132	143	154	185	201
	İplik	31,30	34,20	39,20	42,50	49,10	52,90	57,10	63,80	66,00	71,20
4	Tel	62	76	84	96	116	134	143	155	187	201
	İplik	31,70	34,70	40,30	43,70	50,10	54,10	58,40	65,70	68,00	73,40
5	Tel	63	77	84	98	118	134	144	158	189	201
	İplik	32,10	35,20	40,90	44,10	50,70	54,90	59,40	66,60	69,80	75,70
6	Tel	63	77	85	99	120	138	145	158	193	202
	İplik	32,40	35,70	41,30	44,90	51,10	55,90	60,10	67,80	71,00	77,00
7	Tel	63	77	86	102	120	138	147	160	195	202
	İplik	32,60	36,10	41,80	45,50	51,80	56,20	61,10	68,60	72,3	77,80
8	Tel	63	77	86	103	120	139	147	162	197	203
	İplik	32,80	36,30	42,60	45,70	52,00	57,00	62,00	66,20	73,00	78,70
9	Tel	64	77	88	103	122	142	148	163	196	203
	İplik	32,90	36,50	42,50	46,00	52,30	57,20	62,50	68,80	73,20	
10	Tel	64	78	88	105	122	142	149	163	198	203
	İplik	33,00	36,90	42,60	46,60	52,90	58,10	62,60	70,00	74,10	
11	Tel	64	78	89	105	123	143	149	165	200	203
	İplik	33,30	37,00	42,70	46,70	53,30	58,40	63,40	70,4	74,40	
12	Tel	64	78	89	107	123	143	152	168	202	203
	İplik	33,30	37,20	42,80	47,00	53,60	58,70	63,60	71,00	75,30	
13	Tel	65	79	90	107	125	144	152	168	203	204
	İplik	33,50	37,30	43,00	47,10	53,70	58,70	63,60	71,40	76,00	
14	Tel	65	80	90	108	125	144	153	170	203	205
	İplik	33,50	37,40	43,20	47,10	53,20	58,90	64,00	71,80	76,30	
15	Tel	65	80	92	110	127	145	153	172	204	205
	İplik	33,60	37,50	43,30	47,40	53,70	58,90	64,40	72,00	79,90	

Aşağıdaki tabloda da 0.25 mm tel etrafına sarılan yün (core yarn)ipliğin 55 cm sine verilen gerilim ile ısının zamana bağlı ve sade tel ile karşılaştırmalı değişimi verilmiştir.

Tablo III.20 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Yün İplik İle Sade Telin Gerilim İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.

Zaman		Gerilim (Volt)									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Tel	60	75	80	92	110	126	138	146	175	196
	İplik	27,20	30,30	32,50	32,50	36,00	41,00	43,00	47,60	51,70	53,10
2	Tel	62	76	82	96	115	132	143	154	185	201
	İplik	34,00	39,20	43,30	48,30	55,50	59,40	65,20	73,00	78,50	87,70
3	Tel	62	76	82	96	115	132	143	154	185	201
	İplik	35,40	40,10	44,70	50,20	57,10	61,70	68,00	75,20	82,90	91,90
4	Tel	62	76	84	96	116	134	143	155	187	201
	İplik	36,00	40,60	45,60	51,30	58,00	62,90	69,40	76,60	85,00	94,00
5	Tel	63	77	84	98	118	134	144	158	189	201
	İplik	36,50	41,20	46,40	52,00	58,70	63,80	70,40	78,80	87,00	95,10
6	Tel	63	77	85	99	120	138	145	158	193	202
	İplik	36,90	41,50	46,80	52,50	59,40	64,70	70,90	79,80	87,10	96,90
7	Tel	63	77	86	102	120	138	147	160	195	202
	İplik	37,10	41,80	47,10	52,50	59,80	65,00	72,30	79,60	88,40	97,10
8	Tel	63	77	86	103	120	139	147	162	197	203
	İplik	37,30	42,30	47,20	53,10	60,30	65,80	73,20	80,20	89,50	99,20
9	Tel	64	77	88	103	122	142	148	163	196	203
	İplik	37,20	41,90	47,80	53,40	60,70	65,90	73,20	81,20	90,00	
10	Tel	64	78	88	105	122	142	149	163	198	203
	İplik	37,30	42,50	48,00	53,80	60,80	66,80	73,10	82,60	90,10	
11	Tel	64	78	89	105	123	143	149	165	200	203
	İplik	37,40	42,70	47,80	53,80	61,70	67,10	73,50	83,00	90,10	
12	Tel	64	78	89	107	123	143	152	168	202	203
	İplik	37,60	43,00	47,70	53,90	61,20	67,40	74,30	84,20	90,70	
13	Tel	65	79	90	107	125	144	152	168	203	204
	İplik	37,50	43,20	48,10	54,10	61,70	67,60	74,50	84,70	91,00	
14	Tel	65	80	90	108	125	144	153	170	203	205
	İplik	37,70	43,10	48,30	54,30	61,50	67,90	74,50	85,40	91,90	

15	Tel	65	80	92	110	127	145	153	172	204	205
	İplik	37,80	43,20	48,10	54,70	61,70	67,90	75,10	85,40	92,30	

Aşağıdaki tabloda da 0.20 mm tel etrafına sarılan polyester (core yarn)ipliğin 55 cm sine verilen gerilim ile ısının zamana bağlı ve sade tel ile karşılaştırmalı değişimi verilmiştir.

Tablo III.21 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan PES İplik İle Sade Telin Gerilim İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.

Zaman		Gerilim (Volt)									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Tel	47	54	68	69	77	99	118	127	129	155
	İplik	27,20	30,30	32,50	32,50	36,00	41,00	43,00	47,60	51,70	53,10
2	Tel	49	57	70	70	80	101	120	127	132	160
	İplik	28,60	31,40	34,00	34,00	39,00	43,90	47,00	51,70	55,30	60,20
3	Tel	49	57	70	70	80	101	120	127	132	160
	İplik	29,10	32,30	35,00	35,00	39,90	44,80	48,20	52,40	56,70	62,30
4	Tel	50	58	71	70	82	103	122	129	133	162
	İplik	29,30	32,60	35,60	35,70	40,50	45,20	48,70	54,80	57,80	63,60
5	Tel	53	58	72	72	85	103	123	130	135	163
	İplik	29,80	32,80	36,00	36,30	41,10	45,60	49,50	55,00	58,40	65,10
6	Tel	54	60	72	76	87	105	123	130	139	162
	İplik	30,00	33,10	36,20	36,60	41,60	46,10	50,10	55,30	59,30	66,20
7	Tel	54	60	72	76	89	105	123	132	143	166
	İplik	30,10	33,30	36,40	37,00	41,70	46,20	50,40	55,80	60,20	66,60
8	Tel	54	61	74	76	89	105	125	132	145	167
	İplik	30,30	34,40	36,60	37,30	41,90	46,50	50,80	56,00	60,70	67,00
9	Tel	55	61	74	77	91	107	125	132	145	167
	İplik	30,50	33,70	36,70	37,60	42,10	46,80	51,10	56,40	60,60	67,30
10	Tel	55	61	74	78	93	107	125	133	148	168
	İplik	30,70	33,80	36,80	37,90	42,30	46,90	51,20	56,70	61,60	67,80
11	Tel	56	62	74	78	95	107	125	133	148	168
	İplik	30,70	33,70	36,80	38,00	42,20	47,20	51,50	57,10	62,20	67,90
12	Tel	56	62	75	80	95	109	126	133	150	168
	İplik	30,60	33,80	37,00	38,20	42,60	47,40	51,70	57,10	61,90	67,70
13	Tel	56	61	75	80	96	109	126	134	150	168
	İplik	30,80	33,90	37,10	38,40	43,00	47,40	51,60	57,70	62,10	68,30
14	Tel	56	62	75	81	96	109	126	134	151	168
	İplik	30,90	34,10	37,20	38,30	43,10	47,70	51,70	57,70	62,40	68,80
15	Tel	57	63	75	81	96	109	126	135	151	170
	İplik	30,80	34,20	37,40	38,60	43,10	47,50	51,80	58,20	62,90	88,80

Aşağıdaki tabloda da 0.20 mm tel etrafına sarılan pamuk (core yarn)ipliğin 55 cm sine verilen gerilim ile ısının zamana bağlı ve sade tel ile karşılaştırmalı değişimi verilmiştir.

Tablo III.22 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Pamuk İplik İle Sade Telin Gerilim İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.

Zaman		Gerilim (Volt)									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Tel	47	54	68	69	77	99	118	127	129	155
	İplik	28,70	31,00	33,20	31,90	36,50	41,40	42,20	46,50	48,90	52,00
2	Tel	49	57	70	70	80	101	120	127	132	160
	İplik	29,60	31,90	34,60	34,40	39,90	44,50	46,50	50,20	53,00	57,70
3	Tel	49	57	70	70	80	101	120	127	132	160
	İplik	29,90	32,80	35,50	35,60	41,00	45,50	47,70	51,80	55,30	61,00
4	Tel	50	58	71	70	82	103	122	129	133	162
	İplik	30,30	33,10	36,00	36,80	41,80	45,80	49,10	54,20	56,40	62,80
5	Tel	53	58	72	72	85	103	123	130	135	163
	İplik	30,70	33,40	36,50	36,90	42,50	46,40	49,80	54,60	57,40	64,40
6	Tel	54	60	72	76	87	105	123	130	139	162
	İplik	30,80	33,60	36,70	37,60	43,00	47,00	50,00	54,90	58,70	65,10
7	Tel	54	60	72	76	89	105	123	132	143	166
	İplik	31,20	33,90	37,00	37,90	43,30	47,20	50,70	55,30	59,00	65,90
8	Tel	54	61	74	76	89	105	125	132	145	167
	İplik	31,30	34,00	37,50	38,40	43,40	47,60	51,10	55,30	59,60	66,30
9	Tel	55	61	74	77	91	107	125	132	145	167
	İplik	31,40	34,30	37,70	38,80	43,70	47,80	51,20	56,10	59,80	66,80
10	Tel	55	61	74	78	93	107	125	133	148	168
	İplik	31,60	34,30	37,80	39,50	43,70	48,30	51,60	56,80	60,50	66,80
11	Tel	56	62	74	78	95	107	125	133	148	168
	İplik	31,60	34,40	37,80	39,90	43,90	48,50	52,40	57,30	61,00	66,20
12	Tel	56	62	75	80	95	109	126	133	150	168
	İplik	31,60	34,70	38,00	40,20	44,30	48,80	52,80	57,10	61,20	67,20
13	Tel	56	61	75	80	96	109	126	134	150	168
	İplik	31,90	34,70	38,10	39,60	44,60	48,50	52,50	57,50	61,30	69,20
14	Tel	56	62	75	81	96	109	126	134	151	168
	İplik	32,00	35,10	38,20	39,60	45,30	48,40	52,50	58,20	61,40	69,70
15	Tel	57	63	75	81	96	109	126	135	151	170
	İplik	31,90	35,30	38,30	39,70	45,50	48,40	53,00	58,60	61,90	69,90

Aşağıdaki tabloda da 0.20 mm tel etrafına sarılan yün (core yarn)ipliğin 55 cm sine verilen gerilim ile ısının zamana bağlı ve sade tel ile karşılaştırmalı değişimi verilmiştir.

Tablo III.23 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm çapındaki Tel Etrafına Sarılan Yün İplik İle Sade Telin Gerilim İle Isının Zamana Bağlı Karşılaştırma Değerleri Verilmiştir.

Zaman		Gerilim (Volt)									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Tel	47	54	68	69	77	99	118	127	129	155
	İplik	31,50	34,50	35,00	35,00	43,00	46,00	50,50	56,00	61,20	64,00
2	Tel	49	57	70	70	80	101	120	127	132	160
	İplik	32,00	35,50	36,90	37,40	45,60	51,70	55,50	60,10	65,00	70,50
3	Tel	49	57	70	70	80	101	120	127	132	160
	İplik	33,00	36,20	37,60	38,00	46,80	52,60	56,90	61,90	67,20	73,00
4	Tel	50	58	71	70	82	103	122	129	133	162
	İplik	33,50	35,80	38,00	39,90	47,70	53,10	58,20	63,40	68,10	74,80
5	Tel	53	58	72	72	85	103	123	130	135	163
	İplik	33,70	35,20	38,50	40,00	48,10	54,20	58,80	63,60	69,00	76,60
6	Tel	54	60	72	76	87	105	123	130	139	162
	İplik	33,90	35,30	38,70	40,40	48,70	54,60	59,80	64,10	69,50	77,60
7	Tel	54	60	72	76	89	105	123	132	143	166
	İplik	34,10	35,60	39,00	40,80	48,90	54,70	59,80	64,70	70,30	78,10
8	Tel	54	61	74	76	89	105	125	132	145	167
	İplik	34,30	35,70	38,90	41,10	49,00	55,20	60,50	65,40	71,10	78,80
9	Tel	55	61	74	77	91	107	125	132	145	167
	İplik	34,50	35,80	39,30	41,40	49,40	55,20	60,60	65,70	71,70	79,40
10	Tel	55	61	74	78	93	107	125	133	148	168
	İplik	34,80	36,00	39,50	43,70	49,60	55,70	61,00	66,10	71,70	79,40
11	Tel	56	62	74	78	95	107	125	133	148	168
	İplik	34,60	35,90	39,60	41,80	49,60	55,70	60,90	66,30	72,30	79,80
12	Tel	56	62	75	80	95	109	126	133	150	168
	İplik	34,50	36,20	39,70	45,90	49,80	55,70	61,00	66,60	72,40	80,10
13	Tel	56	61	75	80	96	109	126	134	150	168
	İplik	34,70	36,10	39,80	46,00	50,00	56,10	61,30	67,20	72,40	80,60
14	Tel	56	62	75	81	96	109	126	134	151	168
	İplik	34,80	36,30	40,00	45,30	50,10	55,70	61,40	67,20	72,50	80,80
15	Tel	57	63	75	81	96	109	126	135	151	170
	İplik	34,70	36,30	39,90	45,00	50,20	55,80	61,20	67,70	73,00	80,90

Aşağıdaki tabloda 0.25 mm tel etrafına sarılan farklı tekstil malzemeleriyle elde edilen çekirdek ipliklerden alınan sıcaklık değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo III.24 0.25 mm krom nikel tel etrafına sarılan farklı tekstil malzemeleriyle elde edilen çekirdek ipliklerin yüzeylerinden alınan ısının gerilim ve zaman bağı olarak elde edilen değerler

Zaman		Gerilim									
		6 Volt	7 Volt	8 Volt	9 Volt	10 Volt	11 Volt	12 Volt	13 Volt	14 Volt	15 Volt
1. Dakika	PES	29,00	30,30	35,00	37,50	42,70	46,00	50,00	53,00	56,00	61,00
	Pamuk	29,00	30,30	35,50	38,70	43,20	47,00	50,20	55,00	58,00	61,20
	Yün	27,20	30,30	32,50	32,50	36,00	41,00	43,00	47,60	51,70	53,10
2. Dakika	PES	30,30	32,50	37,70	39,90	46,40	50,30	54,60	60,00	60,90	66,90
	Pamuk	30,30	33,50	38,50	41,00	47,70	51,30	54,30	62,00	63,30	67,00
	Yün	34,00	39,20	43,30	48,30	55,50	59,40	65,20	73,00	78,50	87,70
3. Dakika	PES	31,20	33,70	38,90	41,70	48,20	52,50	57,20	62,60	63,90	71,30
	Pamuk	31,30	34,20	39,20	42,50	49,10	52,90	57,10	63,80	66,00	71,20
	Yün	35,40	40,10	44,70	50,20	57,10	61,70	68,00	75,20	82,90	91,90
4. Dakika	PES	31,60	34,20	39,90	42,90	49,10	53,50	58,20	64,00	67,00	74,80
	Pamuk	31,70	34,70	40,30	43,70	50,10	54,10	58,40	65,70	68,00	73,40
	Yün	36,00	40,60	45,60	51,30	58,00	62,90	69,40	76,60	85,00	94,00
5. Dakika	PES	32,20	34,80	40,50	43,50	49,60	54,60	58,50	65,10	68,90	77,80
	Pamuk	32,10	35,20	40,90	44,10	50,70	54,90	59,40	66,60	69,80	75,70
	Yün	36,50	41,20	46,40	52,00	58,70	63,80	70,40	78,80	87,00	95,10
6. Dakika	PES	32,40	35,10	40,70	44,10	50,20	55,40	59,90	66,10	70,40	79,30
	Pamuk	32,40	35,70	41,30	44,90	51,10	55,90	60,10	67,80	71,00	77,00
	Yün	36,90	41,50	46,80	52,50	59,40	64,70	70,90	79,80	87,10	96,90
7. Dakika	PES	32,70	35,40	41,10	44,60	50,80	56,00	61,10	66,50	71,60	79,80
	Pamuk	32,60	36,10	41,80	45,50	51,80	56,20	61,10	68,60	72,30	77,80
	Yün	37,10	41,80	47,10	52,50	59,80	65,00	72,30	79,60	88,40	97,10
8. Dakika	PES	32,90	35,60	41,50	44,80	51,20	56,10	62,00	66,30	73,10	81,10
	Pamuk	32,80	36,30	42,60	45,70	52,00	57,00	62,00	68,70	73,00	78,70
	Yün	37,30	42,30	47,20	53,10	60,30	65,80	73,20	80,20	89,50	99,20

