T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

METAL İÇERİKLİ KATLI İPLİK ÜRETİM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI

Proje No: FBA-08-523

Proje Türü:
Araştırma

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Hüseyin Gazi ÖRTLEK
Tekstil Mühendisliği Bölümü

Araştırmacı
Ömer Galip SARAÇOĞLU
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

Ağustos 2011
KAYSERİ

TEŞEKKÜR

Bu rapor, "FBA-08-523" kodlu Araştırma projesi kapsamında hazırlanmış bir çalışmadır. Desteklerinden dolayı Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

Sayfa
No

ÖZET

ABSTRACT

1. GİRİŞ…… 1

2. GENEL BİLGİLER…….2

2.1. Kompozit İplikler……2

2.2. Kompozit İplik Üretim Teknikleri……..3

2.2.1. Kaplama (Covering) Metodu ile Kompozit İplik Üretimi…… 3

2.2.2. Havalı (Air Covering) Sistem ile Kompozit İplik Üretimi……..6

2.2.3. Büküm Metodu ile Kompozit İplik Üretimi……7

2.2.3.1. Ring Makinelerinde Büküm Metodu……8

2.2.3.2. Two for One Büküm Metodu ……..9

2.2.3.3. İçi Oyuk İğli Büküm Metodu ……10

2.2.4. Özlü İplik Üretimi……..12

2.2.4.1. Friksiyon Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi……...13

2.2.4.1.1. Dref 2000 İplik Makinesinde Özlü İplik Üretimi…….13

2.2.4.1.2. Dref 3000 İplik Makinesinde Özlü İplik Üretimi…….15

2.2.4.2. OE- Rotor Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi …….17

2.2.4.2.1. Rotona (Rieter Rotor Core-Spun Technology)……19

2.2.4.3. Ring Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi……...20

2.2.4.3.1. Klasik Ring Eğirme Metodu İle Özlü İplik Üretimi……20

2.2.4.3.2. Kompakt Eğirme Metodu İle Özlü İplik Üretimi…….22

2.2.4.3.3. Siro-Spun Eğirme Metodu İle Özlü İplik Üretimi……...27

2.2.4.3.4. Siro-Kompakt Eğirme Metodu İle Özlü İplik Üretimi…….28

2.2.4.4. Vortex Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi ……..30

3. GEREÇ VE YÖNTEM……..33

3.1. Gereç…….33

3.2. Yöntem …….33

3.2.1. Numune İplik ve Kumaşların Üretilmesi ……..34

3.2.1.1. Numune İpliklerin Üretilmesi…….34

3.2.1.2. Numune Kumaşların Üretilmesi……. 42

3.2.2. Uygulanan Test Yöntemleri ……..43

3.2.2.1. İplik Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler……..43

3.2.2.1.1. İplik Numarasının Belirlenmesi……...43

3.2.2.1.2. İplik Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Testi …….43

3.2.2.1.3. Fotoğraf Çekimi……...44

3.2.2.2. Kumaş Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler……...45

3.2.2.2.1. Kumaşların Ekranlama Etkinliğinin (SE) Belirlenmesi 45

3.2.2.2.2. Kumaş Yüzeyinde Bakır Görünürlük Oranının Belirlenmesi….47

3.2.2.2.3. Fotoğraf Çekimi……...54

3.2.3. Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi……..54

4. BULGULAR VE TARTIŞMA……..55

4.1. Kompozit İpliklere ait Deneysel Çalışma Sonuçları ve Değerlendirilmesi……55

4.1.1. Üretim Yöntemi ve Büküm Seviyesi Değişiminin Özgül Gerilme Değerleri Üzerindeki Etkisi…….56

4.1.2. Üretim Yöntemi ve Büküm Seviyesi Değişimin Kopma Uzaması Değerleri Üzerindeki Etkisi…….59

4.1.3. Üretim Yöntemi ve Büküm Seviyesi Değişiminin Young Modülü Değerleri Üzerindeki Etkisi ……...61

4.2. Numune Kumaşlara ait Deneysel Çalışma Sonuçları ve Değerlendirilmesi……63

4.2.1. Kumaşların Ekranlama Etkinliğinin (SE) Belirlenmesi İçin Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları ve Değerlendirilmesi…….63

4.2.2. Kumaş Yüzeyinde Bakır Görünürlük Oranının (BGO) Belirlenmesi İçin Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları ve Değerlendirilmesi……68

5. SONUÇ VE ÖNERİLER……...71

5.1. Sonuç…….71

5.2. Öneriler……..71

KAYNAKLAR……73

ÖZET

Bu çalışmada, farklı tekniklerle metal tel içerikli kompozit iplikler ve bu ipliklerden elektromanyetik dalgaları ekranlama özelliğine sahip örme kumaşlar üretilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında kompozit ipliklerin üretimi gerçekleştirilmiş ve ipliklerin mekanik özellikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. İpliklerin mekanik özellikleri üzerinde üretim yöntemi, tur sayısı ve bu iki faktörün kesişiminin istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğu görülmektedir.