9. Dakika	PES	32,80	35,80	42,00	45,00	51,70	56,80	62,10	67,10	73,70	
	Pamuk	32,90	36,50	42,50	46,00	52,30	57,20	62,50	68,80	73,20	
	Yün	37,20	41,90	47,80	53,40	60,70	65,90	73,20	81,20	90,00	
10. Dakika	PES	32,90	36,90	42,10	45,70	51,60	57,30	62,50	68,60	74,30	
	Pamuk	33,00	36,90	42,60	46,60	52,90	58,10	62,60	70,00	74,10	
	Yün	37,30	42,50	48,00	53,80	60,80	66,80	73,10	82,60	90,10	
11. Dakika	PES	33,20	36,20	42,10	45,70	52,20	57,90	63,20	69,00	74,90	
	Pamuk	33,30	37,00	42,70	46,70	53,30	58,40	63,40	70,40	74,40	
	Yün	37,40	42,70	47,80	53,80	61,70	67,10	73,50	83,00	90,10	
12. Dakika	PES	33,10	36,70	42,00	46,10	52,40	58,20	63,80	69,30	74,30	
	Pamuk	33,30	37,20	42,80	47,00	53,60	58,70	63,60	71,00	75,30	
	Yün	37,60	43,00	47,70	53,90	61,20	67,40	74,30	84,20	90,70	
13. Dakika	PES	33,30	36,90	42,20	46,20	52,60	58,30	63,90	70,00	75,40	
	Pamuk	33,50	37,30	43,00	47,10	53,70	58,70	63,60	71,40	76,00	
	Yün	37,50	43,20	48,10	54,10	61,70	67,60	74,50	84,70	91,00	
14. Dakika	PES	33,50	37,00	42,20	46,30	52,50	58,70	64,20	70,00	76,40	
	Pamuk	33,50	37,40	43,20	47,10	53,20	58,90	64,00	71,80	76,30	
	Yün	37,70	43,10	48,30	54,30	61,50	67,90	74,50	85,40	91,90	
15. Dakika	PES	33,50	37,00	42,50	46,80	52,70	58,50	64,30	70,40	76,60	
	Pamuk	33,60	37,50	43,30	47,40	53,70	58,90	64,40	72,00	79,90	
	Yün	37,80	43,20	48,10	54,70	61,70	67,90	75,10	85,40	92,30	
20. Dakika	PES	33,80	34,70	43,00	47,30	53,00	59,00	65,60	71,20	78,00	
	Pamuk	33,80	37,40	43,00	47,30	53,00	59,00	65,60	71,20	78,00	
	Yün	38,10	43,90	48,90	54,90	62,00	68,30	75,90	86,50	94,00	

Aşağıdaki tabloda 0.20 mm tel etrafına sarılan farklı tekstil malzemeleriyle elde edilen çekirdek ipliklerden alınan sıcaklık değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo III.25 0.20 mm krom nikel tel etrafına sarılan farklı tekstil malzemeleriyle elde edilen çekirdek ipliklerin yüzeylerinden alınan ısının gerilim ve zaman bağı olarak elde edilen değerler

		Gerilim									
Zaman		6 Volt	7 Volt	8 Volt	9 Volt	10 Volt	11 Volt	12 Volt	13 Volt	14 Volt	15 Volt
1. Dakika	PES	27,20	30,30	32,50	32,50	36,00	41,00	43,00	47,60	51,70	53,10
	Pamuk	28,70	31,00	33,20	31,90	36,50	41,40	42,20	46,50	48,90	52,00
	Yün	31,50	34,50	35,00	35,00	43,00	46,00	50,50	56,00	61,20	64,00
2. Dakika	PES	28,60	31,40	34,00	34,00	39,00	43,90	47,00	51,70	55,30	60,20
	Pamuk	29,60	31,90	34,60	34,40	39,90	44,50	46,50	50,20	53,00	57,70
	Yün	32,00	35,50	36,90	37,40	45,60	51,70	55,50	60,10	65,00	70,50
3. Dakika	PES	29,10	32,30	35,00	35,00	39,90	44,80	48,20	52,40	56,70	62,30
	Pamuk	29,90	32,80	35,50	35,60	41,00	45,50	47,70	51,80	55,30	61,00
	Yün	33,00	36,20	37,60	38,00	46,80	52,60	56,90	61,90	67,20	73,00
4. Dakika	PES	29,30	32,60	35,60	35,70	40,50	45,20	48,70	54,80	57,80	63,60
	Pamuk	30,30	33,10	36,00	36,80	41,80	45,80	49,10	54,20	56,40	62,80
	Yün	33,50	35,80	38,00	39,90	47,70	53,10	58,20	63,40	68,10	74,80
5. Dakika	PES	29,80	32,80	36,00	36,30	41,10	45,60	49,50	55,00	58,40	65,10
	Pamuk	30,70	33,40	36,50	36,90	42,50	46,40	49,80	54,60	57,40	64,40
	Yün	33,70	35,20	38,50	40,00	48,10	54,20	58,80	63,60	69,00	76,60
6. Dakika	PES	30,00	33,10	36,20	36,60	41,60	46,10	50,10	55,30	59,30	66,20
	Pamuk	30,80	33,60	36,70	37,60	43,00	47,00	50,00	54,90	58,70	65,10
	Yün	33,90	35,30	38,70	40,40	48,70	54,60	59,80	64,10	69,50	77,60
7. Dakika	PES	30,10	33,30	36,40	37,00	41,70	46,20	50,40	55,80	60,20	66,60
	Pamuk	31,20	33,90	37,00	37,90	43,30	47,20	50,70	55,30	59,00	65,90
	Yün	34,10	35,60	39,00	40,80	48,90	54,70	59,80	64,70	70,30	78,10
8. Dakika	PES	30,30	33,40	36,60	37,30	41,90	46,50	50,80	56,00	60,70	67,00
	Pamuk	31,30	34,00	37,50	38,40	43,40	47,60	51,10	55,30	59,60	66,30
	Yün	34,30	35,70	38,90	41,10	49,00	55,20	60,50	65,40	71,10	78,80
9. Dakika	PES	30,50	33,70	36,70	37,60	42,10	46,80	51,10	56,40	60,60	67,30
	Pamuk	31,40	34,30	37,70	38,80	43,70	47,80	51,20	56,10	59,80	66,80
	Yün	34,50	35,80	39,30	41,40	49,40	55,20	60,60	65,70	71,70	79,40
10. Dakika	PES	30,70	33,80	36,80	37,90	42,30	46,90	51,20	56,70	61,60	67,80
	Pamuk	31,60	34,30	37,80	39,50	43,70	48,30	51,60	56,80	60,50	66,80
	Yün	34,80	36,00	39,50	43,70	49,60	55,70	61,00	66,10	71,70	79,40
11. Dakika	PES	30,70	33,70	36,80	38,00	42,20	47,20	51,50	57,10	62,20	67,90
	Pamuk	31,60	34,40	37,80	39,90	43,90	48,50	52,40	57,30	61,00	66,20
	Yün	34,60	35,90	39,60	41,80	49,60	55,70	60,90	66,30	72,30	79,80

12. Dakika	PES	30,60	33,80	37,00	38,20	42,60	47,40	51,70	57,10	61,90	67,70
	Pamuk	31,60	34,70	38,00	40,20	44,30	48,80	52,80	57,10	61,20	67,20
	Yün	34,50	36,20	39,70	45,90	49,80	55,70	61,00	66,60	72,40	80,10
13. Dakika	PES	30,80	33,90	37,10	38,40	43,00	47,40	51,60	57,70	62,10	68,30
	Pamuk	31,90	34,70	38,10	39,60	44,60	48,50	52,50	57,50	61,30	69,20
	Yün	34,70	36,10	39,80	46,00	50,00	56,10	61,30	67,20	72,40	80,60
14. Dakika	PES	30,90	34,10	37,20	38,30	43,10	47,70	51,70	57,70	62,40	68,80
	Pamuk	32,00	35,10	38,20	39,60	45,30	48,40	52,50	58,20	61,40	69,70
	Yün	34,80	36,30	40,00	45,30	50,10	55,70	61,40	67,20	72,50	80,80
15. Dakika	PES	30,80	34,20	37,40	38,60	43,10	47,50	51,80	58,20	62,90	68,80
	Pamuk	31,90	35,30	38,30	39,70	45,50	48,40	53,00	58,60	61,90	69,90
	Yün	34,70	36,30	39,90	45,00	50,20	55,80	61,20	67,70	73,00	80,90
20. Dakika	PES	31,20	34,10	37,40	39,00	43,10	48,70	52,70	58,70	63,70	68,30
	Pamuk	32,10	35,00	38,30	40,30	45,00	49,50	53,70	58,50	62,80	71,20
	Yün	35,00	36,00	40,10	45,00	50,30	56,60	62,60	68,10	74,00	81,50

III.3.4.2. Isıtma Odası Test Sonuçları

İpliğe verilen gerilim sonucunda elde edilen ısıtma değerleri sonucunda en optimum ısı değerlerine dokunan kumaşlar yine bir devreye paralel bağlanmak suretiyle elde edilen devre, 1 m³ lük ısıtma odası içerisine yerleştirilmiştir. Şekil III.24,25 de de gösterildiği gibi



Şekil III.24 1m³'lük Isıtma Odası

Odanın içerisine 3 tane termometre ucu yerleştirilmiştir. Bunlardan ortadaki değer kaydedilmiştir. Çünkü ısınan hava yukarıya çıktığı için en üstteki derece yüksek ortadaki daha düşük en alttaki daha da düşük oda sıcaklığına bağlı olarak 0.75 derece ile 1 derece arasında bir değişme var. Ama biz ortadaki dereceyi aldık.

Buna göre kumaşların 5,7ve 9 volttaki ısıtma değerlerine bakılmıştır. Bu volt değerleri iplik ısıtma değerlerine bakılarak seçilmiştir. Burada kullanılan krom-nikel filament takviyeli çekirdek iplik kullanılan atkı sayıları arasında belirli bir oranla arttırılmıştır. ilk baz alınan nokta 4 tane normal atkı ipliği 1 tane krom-nikel filament takviyeli iplik tahmini 50 x 50 cm ebatlarında dokunmuş. ikinci kumaş numunesinde ise 8 normal atkı ipliği 1 tane krom-nikel filament takviyeli iplik olmak üzere dokunmuş üçüncü numune ise 12+1 normal atkı ipliği sayısı hep dört arttırılmıştır.

Bu numunelerden 3 tane 0.20 mm tel için 3 tane de 0.25 mm tel için ısıtma odasını ısıtma değerlerine bakılmış ve değerler karşılaştırılmıştır. Tablo ve grafik halinde verilmiştir.

Isıtma zamanı olarak odayı 20,4 den 35 dereceye getiren değer ısıtma zamanı alınmıştır. Eğer oda verilen gerilim ile oda 35 dereceye gelmiyorsa hangi sıcaklıkta sabit kaldığı nokta belirtilmiştir.

Ayrıca verilen gerilim ile odaların zamana bağlı ısıtma değerleri de verilmiştir.

Aşağıdaki tabloda 0.25 mm kalınlığındaki tel ile 4 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri verilmiştir.

Tablo III.26 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 4+1(4 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m³ lük alanı 5,7ve 9 voltta 20 °C den 35 °C ye çıkması için geçen süreye ait bilgiler

0.25 mm kalınlığındaki 4 atkıda 1 krom nikel tel				
Volt	Amper	Güç	Zaman dk	KW
5,07	27,7	140,439	19	0,044472
7,03	37	260,11	5,7	0,02471
9,08	46,5	422,22	3,11	0,021885

Aşağıdaki tabloda 0.25 mm kalınlığındaki tel ile 4 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III.27 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 4+1(4 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Değerler

Zaman (Dakika)	Gerilm(Volt)		
	5	7	9
1	20,8	21	22,5
2	22	24	28
3	24	28	34,5
4	26	31,2	
5	27,5	34	
6	29	35	
7	30		
8	31		
9	31,8		
10	32,5		

Tablo III.27'nin devamı

11	33		
12	33,3		
13	33,7		
14	34		
15	34,1		
16	34,4		
17	34,7		
18	34,8		
19	35		
20			
21			

Aşağıdaki tabloda 0.25 mm kalınlığındaki tel ile 8 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri verilmiştir.

Tablo III.28 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 8+1(8Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m³ lük alanı 5,7ve 9 voltta 20 °C den 35 °C ye çıkması için gecen süreye ait bilgiler

Gerilim (Volt)	Akım (Amper)	Zaman(Dakika)	Güç(kW)
5	14,55	72,75	0
7	19,7	137,9	0,043668
9,06	24,3	220,158	0,022016

Aşağıdaki tabloda 0.25 mm kalınlığındaki tel ile 8 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III. 29 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 8+1(8 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri

Zaman (Dakika)	Gerilim(Volt)		
	5	7	9
1	20,9	21	21,2
2	22	22,7	24,1
3	23,1	24,5	28,5
4	24,5	26,8	31
5	25,3	28,4	33
6	25,9	29,4	35
7	26,3	31	

Tablo III. 29'nin devamı

8	27	31,8	
9	27,4	32,4	
10	27	33	
11	27,5	33,3	
12	27,9	33,6	
13	28	33,8	
14	28,3	34	
15	28,4	34,1	
16	28,5	34,3	
17	28,5	34,5	
18	28,5	34,7	
19	28,5	34,9	
20	28,5	35	
21	28,5		

Aşağıdaki tabloda 0.25 mm kalınlığındaki tel ile 12 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri verilmiştir.

Tablo III.30 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 12+1(12 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri

Gerilim (Volt)	Akım (Amper)	Zaman (Dakika)	Güç(kW)
5	9,6		0
7	13,3		0
9	16,7	12	0,03006

Aşağıdaki tabloda 0.25 mm kalınlığındaki tel ile 12 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III.31 0.25mm çapındaki Krom-Nikel Telin 12+1(12 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri

Zaman (Dakika)	Gerilim (Volt)		
	5	7	9
1	20,6	21,1	20,4
2	21,3	22,5	23
3	22	22	25
4	22,7	23,7	27,1
5	23,2	25,4	28,4
6	23,8	26,2	30,5
7	24,3	27	31,5
8	24,5	27,6	32,5
9	25	28,4	33,3
10	25,2	28,9	34
11	25,4	29,4	34,8
12	25,6	29,7	35
13	25,8	30	
14	25,9	30,2	
15	26	30,7	
16	26,1	30,7	
17	26,2	30,7	
18	26,2	30,7	
19	26,2	30,7	
20	26,2	30,7	
21	26,2	30,7	

Aşağıdaki tabloda 0.20 mm kalınlığındaki tel ile 4 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri verilmiştir.

Tablo III.32 0.20mm çapındaki Krom-Nikel Telin 4+1(4 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m³ lük alanı 5,7ve 9 voltta 20 °C den 35 °C ye çıkması için gecen süreye ait bilgiler.

Gerilim (Volt)	Akım (Amper)	Zaman (Dakika)	Güç(kW)
5	17,6		0
7	24,7	8	0,023053
9	31,5	5	0,023625

Aşağıdaki tabloda 0.20 mm kalınlığındaki tel ile 4 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III.33 0.20mm çapındaki Krom-Nikel Telin 4+1(4 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel filament takviyeli) iplikle dokunan kumaşın 1 m³ lük alanı 5,7ve 9 volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri

Zaman (Dakika)	Gerilim (Volt)		
	5	7	9
1	21	21,6	21,5
2	22,2	23,4	25
3	23,2	26,7	29
4	25	29,1	32
5	26	31,2	35
6	27	32,8	
7	27,7	34	
8	28,4	35	
9	29		
10	29,4		
11	29,9		
12	30		
13	30,2		
14	30,3		
15	30,3		
16	30,4		
17	30,4		
18	30,4		
19	30,5		
20	30,5		
21	30,5		

Aşağıdaki tabloda 0.20 mm kalınlığındaki tel ile 8 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri verilmiştir.

Tablo III.34 0.20mm çapındaki Krom-Nikel Telin 8+1(8 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel Filament Takviyeli) İplikle Dokunan Kumaşın 1 m³ lük Alanı 5,7ve 9 Voltta 20 °C den 35 °C ye Çıkması İçin Gecen Süreye Ait Bilgiler.

Gerilim (Volt)	Akım (Amper)	Zaman(Dakika)	Güç(kW)
5	10,8	16	0,01
7	15,1		0
9	19,2		0

Aşağıdaki tabloda 0.20 mm kalınlığındaki tel ile 8 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III.35 0.20mm çapındaki Krom-Nikel Telin 8+1(8 Tane Normal Atkı İpliği 1 tane Krom-Nikel Filament Takviyeli) İplikle Dokunan Kumaşın 1 m³ lük Alanı 5,7ve 9 Volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri

Zaman (Dakika)	Gerilim (Volt)		
	5	7	9
1	21	21	21,3
2	21,7	22,1	23,5
3	22,3	23,4	25,8
4	23	24,6	27,1
5	23,5	25,8	30,1
6	24	26,8	32
7	24,5	27,7	33,4
8	24,8	28,6	34,5
9	25,1	29,2	35,4
10	25,6	29,8	
11	25,8	30,2	
12	26	30,8	
13	26,2	31	
14	26,6	31,3	
15	27	31,5	
16	27,2	31,8	
17	27,2	31,9	
18	27,2	32,5	
19	27,2	32,8	
20	27,2	32,8	
21	27,2	32,8	

Aşağıdaki tabloda 0.20 mm kalınlığındaki tel ile 12 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri verilmiştir.

Tablo III.36 0.20mm çapındaki Krom-Nikel Telin 12+1(12 Tane Normal Atkı İpliği 1 Tane Krom-Nikel Filament Takviyeli) İplikle Dokunan Kumaşın 1 m³ lük Alanı 5,7ve 9 Voltta 20 °C den 35 °C ye Çıkması İçin Gecen Süreye Ait Bilgiler.

Gerilim (Volt)	Akım (Amper)	Zaman(Dakika)	Güç(kW)
5	8,9		0
7	12,2		0
9	15,6		0

Aşağıdaki tabloda 0.20 mm kalınlığındaki tel ile 12 atkı da 1 dokunmuş tekstil yüzeyinin 5,7ve 9 voltta ısıtma değerleri zamana bağlı değişimi verilmiştir.

Tablo III.37 0.20mm Çapındaki Krom-Nikel Telin 12+1(12 Tane Normal Atkı İpliği 1 Tane Krom-Nikel Filament Takviyeli) İplikle Dokunan Kumaşın 1 m³ Lük Alanı 5,7ve 9 Volttaki Zamana Bağlı Termometre Değerleri

Zaman (Dakika)	Gerilim (Volt)		
	5	7	9
1	21	21,5	21,5
2	22	23	24
3	22,3	24,3	26
4	22,7	25,4	27,7
5	23,1	26,2	29
6	23,6	27	30,6
7	24	27,6	31,2
8	24,4	28,1	32,4
9	24,6	28,6	33
10	24,8	28,9	33,7
11	24,9	29,2	34,2
12	25,2	29,5	34,6
13	25,3	29,7	35
14	25,4	29,9	
15	25,6	30	
16	25,7	30	
17	25,8	30,1	
18	25,9	30,2	
19	26	30,3	
20	26	30,4	
21	26	30,5	

BÖLÜM IV

SONUÇLAR

Bu bölümde, modifiye edilmiş Dref 2000 iplik makinesinde üretilmiş krom nikel filament takviyeli çekirdek ipliklerin fiziksel testler laboratuvarında standart atmosfer şartlarında (% 65 ± 2 nispi nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta) yapılmış olan fiziksel ve termal özelliklerinin sonuçları yer almaktadır.

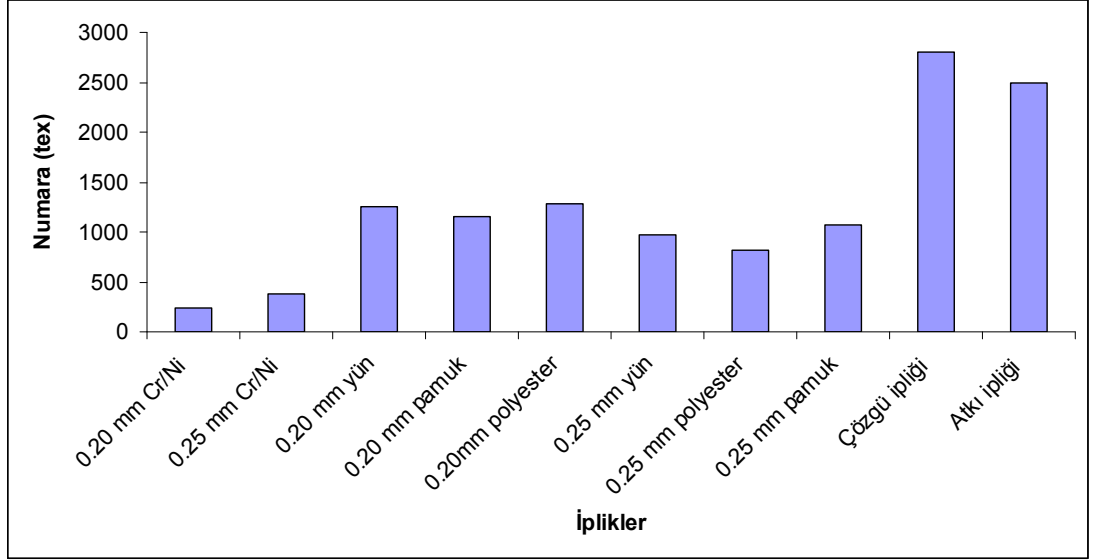
Bu bölüm iplik testlerinden elde edilen sonuçlar, kumaş testlerinden elde edilen sonuçlar ve ısıtma odası testlerinden elde edilen sonuçlar olmak üzere 3 alt başlığa ayrılmıştır. İplik testlerinden elde edilen sonuçlar bölümünde, test edilen 110 dev/dakika ile üretilmiş krom-nikel filament takviyeli çekirdek ipliklerin çeşitli fiziksel özellikleri grafikler halinde sunulmuş ve grafiklerden elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Ayrıca metal tel takviyeli ipliklerde kullanılmış olan 0.20mm ve 0.25mm çapındaki krom-nikel telin mukavemet ve uzama test sonuçları grafik halinde verilmiştir.

Krom nikel tel takviyeli ipliklerin ve kumaşların ısıtma değerleri yine grafikler halinde verilmiş ve açıklanmıştır.

IV.1. İPLİK TESTLERİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

IV.1.1. İplik Numaraları

Metal lif takviyeli iplikler ve metal lif takviyeli iplik üretiminde kullanılan metal lifin numaraları (tex), aşağıda grafik halinde verilmiştir (Şekil IV.1)

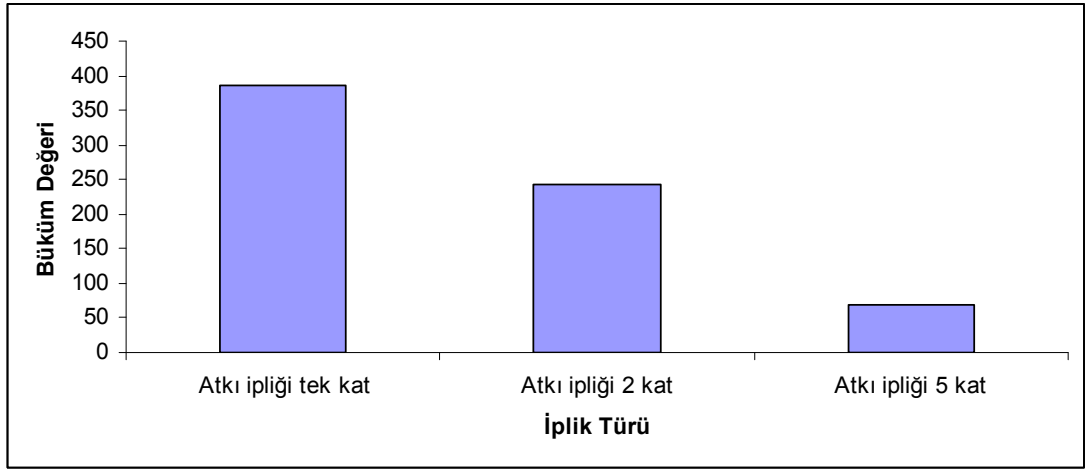


Şekil IV.1 Metal Lif Takviyeli İplikler Ve Metal Lif Takviyeli İplik Üretiminde Kullanılan Metal Lifin Numaraları

Şekil IV.1 de krom nikel telin tex olarak numarası, krom nikel filament takviyeli çekirdek ipliklerin numarası ve dokuma işleminde kullanılan çözgü ve atkı ipliklerinin numaraları, tex olarak verilmiştir. Bu şekil incelendiğinde, çözgü ve atkı iplikleri olarak kullanılan %100 akrilik ipliklerin numarasının yüksek olduğu görülmektedir.

IV.1.2. İplik Büküm Değerleri

Çalışmalarda kullanılan atkı ipliğinin büküm değerleri aşağıdaki şekilde verilmiştir. (Şekil IV.2)



Şekil IV.2 Çalışmada Kullanılan Atkı İpliğinin ve Büküm Grafiği (T/m)

Şekil IV.2’de numune kumaşların dokunduğu atkı ipliğinin büküm değerlerine bakılmıştır. Yukarıdaki şekilde büküm değerleri verilen atkı ipliği tek katlı ipliğe 385 büküm verilmiş, sonra bu iplikler 2’ ye katlanarak 244 büküm verilmiştir. Bu ipliklerden 5 adet bir araya getirilerek 65 büküm verilmek sureti ile elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan çekirdek ipliklerin iplik üretim yönteminin büküm değeri buna müsaade etmemesi nedeni ile büküm değeri ölçülememiştir.

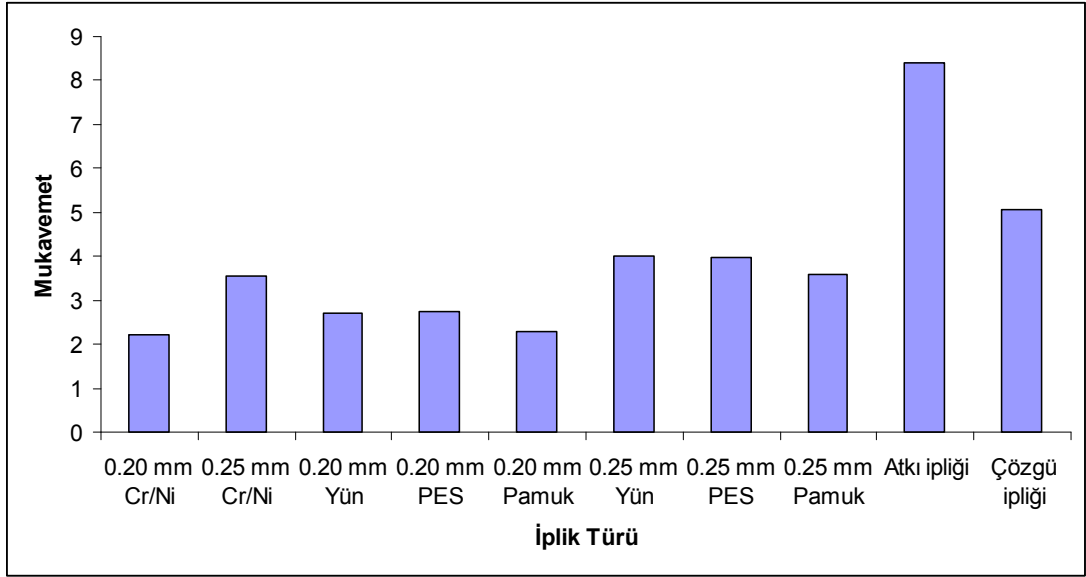
IV.1.3. İplik Düzgünsüzlük Değerleri

Bu çalışmada, konvensiyonel tekstil ipliklerinden farklı olarak, Krom-Nikel filament takviyeli ipliklerin iletken özelliklerinden dolayı, bu ipliklerin düzgünsüzlük ölçüm değerleri okunamamıştır. Bu iplikler, kapasitif yöntemde elektriksel alandan geçirilirken elektriği üzerine alır ve herhangi bir düzgünsüzlük değeri vermezler.

Çalışmada kullanılan atkı ipliğinin düzgünsüzlük değeri (%U); 2.25 olarak okunmuştur

IV.1.4. Çalışmada Kullanılan Metal Tel Ve Üretilen İpliklerin Mukavemet Değerleri

Çalışmada kullanılan Krom-Nikel filament takviyeli ipliklerin, atkı ipliğinin, çözgü ipliğinin ve sade Krom-Nikel telin mukavemet değerleri aşağıdaki grafikte verilmiştir.(Şekil IV.3)

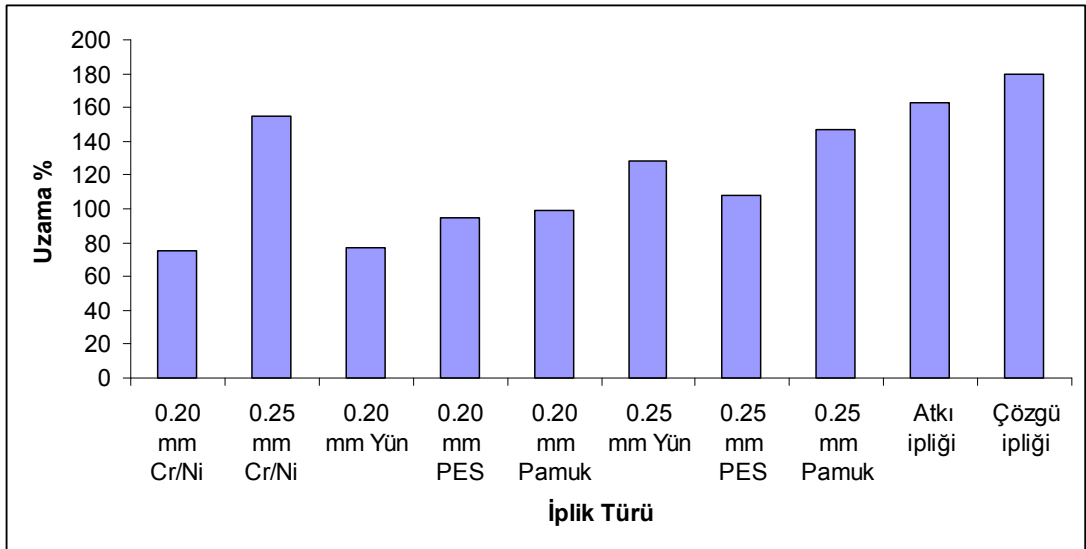


Şekil IV.3 Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliklerin, Çözümlü ipliğinin, Atkı ipliğinin Ve Çalışmada Kullanılan Krom-Nikel Tellerin Mukavemet (cN) Grafiği

Şekil IV.3 incelendiğinde, krom nikel tel ile krom nikel tel etrafına tekstil malzemesi sarılarak elde edilen çekirdek ipliklerin mukavemet değerleri tele göre artmıştır. Bu durum da telle tekstil elyafının bir bağlantı kurduğunu ortaya çıkarır.

IV.1.5. Çalışmada Kullanılan Metal Tel ve Üretilen İpliklerin Uzama Değerleri

Çalışmada kullanılan Krom-Nikel filament takviyeli ipliklerin, atkı ipliğinin, çözgü ipliğinin ve sade Krom-Nikel telin uzama değerleri aşağıdaki grafikte verilmiştir.(Şekil IV.4)



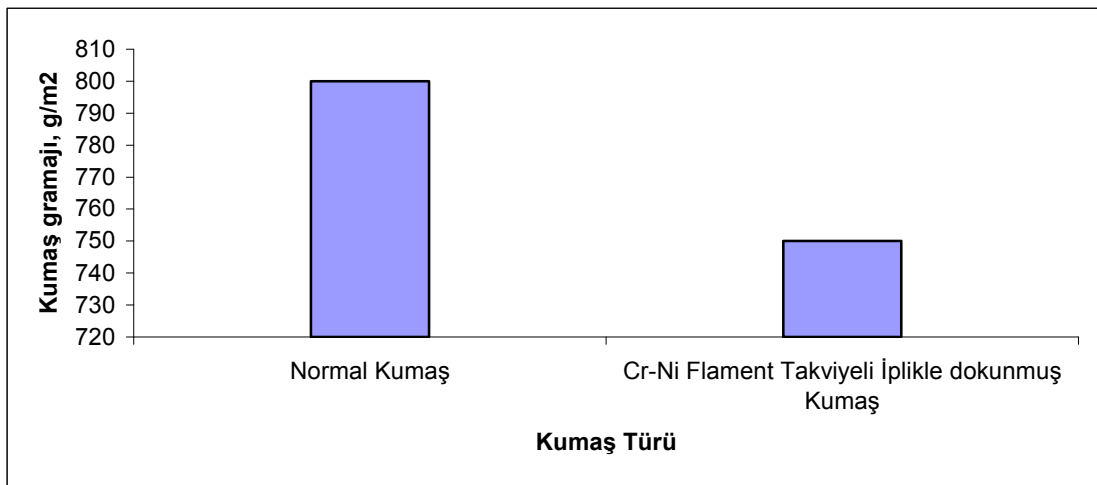
Şekil IV.4 Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliklerin,Çözümlü ipliğinin,Atkı ipliğinin Ve Çalışmada Kullanılan Krom-Nikel Tellerin Uzama % Grafiği

Şekil IV.4 incelendiğinde, çözgü ipliğın uzama derginin en yüksek olduğu sonra ise atkı ipliğinin olduğu görölmektedir.

IV.2. KUMAŞ TESTLERİNDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

IV.2.1. Kumaşta Gramaj Tayini

Çalışmada kullanılan krom-nikel filament takviyeli ipliklerle örölmüş tekstil yüzeyi ile normal atkı ve çözgü iplikleri ile dokunmuş kumaşın gramajları aşağıdaki grafikte verilmiştir.

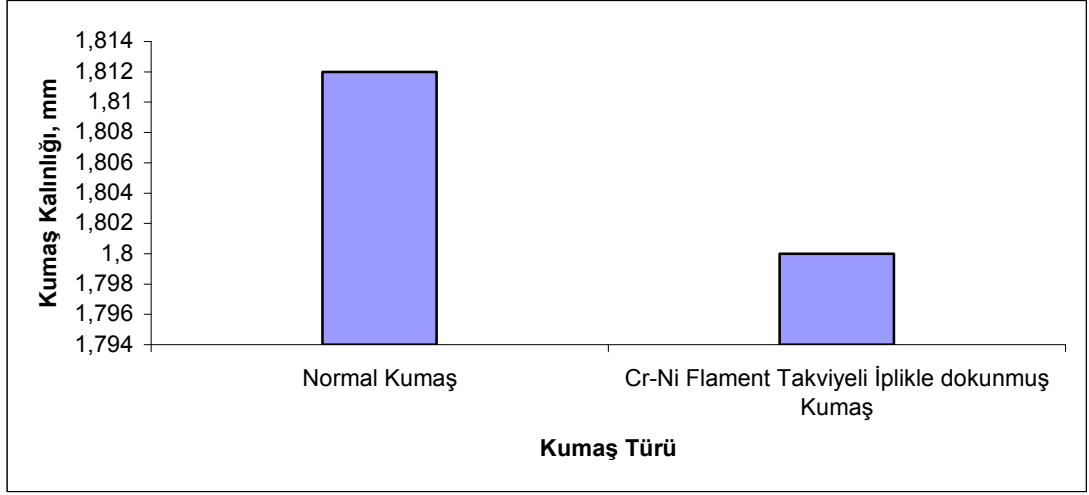


Şekil IV.5 Farklı Kumaş Türlerine Ait Kumaş Gramaj Grafiğı

Şekil IV.5 incelendiğinde normal kumaşın gramajının krom nikel filament takviyeli iplikle dokunmuş yüzeyden daha yüksek olduğu görölmektedir.

IV.2.2. Kumaş Kalınlık Değeri

Çalışmada kullanılan krom-nikel filament takviyeli ipliklerle örölmüş tekstil yüzeyi ile normal atkı ve çözgü iplikleri ile dokunmuş kumaşın gramajları aşağıdaki grafikte verilmiştir



Şekil IV.6 Farklı Kumaş Türlerine Ait Kumaş Kalınlığı Grafiği

Şekil IV.6 incelendiğinde, normal kumaşın krom nikel filament takviyeli iplikle dokunmuş kumaşa göre daha kalın olduğu görülmektedir.

IV.2.3. Kumaş Sürtünme Dayanımı Değerleri

Kumaş sürtünme dayanımı testi krom-nikel filament iplik takviyeli kumaşa uygulanmamıştır. Çünkü krom nikel etrafına sarılan malzeme sürtünmeye karşı dayanımı azdır ama kopması zordur ve sürtünme esnasında krom-nikel tel diğer iplikleri(atkı ve çözgü) kopardığı için sağlıklı bir sonuç alınamamıştır. Sade kumaşa uygulanan değere bakıldığında ise kumaşın gramajı ve iplik numaralarına göre sürtünme değeri sonucu normal olduğu görülmüştür.

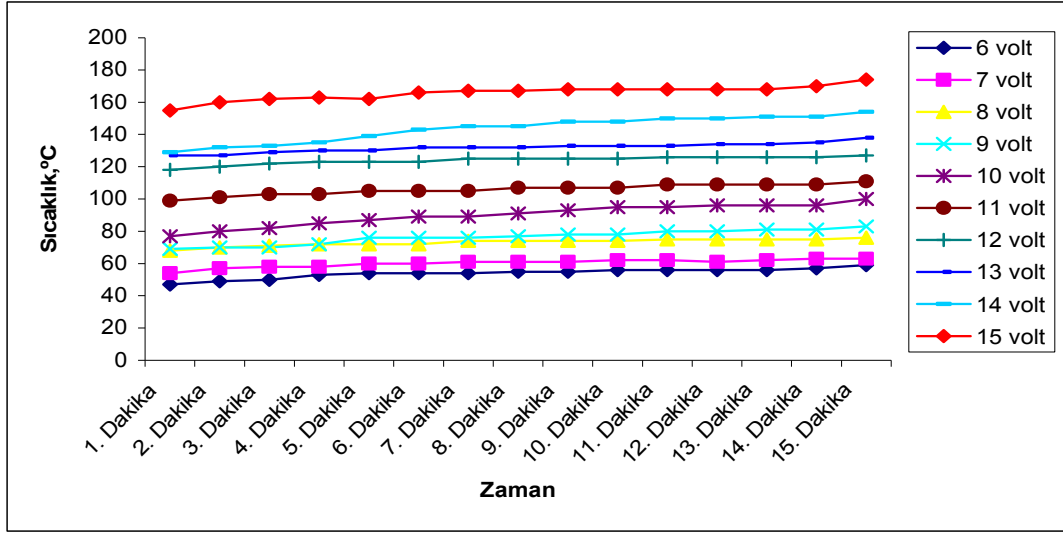
IV.2.3 Kumaş Boncuklanma Değerleri

Krom-nikel filament takviyeli ipliklerle dokunan kumaşın boncuklanma değeri, çekirdek ipliksiz dokunan tekstil yüzeyi ile aynı olduğu görülmüştür. Ama elde edilen sonucun, kumaş yapısında kullanılan ipliğin durumuna göre normal olduğu saptanmıştır.

IV.3.ELEKTRİK VE ISITMA TESTLERİNDEN ELDE EDİLEN DEĞERLERİ

IV.3.1 İpliğe Verilen Gerilim İle Alınan Isının Değerlendirilmesi

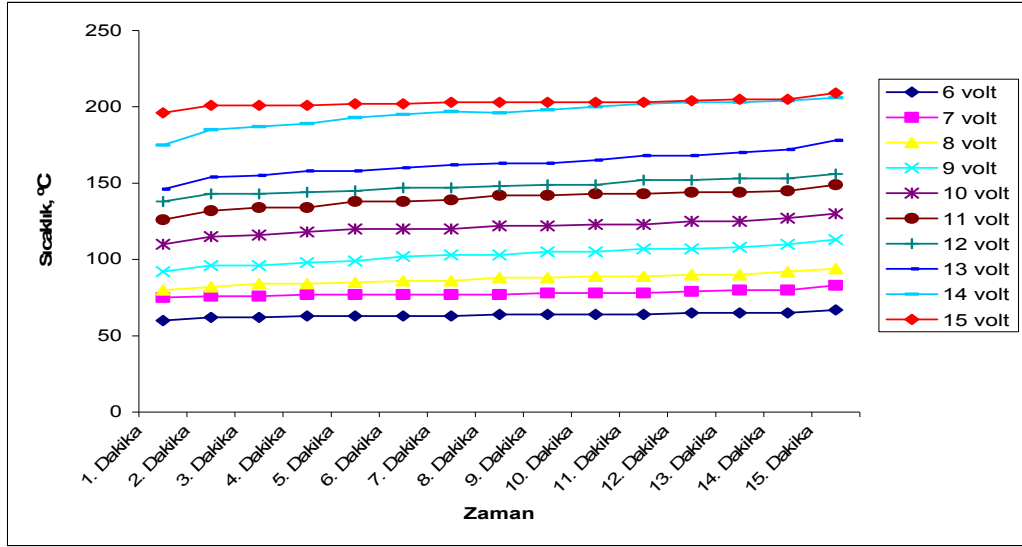
55 cm uzunluğundaki ve 0.20 mm tele ait sıcaklık-zaman grafiği(Şekil IV.7)verilmiştir.



Şekil IV.7 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm Çapındaki Tele Ait Sıcaklık-Zaman Grafiği

Şekil IV.7 deki şekil incelendiğinde, uygulanan gerilimlerden zamana bağlı olarak alınan ısı enerjisi miktarı ilk 10 dakika içerisinde yükselme gösterirken, bu noktadan itibaren zamana bağlı değişim hemen hemen sabit kalmaktadır. Kumaşa verilen gerilim miktarı arttıkça kumaştan alınan ısı enerjisi miktarı da artmaktadır.

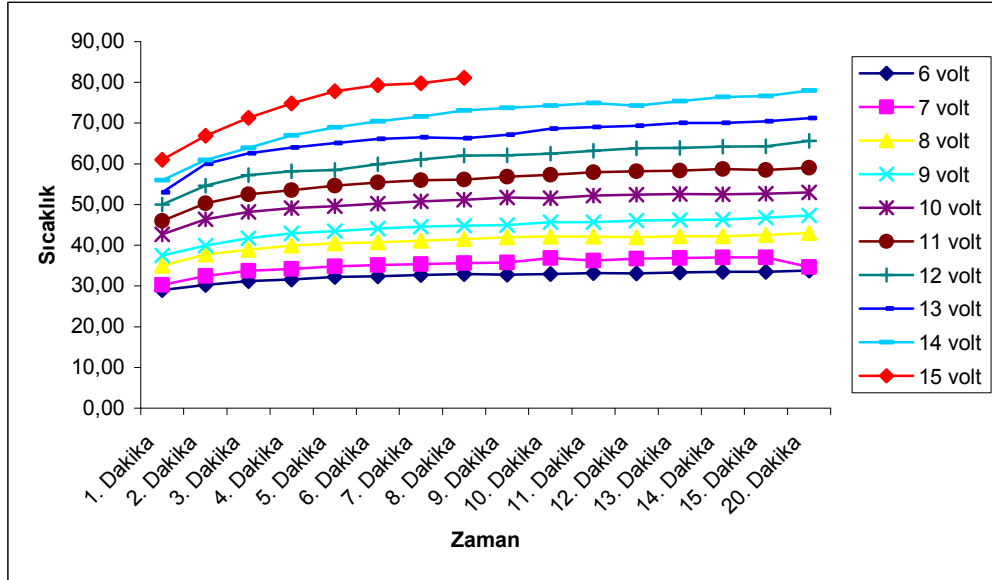
(Şekil IV.8) de 55 cm uzunluğundaki ve 0.25 mm tele ait sıcaklık-zaman grafiği verilmiştir.



Şekil IV.8 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm Çapındaki Tele Ait Sıcaklık -Zaman Grafiği

Şekil IV.8 deki şekil incelendiğinde, uygulanan gerilimlerden zamana bağlı olarak alınan ısı enerjisi miktarı ilk 10 dakika içerisinde yükselme gösterirken, bu noktadan itibaren zamana bağlı değişim hemen hemen sabit kalmaktadır. Kumaşa verilen gerilim miktarı arttıkça kumaştan alınan ısı enerjisi miktarı da artmaktadır.

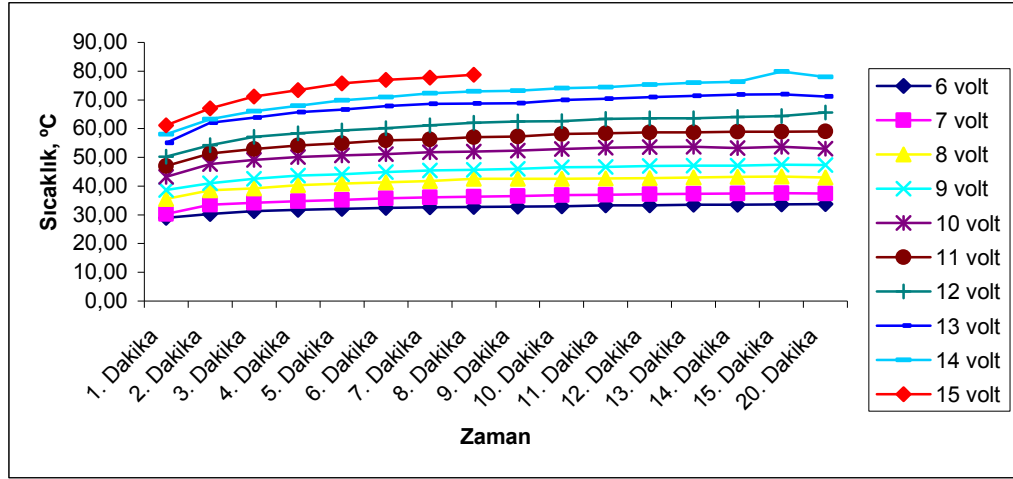
(Şekil IV.9) de de 55 cm uzunluğundaki ve 0.25 mm çapındaki Krom-Nikel filament takviyeli PES ipliğe ait sıcaklık-zaman grafiği verilmiştir.



Şekil IV.9 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel Filament takviyeli PES İpliğe Ait Sıcaklık -Zaman Grafiği

Şekil IV.9 deki şekil incelendiğinde, uygulanan gerilimlerden zamana bağlı olarak alınan ısı enerjisi miktarı ilk 10 dakika içerisinde yükselme gösterirken, bu noktadan itibaren zamana bağlı değişim hemen hemen sabit kalmaktadır. Kumaşa verilen gerilim miktarı arttıkça kumaştan alınan ısı enerjisi miktarı da artmaktadır.

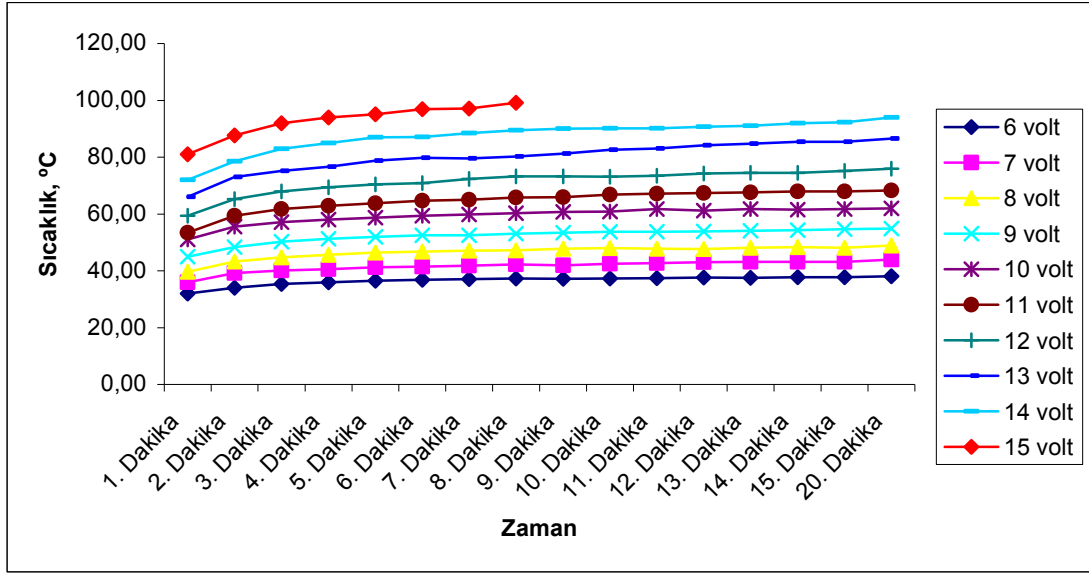
(Şekil IV.10) de de 55 cm uzunluğundaki ve 0.25 mm çapındaki Krom-Nikel filament takviyeli pamuk ipliğe ait sıcaklık-zaman grafiği verilmiştir.



Şekil IV.10 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel Filament Takviyeli Pamuk İpliğe Ait Sıcaklık -Zaman Grafiği

Şekil IV.10 deki şekil incelendiğinde, uygulanan gerilimlerden zamana bağlı olarak alınan ısı enerjisi miktarı ilk 10 dakika içerisinde yükselme gösterirken, bu noktadan itibaren zamana bağlı değişim hemen hemen sabit kalmaktadır. Kumaşa verilen gerilim miktarı arttıkça kumaştan alınan ısı enerjisi miktarı da artmaktadır.

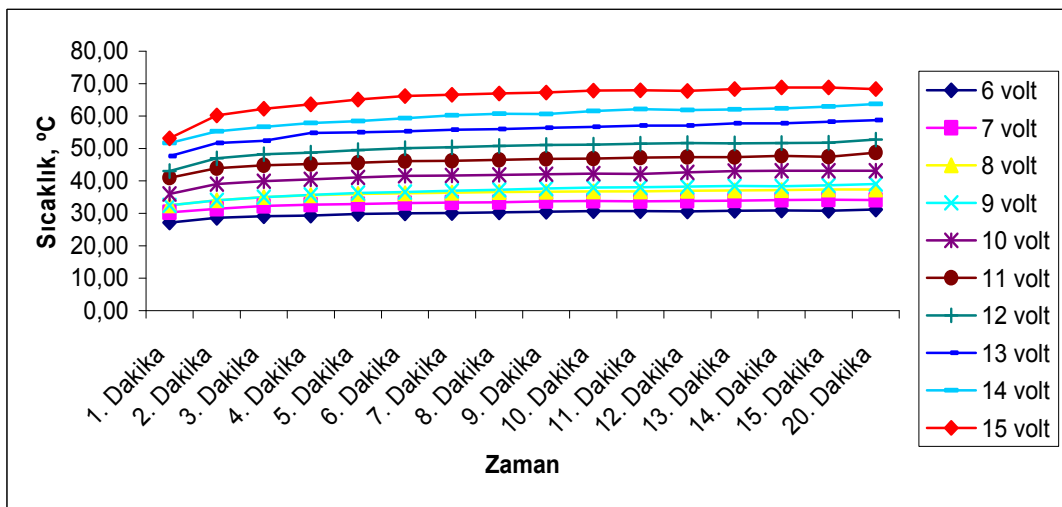
(Şekil IV.11) de de 55 cm uzunluğundaki ve 0.25 mm çapındaki Krom-Nikel filament takviyeli yün ipliğe ait sıcaklık-zaman grafiği verilmiştir.



Şekil IV.11 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel filament Takviyeli Yün İpliğe Ait Sıcaklık -Zaman Grafiği

Şekil IV.11 deki şekil incelendiğinde, uygulanan gerilimlerden zamana bağlı olarak alınan ısı enerjisi miktarı ilk 10 dakika içerisinde yükselme gösterirken, bu noktadan itibaren zamana bağlı değişim hemen hemen sabit kalmaktadır. Kumaşa verilen gerilim miktarı arttıkça kumaştan alınan ısı enerjisi miktarı da artmaktadır.

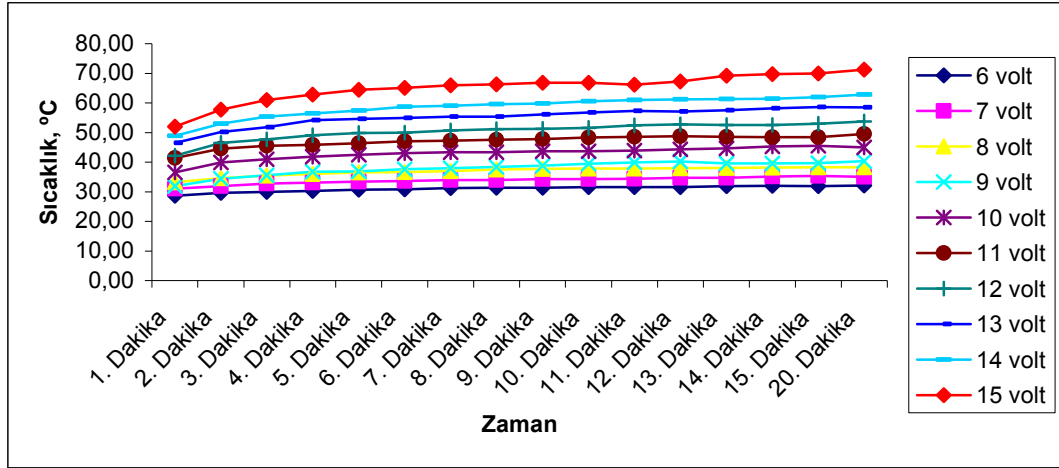
Şekil IV.12 da 55 cm uzunluğundaki ve 0.20 mm çapındaki Krom-Nikel filament takviyeli PES ipliğe ait sıcaklık- zaman grafiği verilmiştir.



Şekil IV.12 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel filament Takviyeli PES İpliğe Ait Sıcaklık -Zaman Grafiği

Şekil IV.12 deki şekil incelendiğinde, uygulanan gerilimlerden zamana bağlı olarak alınan ısı enerjisi miktarı ilk 10 dakika içerisinde yükselme gösterirken, bu noktadan itibaren zamana bağlı değişim hemen hemen sabit kalmaktadır. Kumaşa verilen gerilim miktarı arttıkça kumaştan alınan ısı enerjisi miktarı da artmaktadır.

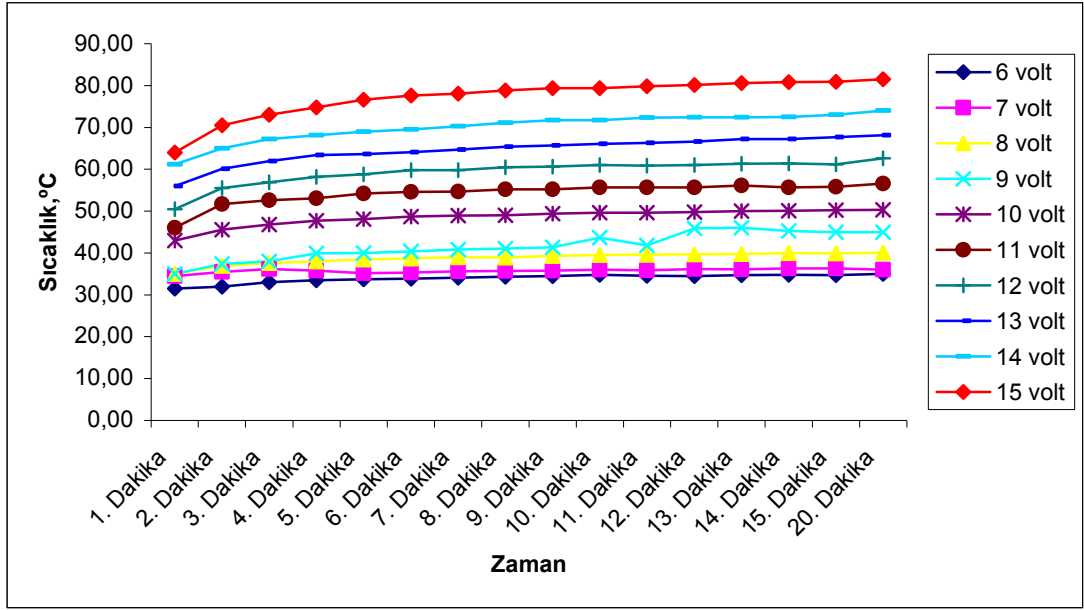
(Şekil IV.13) de de 55 cm uzunluğundaki ve 0.20 mm çapındaki Krom-Nikel filament takviyeli pamuk ipliğe ait sıcaklık- zaman grafiği verilmiştir.



Şekil IV.13 55 cm Uzunluğundaki Ve 0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel Filament Takviyeli Pamuk İpliğe Ait Sıcaklık -Zaman Grafiği

Şekil IV.13 deki şekil incelendiğinde, uygulanan gerilimlerden zamana bağlı olarak alınan ısı enerjisi miktarı ilk 10 dakika içerisinde yükselme gösterirken, bu noktadan itibaren zamana bağlı değişim hemen hemen sabit kalmaktadır. Kumaşa verilen gerilim miktarı arttıkça kumaştan alınan ısı enerjisi miktarı da artmaktadır.

(Şekil IV.14) de de 55 cm uzunluğundaki ve 0.20 mm çapındaki Krom-Nikel filament takviyeli yün ipliğe ait sıcaklık-zaman grafiği verilmiştir.

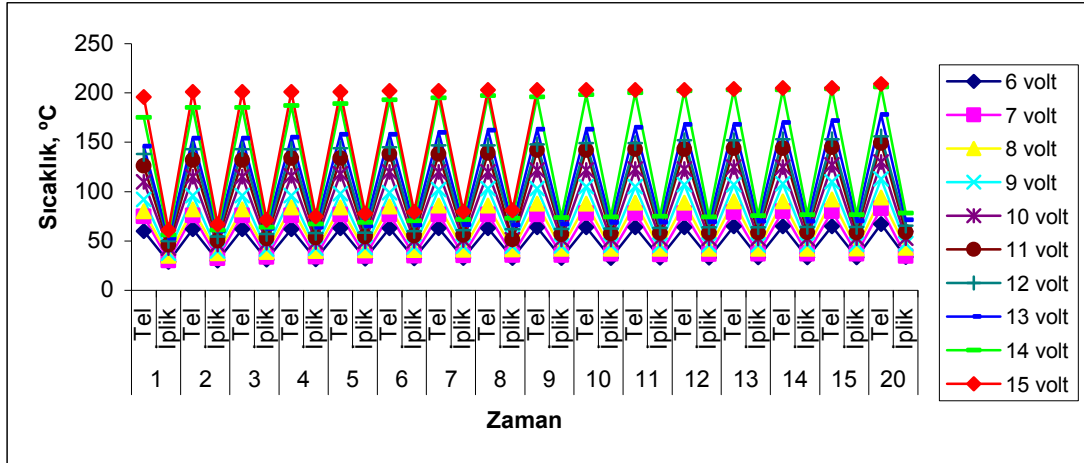


Şekil IV.14 55 cm Uzunluğunda Ve 0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel Filament Takviyeli Yün İpliğe Ait Sıcaklık-Zaman Değişimi

Şekil IV.14 deki şekil incelendiğinde, uygulanan gerilimlerden zamana bağlı olarak alınan ısı enerjisi miktarı ilk 10 dakika içerisinde yükselme gösterirken, bu noktadan itibaren zamana bağlı değişim hemen hemen sabit kalmaktadır. Kumaşa verilen gerilim miktarı arttıkça kumaştaki alınan ısı enerjisi miktarı da artmaktadır.

Aşağıdaki şekilde uygulanan gerilime bağlı olarak krom nikel tel ve iplik üzerinden alınan ısı dereceleri değişimi verilmiştir. Bu değişimlerin ifade edilmesinde aynı ipliklerin hem merkezlerinde yer alan krom nikel telin ısı derecesi ölçülmüş ve hem de kaplama malzemesi olan yün, pamuk ve PES in ısı derecesi ölçülmüştür. Grafiklerin açıklanmasında aynı ipliğin hem teli hem de çekirdek ipliğin kendisi dikkate alınmıştır.

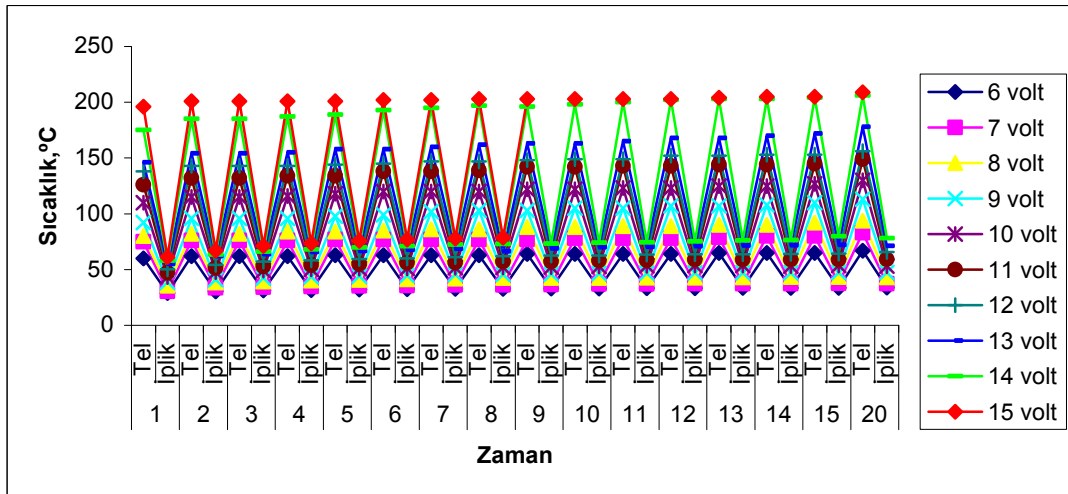
Aşağıdaki şekilde(Şekil IV.15) 0.25 mm çapındaki ve 55 cm uzunluğundaki krom-nikel tel ve krom-nikel üzerine PES sarılarak elde edilen krom-nikel filament takviyeli ipliklerden elde edilen sıcaklık-zaman grafiği karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil IV.15 0.25 mm Çaplı Krom Nikel Tel Takviyeli Çekirdek İpliklerin Zamana Bağlı Tel Ve Çekirdek İplik Isı Değişimi.

Şekil incelendiğinde zaman artışına karşılık uygulanan gerilimlerden alınan ısı derecelerinin hem krom nikel telde hem de iplikte hafif bir artış göstererek yükseldiği görülmektedir. Çekirdek ipliğin merkezinde kullanılan krom nikel telin ısı enerjisinin belli oranda kaplama malzemesine yansıdığı açıktır. Krom-nikel telde ölçülen ısının 6 volt 1. dakikada %48,3'ü, 6 volt 20. dakikada % 50,44'ü, 15 volt 1. dakikada %31,2'si ve 15 volt 8. dakikada %40'ı iplik yüzeyine yansımıştır (iplikyüzeyinde ölçülen değer).

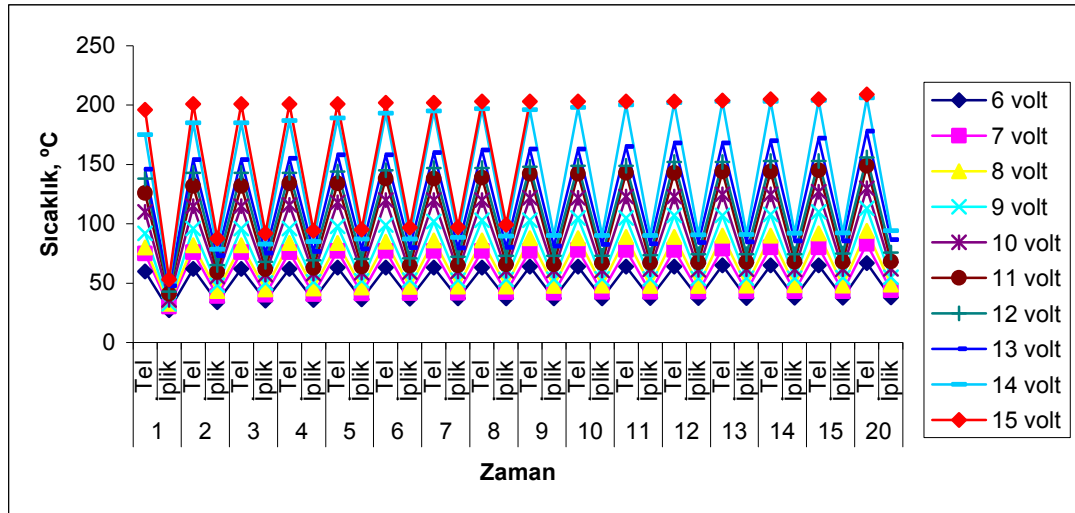
Aşağıdaki şekilde (Şekil IV.16) 0.25 mm çapındaki ve 55 cm uzunluğundaki krom-nikel tel ve krom-nikel üzerine Pamuk sarılarak elde edilen krom-nikel filament takviyeli ipliklerden elde edilen sıcaklık-zaman grafiği karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil IV.16 0.25 mm Çapındaki Ve 55 cm Uzunluğundaki Krom-Nikel Tel Ve Krom-Nikel üzerine Pamuk Sarılarak Elde Edilen Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliklerden Elde Edilen Isı Enerjisinin Karşılaştırmalı Sıcaklık-Zaman Grafiği

Şekil incelendiğinde zaman artışına karşılık uygulanan gerilimlerden alınan ısı derecelerinin hem krom nikel telde hem de iplikte hafif bir artış göstererek yükseldiği görülmektedir. Çekirdek ipliğin merkezinde kullanılan krom nikel telin ısı enerjisinin belli oranda kaplama malzemesine yansıdığı açıktır. Bu şekilde krom-nikel telde ölçülen ısınnın 6 volt 1. dakikada %48,3'ü, 6 volt 20. dakikada % 50,4'ü ve 15 volt 1. dakika %31,2'ü 15 volt 8.dakika %39 iplik yüzeyine çıkmıştır(iplik yüzeyinde ölçülen değer).

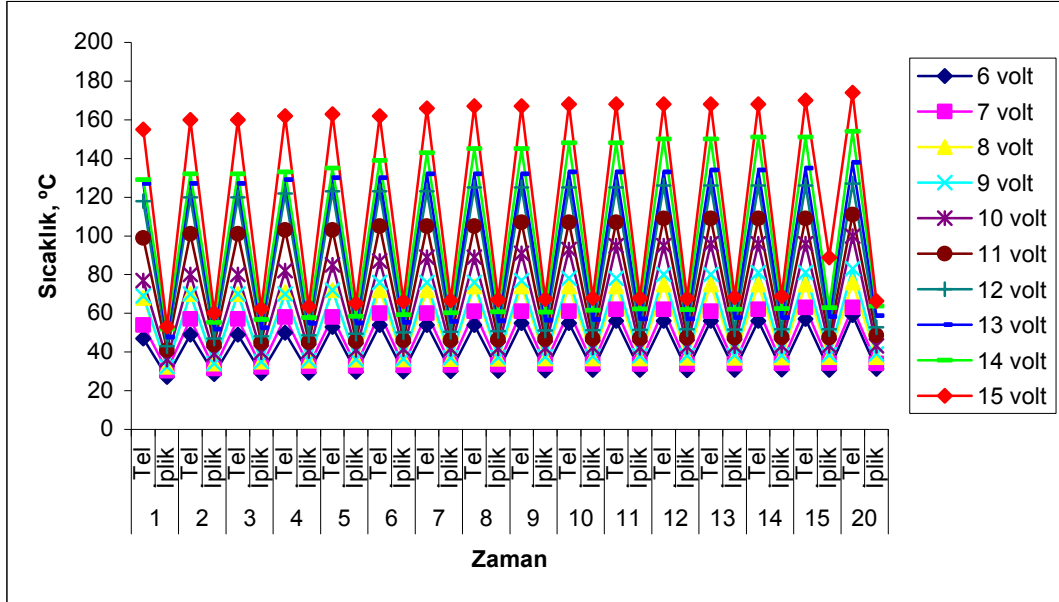
Aşağıdaki şekilde(Şekil IV.17) 0.25 mm çapındaki ve 55 cm uzunluğundaki krom-nikel tel ve krom-nikel üzerine yün sarılarak elde edilen krom-nikel filament takviyeli ipliklerden elde edilen sıcaklık-zaman grafiği karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil IV.17 0.25 mm Çapındaki Ve 55 cm Uzunluğundaki Krom-Nikel Tel Ve Krom-Nikel üzerine Yün Sarılarak Elde Edilen Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliklerden Elde Edilen Alınan Isı Enerjisinin Karşılaştırmalı Sıcaklık-Zaman Grafiği

Şekil incelendiğinde zaman artışına karşılık uygulanan gerilimlerden alınan ısı derecelerinin hem krom nikel telde hem de iplikte hafif bir artış göstererek yükseldiği görülmektedir. Çekirdek ipliğin merkezinde kullanılan krom nikel telin ısı enerjisinin belli oranda kaplama malzemesine yansıdığı açıktır. Bu şekilde krom-nikel telde ölçülen ısınnın 6 volt 1. dakikada %45,3'ü, 6 volt 20. dakikada % 56,8'ü ve 15 volt 1. dakika %27, 15 volt 8. dakika %47,88 iplik yüzeyine çıkmıştır(iplik yüzeyinde ölçülen değer).

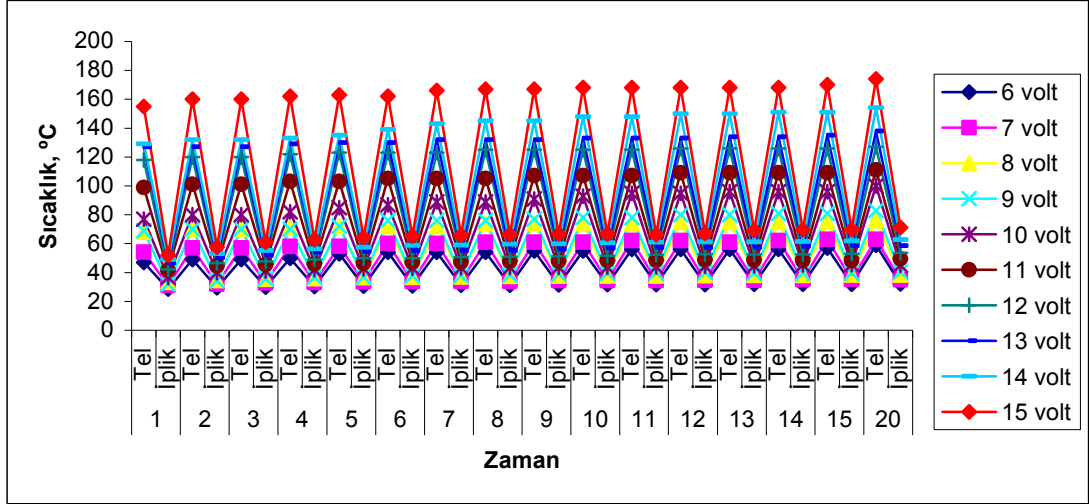
Aşağıdaki şekilde(Şekil IV.18) 0.20 mm çapındaki ve 55 cm uzunluğundaki krom-nikel tel ve krom-nikel üzerine PES sarılarak elde edilen krom-nikel filament takviyeli ipliklerden elde edilen sıcaklık-zaman grafiği karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil IV.18 0.20 mm Çapındaki Ve 55 cm Uzunluğundaki Krom-Nikel Tel Ve Krom-Nikel üzerine PES Sarılarak Elde Edilen Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliklerden Elde Edilen Isı Enerjisinin Karşılaştırmalı Sıcaklık-Zaman Grafiği

Şekil incelendiğinde zaman artışına karşılık uygulanan gerilimlerden alınan ısı derecelerinin hem krom nikel telde hem de iplikte hafif bir artış göstererek yükseldiği görülmektedir. Çekirdek ipliğin merkezinde kullanılan krom nikel telin ısı enerjisinin belli oranda kaplama malzemesine yansıdığı açıktır. Bu şekilde krom-nikel telde ölçülen ısınnın 6 volt 1. dakikada %57'ü, 6 volt 20. dakikada % 5 ve 15 volt 1. dakika %27, 15 volt 20. dakika %38 iplik yüzeyine çıkmıştır.(iplik yüzeyinde ölçülen değer)

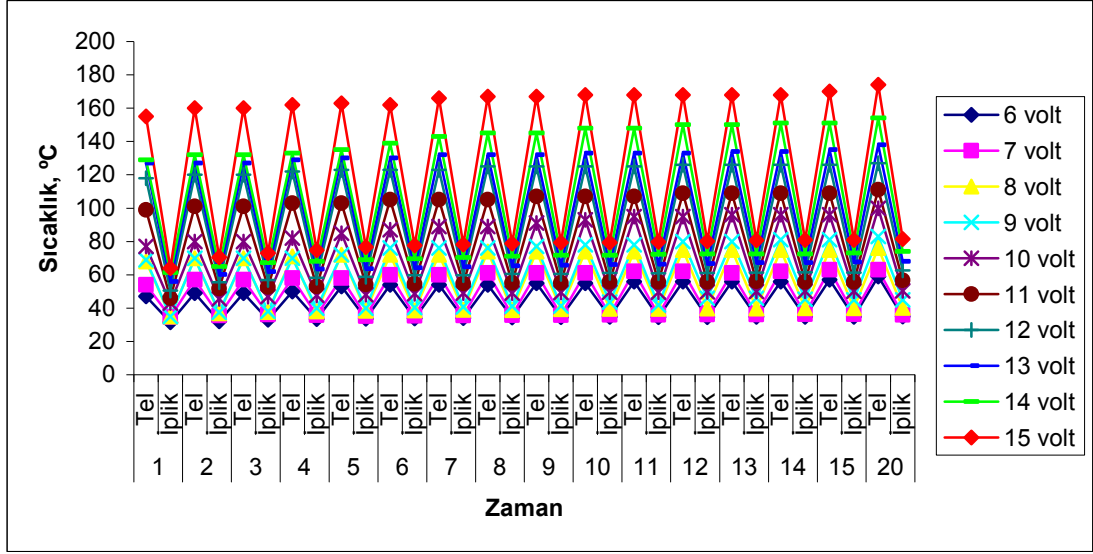
Aşağıdaki şekilde(Şekil IV.19) 0.20 mm çapındaki ve 55 cm uzunluğundaki krom-nikel tel ve krom-nikel üzerine Pamuk sarılarak elde edilen krom-nikel filament takviyeli ipliklerden elde edilen sıcaklık-zaman grafiği karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil IV.19 0.20 mm Çapındaki Ve 55 cm Uzunluğundaki Krom-Nikel Tel Ve Krom-Nikel üzerine Pamuk Sarılarak Elde Edilen Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliklerden Elde Edilen Isı Enerjisinin Karşılaştırmalı Sıcaklık-Zaman Grafiği

Şekil incelendiğinde zaman artışına karşılık uygulanan gerilimlerden alınan ısı derecelerinin hem krom nikel telde hem de iplikte hafif bir artış göstererek yükseldiği görülmektedir. Çekirdek ipliğin merkezinde kullanılan krom nikel telin ısı enerjisinin belli oranda kaplama malzemesine yansıdığı açıktır. Bu şekilde krom-nikel telde ölçülen ısı 6 volt 1. dakikada %61'ü, 6 volt 20. dakikada % 52 ve 15 volt 1. dakika %34 , 15 volt 20. dakika %41 iplik yüzeyine çıkmıştır. (iplik yüzeyinde ölçülen değer)

Aşağıdaki şekilde (Şekil IV.20) 0.20 mm çapındaki ve 55 cm uzunluğundaki krom-nikel tel ve krom-nikel üzerine Yün sarılarak elde edilen krom-nikel filament takviyeli ipliklerden elde edilen Sıcaklık-zaman grafiği karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil IV.20 0.20 mm Çapındaki Ve 55 cm Uzunluğundaki Krom-Nikel Tel Ve Krom-Nikel üzerine Yün Sarılarak Elde Edilen Krom-Nikel Filament Takviyeli İpliklerden Elde Edilen Isı Enerjisinin Karşılaştırmalı Sıcaklık-Zaman Grafiği

Şekil incelendiğinde zaman artışına karşılık uygulanan gerilimlerden alınan ısı derecelerinin hem krom nikel telde hem de iplikte hafif bir artış göstererek yükseldiği görülmektedir. Çekirdek ipliğin merkezinde kullanılan krom nikel telin ısı enerjisinin belli oranda kaplama malzemesine yansıdığı açıktır. Bu şekilde krom-nikel telde ölçülen ısınnın 6 volt 1. dakikada %67'ü, 6 volt 20. dakikada % 59,33 ve 15 volt 1. dakika %41 ,15 volt 20. dakika %47 iplik yüzeyine çıkmıştır.(iplik yüzeyinde ölçülen değer)

IV.3.2. Dokunan Kumaşın Isıtma Odası, Isıtma Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sıcaklığın ilk etkisi rahatsızlık hissidir. Kişi 17- 23 derece arasında rahat yaşama ve çalışma olanaklarına sahiptir. Sıcaklık rahatsızlık kaynağı olmaya başlayınca kişinin iş verimliliği de düşürür[5].

Çeşitli iş türleri için gerektirmesi nedeniyle sıcakta yürütülürler. Sıcakta çalışma, özellikle nemliyse, kişide rahatsızlık duygusu yaratır, gerekli önlem alınmazsa da çeşitli sağlık problemlerinin ortaya çıkmasına neden olur. Sıcak, bireyin psikolojik direncini azaltır, iş güdüsünü ve iş verimliliğini düşürür [6].

İş kazalarında 30 dereceden sonra artış saptanmıştır. Bu nedenle işyeri sıcaklıklarının 30 derecenin altında tutulmasına özen gösterilmelidir.

Çabuk yorulma, düşünme sürecinde yavaşlama, kapasitesinde azalma, dikkatte azalma ve buna bağlı olarak hata ve kaza yapma oranında artma olur.

İnsanın verimli çalışması beyni ile elleri arasındaki uyuma bağlıdır. Bunun için soğukta yapılan çalışmalarda ısıнын ortalama 37 derece olan vücut ısısının altına düşmemesi çalışmanın rahat sürdürülebilmesi için zorunludur [6].

El sıcaklığı 15 derecenin altına düştüğünde adale ve eklem işlevlerinin kısıtlanması, uyuşmaya bağlı olarak dokunma hissinin kaybolması sonucunda verimlilik düşer, hata ve kaza yapma sıklığı artar.

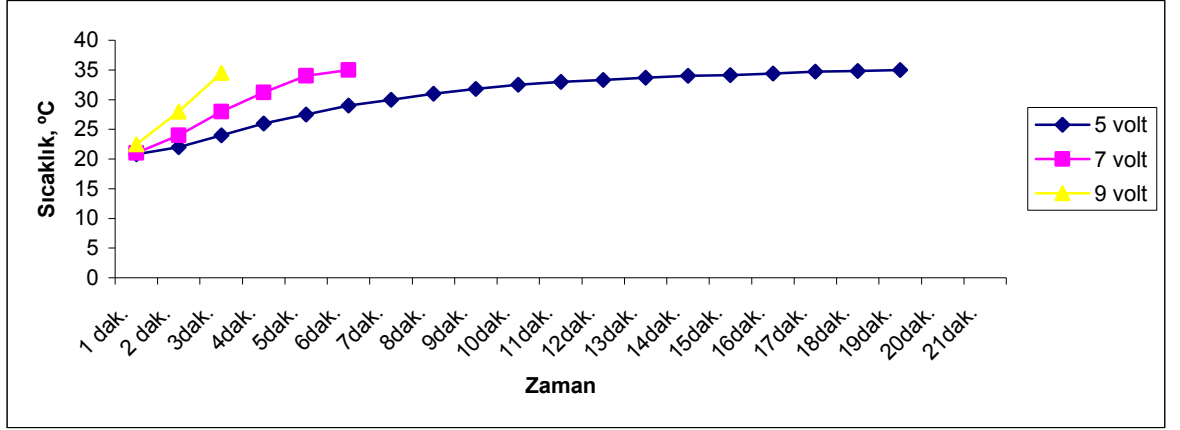
Soğukta, nemli ve rüzgarlı ortamda çalışanlarda akut ya da kronik akciğer hastalıkları, romatizmal hastalıklar ve grip görülür.

Çalışma yerindeki sıcaklık durumu, aşağıdaki hususları dikkate alarak, mahalli iklim şartlarına uygun olarak ayarlanmalıdır [38].

- Havanın sıcaklığı
- Bağıl nemlilik
- Havanın akış hızı
- Isı ışıması
- Yapılan işin fiziki yorgunluğu
- Elbisenin, çalışma teçhizatının ve özel koruyucu teçhizatın özellikleri.

Yukarıdaki bilgilerin ışığında, insan sağlığı açısından çalışma esnasındaki tavsiye edilen en yüksek sıcaklık 30 °C' dir. Bu çalışmada en yüksek sıcaklık bu seviyenin üstü olan 35 °C seçilmiştir. Aşağıdaki şekillerin yorumlanmasında ısıtma odasının 20 °C'den 35 °C sıcaklığa çıkışı esnasındaki zaman referans olarak alınmıştır.

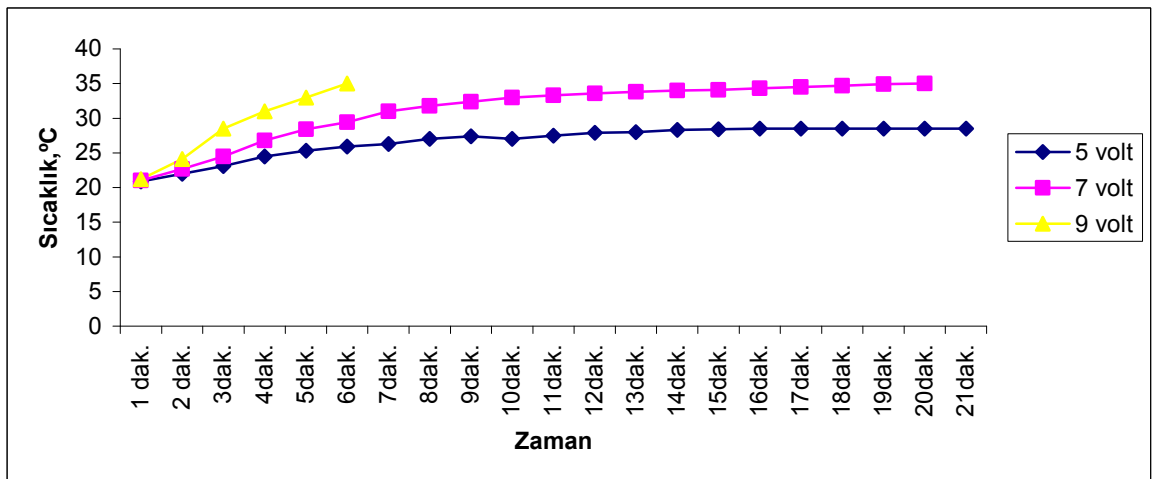
Aşağıdaki Şekilde (Şekil IV.21) 0.25 mm çapındaki krom nikel tel ile 4+1 (4 adet normal atkı ipliği 1 adet krom nikel filament takviyeli iplik)atki iplik sırası ile dokunmuş kumaşın 1 m³ hacmi ısıtma değişimi grafiği verilmiştir.



Şekilde IV.21 0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 4+1 (4 Adet Normal Atkı İpliği 1 Adet Krom-Nikel Filament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m³ Hacmi Isıtma Değişimi

Şekil IV.21 incelendiğinde; dokunan tekstil yapısına 5 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık dereesi olan 35 °C' yi 19 dakikada sağladığı görülmektedir. 7 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık dereesi olan 35 °C' yi 6 dakikada sağladığı görülmektedir. 9 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık dereesi olan 35 °C' yi 3 dakikada sağladığı görülmektedir.

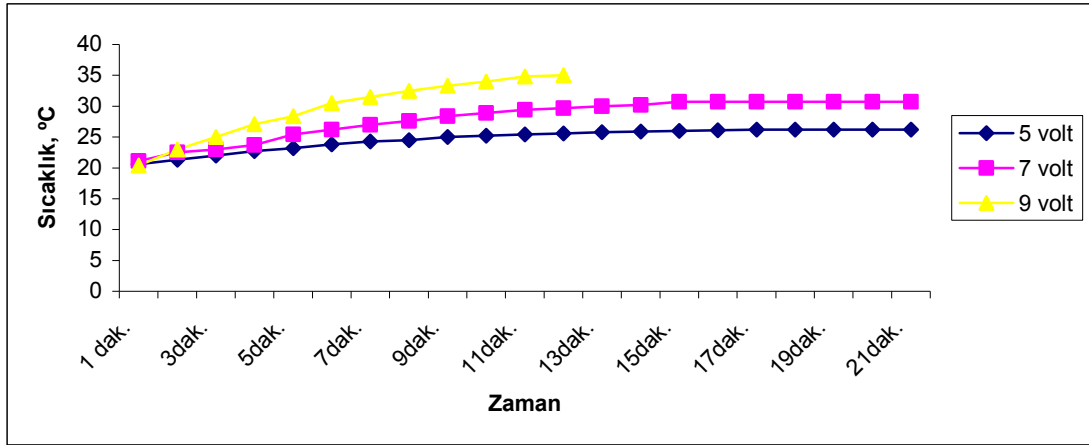
Aşağıdaki Şekilde (Şekil IV.22) 0.25 mm çapındaki krom nikel tel ile 8+1 (8 adet normal atkı ipliği 1 adet krom nikel filament takviyeli iplik)atkı iplik sırası ile dokunmuş kumaşın 1 m³ hacmi ısıtma grafiği verilmiştir



Şekilde IV.22 0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 8+1 (8 Adet Normal Atkı İpliği 1 Adet Krom-Nikel Filament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m³ Hacmi Isıtma Değişimi

Şekil IV.22 incelendiğinde; dokunan tekstil yapısına 5 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık derecesi olan 35 °C' ye çıkamayıp 13.dakikadan sonra sıcaklığın 28 °C' de sabit kaldığı görülmektedir. 7 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık derecesi olan 35 °C' ye 20. dakikada sağladığı görülmektedir. 9 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık dereesi olan 35 °C' ye 6 dakikada sağladığı görülmektedir.

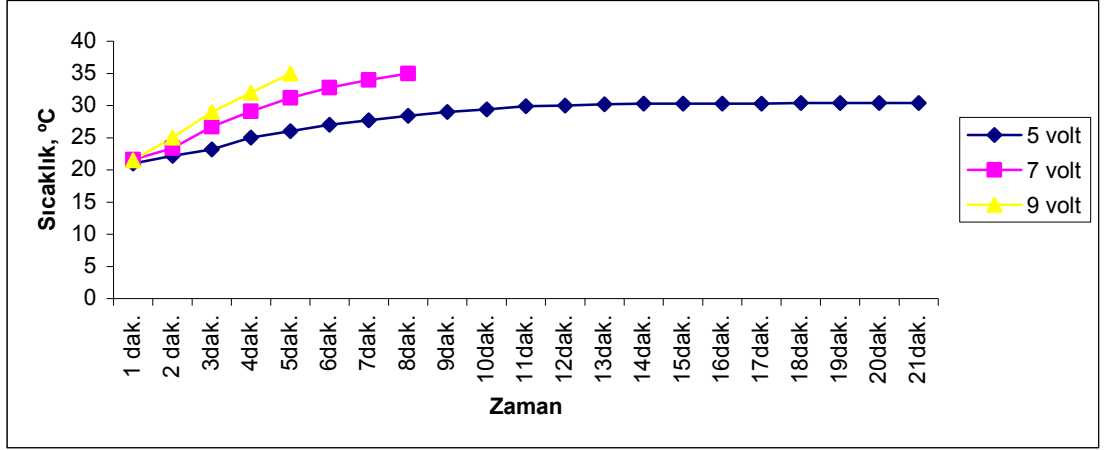
Aşağıdaki Şekilde (Şekil IV.23) 0.25 mm çapındaki krom nikel tel ile 12+1 (12 adet normal atkı ipliği 1 adet krom nikel filament takviyeli iplik)atki iplik sırası ile dokunmuş kumaşın 1 m³ hacmi ısıtma değişimi grafiği verilmiştir.



Şekilde IV.23 0.25 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 12+1 (12 Adet Normal Atkı İpliği + 1 Adet Krom-Nikel Filament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m³ hacmi ısıtma Değişimi

Şekil IV.23 incelendiğinde; dokunan tekstil yapısına 5 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık derecesi olan 35 °C' ye çıkamayıp 15.dakikadan sonra sıcaklığın 26 °C' de sabit kaldığı görülmektedir. 7 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık derecesi olan 35 °C' ye çıkamayıp 13.dakikadan sonra sıcaklığın 30 °C de kaldığı görülmektedir. 9 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık dereesi olan 35 dereceye 12 dakikada sağladığı görülmektedir.

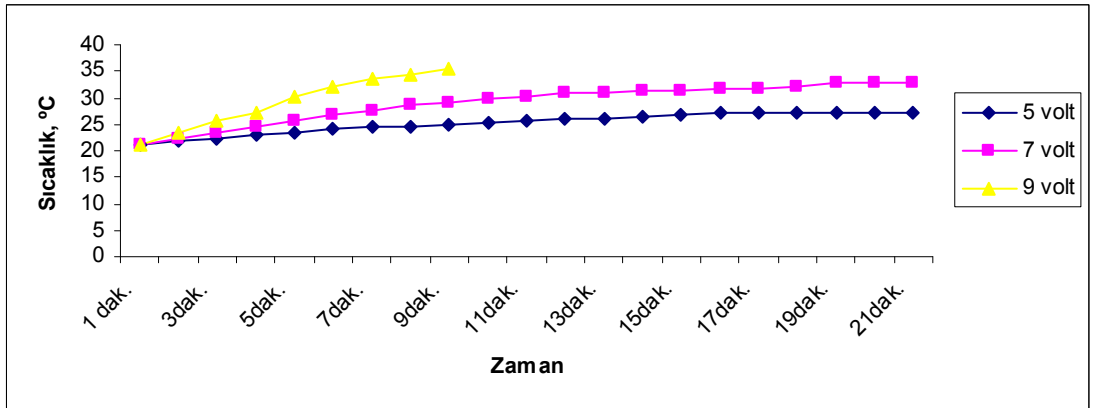
Aşağıdaki Şekilde (Şekil IV.24) 0.20 mm çapındaki krom nikel tel ile 4+1 (4 adet normal atkı ipliği 1 adet krom nikel filament takviyeli iplik)atki iplik sırası ile dokunmuş kumaşın 1 m³ hacmi ısıtma değişimi grafiği verilmiştir.



Şekilde IV.24 0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 4+1 (4 Adet Normal Atkı İpliği 1 Adet Krom-Nikel Filament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m³ Hacmi Isıtma Değişimi

Şekil IV.24 incelendiğinde; dokunan tekstil yapısına 5 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık derecesi olan 35 °C' ye çıkamayıp 12.dakikadan sonra sıcaklığın 30 °C' de sabit kaldığı görülmektedir. 7 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık dereesi olan 35 dereceye 8 dakikada sağladığı görülmektedir. 9 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık dereesi olan 35 dereceye 5 dakikada sağladığı görülmektedir.

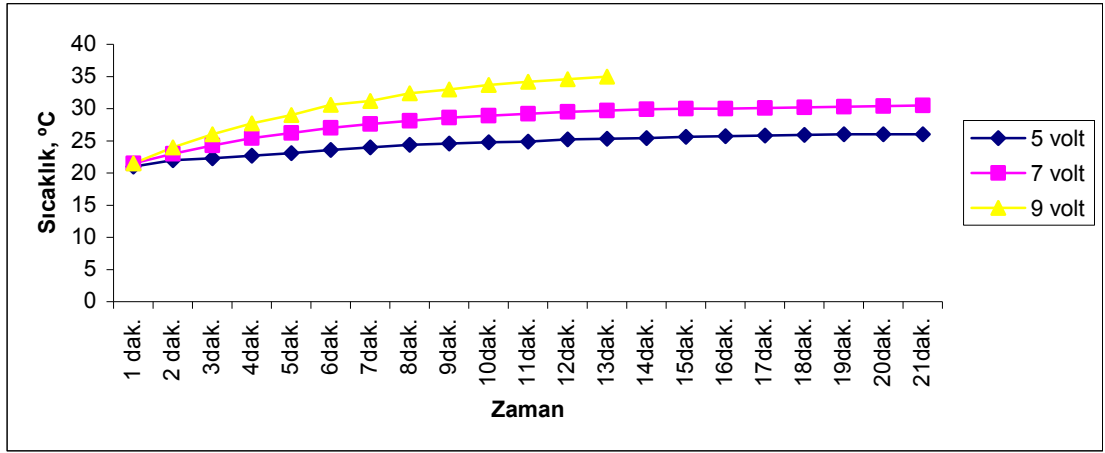
Aşağıdaki Şekilde (Şekil IV.25) 0.20 mm çapındaki krom nikel tel ile 8+1 (8 adet normal atkı ipliği 1 adet krom nikel filament takviyeli iplik)atkı iplik sırası ile dokunmuş kumaşın 1 m³ hacmi ısıtma değişimi grafiği verilmiştir.



Şekilde IV.25 0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 8+1 (8 Adet Normal Atkı İpliği 1 Adet Krom-Nikel Filament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m³ Hacmi Isıtma Değişimi

Şekil IV.25 incelendiğinde; dokunan tekstil yapısına 5 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık derecesi olan 35 °C' ye çıkamayıp 16.dakikadan sonra sıcaklığın 27 °C' de sabit kaldığı görülmektedir. 7 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık derecesi olan 35 °C' ye çıkamayıp 15.dakikadan sonra sıcaklığın 30 °C de kaldığı görülmektedir. 9 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık dereesi olan 35 dereceye 9 dakikada sağladığı görülmektedir.

Aşağıdaki Şekilde (Şekil IV.26) 0.20 mm çapındaki krom nikel tel ile 12+1 (12 adet normal atkı ipliği 1 adet krom nikel filament takviyeli iplik)atki iplik sırası ile dokunmuş kumaşın 1 m³ hacmi ısıtma değişimi grafiği verilmiştir.



Şekilde IV.26 0.20 mm Çapındaki Krom-Nikel Tel İle 12+1 (12 Adet Normal Atkı İpliği 1 Adet Krom-Nikel Filament Takviyeli İplik) Atkı İplik Sırası İle Dokunmuş Kumaşın 1 m³ Hacmi Isıtma Değişimi

Şekil IV.26 incelendiğinde; dokunan tekstil yapısına 5 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık derecesi olan 35 °C' ye çıkamayıp 19.dakikadan sonra sıcaklığın 26 °C' de sabit kaldığı görülmektedir. 7 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık derecesi olan 35 °C' ye çıkamayıp 15.dakikadan sonra sıcaklığın 30 °C de kaldığı görülmektedir. 9 voltluk gerilim uygulandığında, tekstil yapısının belirlenen sıcaklık dereesi olan 35 dereceye 13 dakikada sağladığı görülmektedir.

BÖLÜM V

DEĞERLENDİRMELER VE TARTIŞMA

Krom-Nikel filament takviyeli iplikler ve bu ipliklerden üretilen tekstil yüzeylerine uygulanan testlerden elde edilen sonuçlar üzerinde değerlendirme ve tartışma sonuçları aşağıda verilmiştir.

V.1.İplik Sonuçlarının Değerlendirilmesi

- İpliklere uygulanan düzgünsüzlük testlerinde, çekirdek ipliklerde düzgünsüzlük tespit edilememiştir. Düzgünsüzlük ölçüm yöntemi kapasitif prensibe göre çalıştığından, cihaz kondansatörlerinde oluşan düşük elektrik akımı, çekirdek ipliklerin metal filament kısmı tarafından emilerek ölçüme esas akım absorbe edilmektedir. Bu nedenle düzgünsüzlük ölçümleri yapılamamıştır.
- İpliklere uygulanan mukavemet testlerinde; krom-nikel tel ve krom-nikel filament takviyeli çekirdek ipliklerin değerlerine bakılmıştır. Krom-nikel telde 0.20 mm ve 0.25 mm tellerin mukavemet değerlerine bakıldığında beklenildiği gibi kalın olan telin mukavemeti daha fazla çıkmıştır. Bu tellerin etrafına tekstil malzemesi sarılarak elde edilen çekirdek iplikte ise yine beklenildiği gibi mukavemet telden yüksek çıkmıştır. Bu da telle tekstil malzemesi arasında bir bağlantının olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak filament tel etrafına sarılan malzemelerden, mukavemet değerleri açısından değerlendirme sırasıyla yün, PES ve pamuktur. Pamuğun mukavemetinin düşük çıkması, kullanılan pamuk liflerinin telef pamuk formunda olmasından olduğu düşünülmektedir. Elde edilen çekirdek ipliklerde görülen durum ise, Krom-Nikel filament ve tekstil liflerinin kısmen birbirleriyle sıkıca bağlanarak tek bir malzeme gibi davranılabileceğini göstermektedir.

- Çekirdek ipliklerin bükümleri, iplik üretim yönteminin buna müsaade etmemesi nedeni ile ölçülememiştir.

V.2. Kumaş Sonuçlarının Tartışılması

- Kumaş gramaj ve kalınlık değerlerinin, iplik numaraları ile orantılı olarak seyrettiği ve bunun da beklenen bir durum olduğu açıktır.
- Kumaşların sürtünme ve boncuklanma değerleri incelendiğinde, yine iplik numaralarıyla bir uyumun olduğu görülmektedir. İplik merkezinde tam bağlanamayan uçların sürtünme ve boncuklanmaya karşı dayanımlarının zayıf olduğu söylenebilir. Krom nikel filament takviyeli ipliklerden üretilmiş tekstil yüzeyinin, krom nikel filamentsiz tekstil yüzeylerine göre sürtünme ve boncuklanma değerlerinin kötü olduğu anlaşılmıştır. Buradan da krom nikel filament ile tekstil liflerinin tam bir uyum içerisinde birbirlerine bağlanamamaları nedeniyle bu durumun ortaya çıktığı söylenebilir.

V.3. Elektriksel Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu bölümde elde edilen sonuçlar iplik ve kumaşın ısıtma odasını ısıtma süresi olarak iki bölümde incelenmiştir.

V.3.1 İplik üzerinden ölçülen sıcaklık sonuçlarının değerlendirilmesi

- Bölüm III' de yer alan III.10 ve III.17 arasındaki tablolar incelendiğinde, krom-nikel teldeki ısıyı iplik yüzeyine en iyi yün, sonra Polyester ve son olarak da pamuğun iletmediği anlaşılmaktadır. Ancak literatürde Polyester, Pamuk ve Yün için verilen ısı iletkenlik değerleri incelendiğinde (Tablo...) sıralamanın Polyester, Pamuk ve Yün şeklinde olması gerektiği anlaşılmaktadır.

Tablo V.1 Bazı Lif ve Madenlerin Isı İletkenlik Değerleri [8]

Materyal	Isı İletkenliği (w / m.K)
Alüminyum	237
Bakır	401
Çelik	60.5
Boron	27.6
Karbon Lifi	15-500
Polivinilklorit	0.16
Politetrafloroetilen	0.35
Selüloz Asetat	0.23
Nylon 6,66	0.25
PE	0.24
PP	0.12
Yün	0.05
Pamuk	0.07
Su	0.6
Kar	0.05
PET	0.14

Bunun durumun sebeplerinin ařağıdaki gibi olduėu dűřünlmektedir;

- Krom nikel tel etrafına sarılan Polyester, Yűn ve Pamuk miktarlarının eřit oranda olmadıkları ve dolayısıyla filament tel etrafına farklı kalınlıkta malzeme sarıldığı yapılan ۆlçümlerde tespit edilmiştir. Bu durumun dűzeltilmesinin iplik teknolojisi açısından műmkűn olmadığı açıktır. űnkű kullanılan lifler farklı kalınlıkta ve farklı numaralardadır. Her ne kadar ısı iletim sıralaması yukarıdaki gibi olsa da, krom-nikel filament tel etrafına lif numarası farklılığı nedeni ile farklı kalınlıkta sarım gerçekleşmiştir. Bu sebeple ipliklerin ısı sıralamasının değiştiği sۆylenebilir.
- Çekirdek ipliklerin ۆretiminde kullanılan liflerin uzunluk bakımından sıralaması Yűn, Polyester ve pamuk şeklindeyir. Dref iplik teknolojisi açısından uzun olan yűn lifleri çekirdek ipliğe daha sıkı sarılarak ipliğin hacimliliğini azaltmıştır. Dolayısıyla ipliğin tuttuğu hava miktarı da azalmıştır. Bu durumunda ipliklerin ısı davranışlarına yansıdağı dűřünlmektedir.
- Kullanılan tekstil liflerinin ısıya karřı dayanımı, kullanımlarını belirleyen en bűyűk etkendir. 0.25 mm telde (55 cm) yűn elyafı 9 voltta ısının etkisi ile koku oluřturmaktadır. Yűn liflerinin 105 ۆC'da yarım saat bekletilmesiyle, yűn liflerinin kavrulmaya bařladıkları bilinmektedir. Burada krom nikel tele 9 voltluk gerilim uygulandıėında, telin ısı derecesinin 1.dakikada 92 ۆC 15. dakikada ise 113 ۆC olduėu belirlenmiřtir. Dolayısıyla bu sıcaklık seviyeleri yűnűn fiziksel bozunmasının bařladıėı derecelerdir. Bu nedenle yűn liflerinin bu sıcaklıklarda kullanılmalarının műmkűn olmadıėı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca yűn lifleri ısı deėiřimlerinde hissedilebilecek oranlarda dıřarıya koku verebilmektedir.

- Krom nikel filament üzerine pamuk sararak elde edilmiş ipliklerin ısı değerlerine bakıldığında ise, yine yüne benzer bir durumun meydana geldiği anlaşılmaktadır. Pamuk liflerinin bozunma belirtilerinin 100 °C sıcaklıklarda başladığı bilinmektedir. Burada bu sıcaklık değerine 9 volt gerilim ile 6.dakikada ulaşılmaktadır. Bu nedenle uzun süreli ısı etkilerinin pamuk liflerini olumsuz yönde etkileyeceği açıktır.
- Bilindiği gibi polyester termoplastik bir lifdir. Isı karşısında yumuşama bölgesine kadar herhangi bir davranış değişikliği göstermez. Polyester liflerinin yumuşama bölgelerinin başlangıcı polyester tiplerine bağlı olmak şartıyla 180 °C civarındadır. Bu seviyeye 13 volt gerilimle 15.dakikadan sonra ulaşılmaktadır. Bu sıcaklık derecesinden sonra polyester liflerinde erime başlangıcının olduğu gözlemlenmiştir.
- Bu çalışmada kullanılan ipliklerin ısı iletim miktarları yüzdelik olarak verilen gerilim ile zamana bağlı olarak incelendiğinde, telin ısıyı yükselttiği zaman, buna bağlı olarak iplik yüzeyinde aynı artışın olmadığı saptanmıştır. Bunun sebebi olarak belli bir limitten sonra ısıyı içeride hapsedtikleri tahmin edilmektedir.
- Bütün bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; yün liflerinin gerek bozunmaları ve gerekse bu bozunmalar esnasında dışarıya rahatsız edici koku vermeleri, Pamuk liflerinin ise yüne benzer davranış göstermeleri nedeni ile bu lifler sadece iplik olarak bu çalışmada değerlendirmeye alınmıştır.

IV.3.2 Dokunan Kumaşın Isıtma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Burada değerlendirme yapılırken, temel alınan nokta ortamın 20 °C' dan 35 °C' çıkması için geçen zaman ve harcanan enerjidir.

- Üçüncü bölümde yer alan Tablo. III. 24, 26, 28, 30, 32 ve 34 incelendiğinde; uygulanan gerilim arttırıldığında, ısıtma odasının 20 °C' dan 35 °C' a çıkarılması için gerekli zaman kısalmaktadır. Ancak harcanan enerji açısından bakıldığında, düşük gerilim ile hedeflenen sıcaklığa çıkmak için

daha az enerji harcanmaktadır. Buradan da ısıtılacak ortamın ani olarak ısıtılması yerine, daha az enerji kullanımı için, daha düşük gerilimlerin kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

- Üçüncü bölümde yer alan Tablo. III. 25, 27, 29, 31, 33 ve 35 incelendiğinde; aynı atkı sıklığında kullanılan 0.20 mm ve 0.25 mm çaplı krom nikel tel ile dokunmuş numune kumaşların ısıtma odasını ısıtma değerleri incelendiğinde, 0.25 mm çapa sahip krom nikel filament takviyeli çekirdek iplik ile dokunan kumaşın ısıtma odasını ısıtma süresi, 0.20 mm çaplı krom nikel telli numune ile karşılaştırıldığında daha kısa sürede hedeflenen sıcaklığı sağlamaktadır. Bunun sebebi 0.25 mm çaplı krom nikel telin direnci, 0.20mm'ye göre daha az olması nedeniyledir.
- Isıtma odası için kurulan devre genel olarak incelendiği zaman, gerilim arttıkça devrenin çektiği akımda artmakta ve dolayısıyla gerilimle akım arasında doğru orantının olduğu açıktır. Gerilim arttığında, gerilime bağlı olarak devreden çekilen güçte artmakta, bunun sonucunda da daha fazla ısı enerjisi elde edilmektedir.
- Ayrıca üretilen bu kumaş yerden ısıtma tekniği olarak ısıtma sistemlerinin içerisinde yer alabilir. Yapılan çalışmalarda yerden ısıtma sisteminin diğer ısıtma sistemlerine göre daha tasarruflu olduğu bilinmektedir.

KAYNAKLAR

Kitaplar

- [1] Cook, J., G.: ‘‘2. Man-Made Fibers’’, *Handbook of Textile Fibers*, (1968), 728-756
- [2] Mark, H. F., Atlas, S. M., Cernia, E.: ‘‘Man-Made Fibers’’, *Science on Technology Book*, (1965) 487-489
- [3] Akalın, M.: ‘‘Tekstilde Fiziksel Testler’’, Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü Ders Notları, İstanbul, (1995)
- [4] Kalorifer Tesisatı, Makine Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No: MO/352/4

Tezler

- [5] YAKAR, H., Ergonomik Çalışma Yeri Düzenleme, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara (1997).
- [6] DENGİZLER, İ., Konfeksiyon Sektöründe İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği üzerine bir araştırma, Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi İzmir. (2002)

Makaleler

- [7] Lou, C., W.: ‘‘Process of Complex Core Spun Yarn Containing a Metal Wire’’, *Textile Research Journal*, 75 (6), Jun (2005) 466-475
- [8] Sorenson, J., R., J.: ‘‘Therapeutic Natural Copper and Organic Fiber Blend’’, *Ecological Textile Products*, Division of Medicinal Chemistry, Department of Pharmaceutical Sciences, University of Arkansas College of Pharmacy, University of Arkansas Medical Sciences Campus

- [9] Cheng, K. B., Ramakrishna, S., Lee, K.C.: ‘‘Electromagnetic Shielding Effectiveness Of Copper/Glass Fiber Knitted Fabric Reinforced Polypropylene Composites’’, *Elsevier Science Ltd. Composites, Part A* 31 (2000) 1039-1045
- [10] Ueng, T. H.; Cheng, K.B.: ‘‘Friction Core-Spun Yarns For Electrical Properties Of Woven Fabrics’’, *Elsevier Science Ltd. Composites, Part A* 32 (2001) 1491-1416
- [11] Su, C., I., Chern J., T.: ‘‘Effect of Stainless Steel-Containing Fabrics On Elektromagnetic Shielding Effectiveness’’, *Textile Research Journal*; Jan (2004)
- [12] Lin, J. H., Lou, C. W.: ‘‘Electrical Properties Of Laminates Made From A New Fabric With PP/Stainless Steel Commingled Yarn’’, *Textile Research Journal*; April (2003), 322
- [13] Gasana, E., Westbroek, P., Hakuzimana, J., Clerek, K., D., Priniotakis, G., Kiekens, P., Tseles, D.: ‘‘Electroconductive Textile Structures Through Electroless Deposition of Polypyrole and Copper at Polyaramide Surfaces’’, *Elsevier Science Ltd., Surface & Coatings Technology* 201 (2006) 3547-3551
- [14] Cheng, K. B.; Ueng, T., H.; Dixon, G.: ‘‘Electrostatic Discharge Properties of Stainless Steel/Polyester Woven Fabrics’’, *Textile Research Journal*, 71(8), 732-738, (2001)
- [15] Altaş, S.: ‘‘İletken Özellikteki Metal İpliklerin Üretim Yöntemleri’’, *Tekstil&Teknik*, Haziran, (2006), 162-176
- [16] Ring İplik Makinalarının Streç İplik (Core-Yarn) Üretimine Dönüştürülmesi, *Tekstil Maraton*, Ocak-Şubat, (2001),16
- [17] Sular, V.; Okur, A.: ‘‘Kumaşlarda Aşınma ve Eskime’’, *Tekstil Maraton*, Temmuz-Ağustos (2001) 34
- [18] Horst, F.: Pillingverhalten Frühzeitig Testen, Çeviri, *Tekstil Maraton*, Eylül-Ekim (2001), 12
- [19] Tao, X., 2001. Smart Fibers, Fabrics and Clothing- Introduction and Overview. The Textile Institute, Woodhead Publishing Limited, New York Washington, DC.,316
- [20] Şahin, Ö., Bulgun, E.Y., Kayacan, O., Isıtma Fonksiyonlu Akıllı Giysiler. ASYUINISTA, Akıllı sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu, İstanbul, 2004.
- [21] O. Kayacan, E. Bulgun, İstanbul metalik tekstil yapılarının ısınma davranışları, 3. Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresi 01-02 Aralık 2007 İstanbul Fuar Merkezi, Yeşilköy [22] F.Boussu, C. Cochrane, M. Lewandowski, C. Dufour, V. Koncar 3. Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresi 01-02 Aralık 2007 İstanbul Fuar Merkezi,

Yeşilköy Elektro-Köndüktif Sensörler Ve Siyah Karbon İle İletken Polimer Kompazit Bazlı Tekstil Isıtma Elemanları

[23]Elektrik Rezistans Katoloğu

Standartlar

[24] TS 244 ‘‘Tekstil-İplikler-Doğrusal Yoğunluk Tayini (Çile Metodu)’’, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Ankara, Türkiye

[25] TS 247 ‘‘İpliklerin Bükümünün Tayini’’, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Ankara, Türkiye

[26] TS 245 (ISO 2062) ‘‘Tekstil - Paketlerden Alınan İplikler – Tek İpliğin Kopma Mukavemeti ve Uzamasının Tayini’’, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Ankara, Türkiye

[27] TS 7128 EN ISO 5084 ‘‘Tekstil ve Tekstil Mamüllerinin Kalınlık Tayini’’

[28] Empa Boncuklanma Foto-Standardı (Örmede)

Elektronik Yayınlar

[29] www.bekaert.com

[30] www.forumturka.net

[31] www.metal-yarn.com

[32] www.etimaden.gov.tr

[33] www.stainlessteelyarn.com

[34] www.texturatrading.com

[35] www.techexchange.com

[36] www.obitet.gazi.edu.tr

[37] www.mekatronikkulubu.org

[38] <http://www.tse.gov.tr>

[39] <http://www.isitel.com.tr>

[40] www.odevim.com

[41]www.dosider.org.tr

[42]www.marmara.edu.tr

ÖZGEÇMİŞ

10.10.1983 tarihinde Kayserinin Develi ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Develi' de tamamladı. 2000 yılında Selçuk Üniversitesi Ereğli Meslek Yüksek Okulu tekstil bölümünü kazandı. 2003 yılında kazandığı Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Öğretmenliği bölümünden 2006 yılında mezun oldu. 2006 yılı Eylül ayında Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Eğitimi bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı ve halen yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.