Çalışmanın ikinci aşamasında metal tel içerikli kompozit ipliklerden elektromanyetik dalgaları ekranlama özelliğine sahip örme kumaşlar üretilmiştir Kumaş numuneleri süprem örgü yapısında üretilmiştir. Üretilen kumaşların elektromanyetik dalgaları ekranlama etkinlikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ekranlama etkinliği ölçümleri, kontrollü test alanlarında ekranlama etkinliği ölçümü yöntemlerinden koaksiyel tutucu metoda göre yapılmıştır. Metal tel içerikli kompozit ipliklerle üretilen kumaş numuneleri ile belirli frekanslarda ekranlama yapılabileceği görülmektedir.

Çalışmanın son aşamasında, metal tel içerikli kompozit ipliklerden örülen süprem yapıdaki kumaş numunelerinin bakır görünürlük oranı tespit edilmiş ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Kumaşların bakır görünürlük oranı değerleri üzerinde üretim yöntemi, tur sayısı ve bu iki faktörün kesişiminin istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Metal telli özlü iplik, ekranlama etkinliği, bakır görünürlük oranı.

ABSTRACT

In this study, composite yarns containing metal wire and plain fabric offering electromagnetic shielding were produced by different technics. In the first stage of the study the production of the composite yarn was performed and the mechanic properties of the yarn was evaluated comparatively. It is seen that the production method, the number of turn and the interaction of these two factors have a statistically significant effect on the mechanic features of the yarn.

In the second stage of the study, from the composite yarn plain fabrics have been produced that has the characteristic of shielding the electromagnetic waves. The fabric samples were produces in the form of plain single jersey. The shielding characteristics of the produced fabrics were examined comparatively. Shielding effectiveness measurement was done according to coaxial holder method in the controlled test areas the of the shielding effectiveness measurement method. It is seen that shielding can be done in certain frequency, with the samples of fabric produced from the copper wire content composite yarn.

In the final stage of the study, the proportion of copper visibility of fabric samples has been identified and evaluated comparatively. It is seen that the production method, the number of turn and the interaction of these two factors has a statistically significant effect on the rate of copper visibility value of fabrics.

Key Words: Composite yarns containing metal wire, shielding effectiveness, metal visibility rate.

1. GİRİŞ

Son yıllarda gerek tüketici taleplerinin gerekse endüstriyel alanda kullanılan tekstil ürünlerin değişmesi tekstil endüstrisinde yeni ürünlerin elde edilebilmesi ihtiyacını ortaya çıkartmıştır. Bu ihtiyaç, değişik yapı ve özelliklerde lifler kullanılarak değişik tekniklerle farklı yapılarda ipliklerin üretilmesine yönelik çalışmaları arttırmış ve sonuçta çok değişik yapı ve özellikte iplikler üretilmeye başlanmıştır. Günümüzde katma değer noktasında klasik-konvansiyonel ipliklerde düşüş görülmekte ve bu tür ipliklerin yerini farklı görüntü ve özellikte üretilen iplikler almaktadır. Bu iplik türlerinden birisi de özlü iplik yapılarıdır. Özlü iplik, merkezde bulunan bir öz/çekirdek üzerine sarılan kesikli liflerden oluşan iplik yapısıdır. Özlü iplik, bu iki farklı özellikteki bileşenin özelliklerinden aynı anda optimum ölçüde yararlanabilmek için geliştirilmiş iplik yapısı olarak da bilinmektedir.

Günümüzde metal içerikli iplik denildiğinde iki ana kullanım alanı karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan ilki fantezi iplik grubuna dahil edilen temelde süsleme ve dekoratif amaçlı kullanımlardır. Diğer kullanım alanı ise teknik tekstillerdir. Tekstil materyallerinde statik elektriklenmeyi önlemek, elektromanyetik radyasyona karşı korumak ya da üzerinde elektronik devre elemanları bulunduran tekstil yapılarında elektrik akımının akışını sağlamak amacıyla kullanılan metal içerikli iplikler bu grup içerisinde değerlendirilebilir. Tekstilde yaygın olarak kullanılan metal teller; paslanmaz çelik, gümüş ve bakır olarak sıralanabilir. % 100 metal telin kontinü halde çıplak olarak kumaş üretiminde kullanımı üretim ve kullanım esnasında çeşitli problemlerin oluşmasına ve ayrıca kumaşın estetik performansının kötüleşmesine neden olmaktadır. Bu yüzden metal tellerin çeşitli sentetik/doğal lif ve ipliklerle farklı yöntemlerle birleştirildiği kompozit ipliklerin kumaş üretiminde kullanımı tercih edilmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, metal içerikli kompozit iplik üretim imkânlarının araştırılmasıdır. Bu çalışmada farklı yöntemlerle metal içerikli kompozit iplikler üretilmeye çalışılacak ve üretilebilen kompozit ipliklerin fiziksel özellikleri incelenecektir. Bu kompozit ipliklerden süprem örgü yapısında geliştirilen kumaşların

elektromanyetik ekranlama özellikleri incelenecektir. Ayrıca kumaş yüzeyinde CIE *(L*a*b*)* renk alanında eşikleme yöntemi ile bakır görünürlük oranı (%) belirlenecektir. Tezin genel bilgiler bölümünde ise, temelde geliştirilen kompozit ipliklerin üretim imkânlarının araştırılması hedeflendiğinden, özlü iplik üretim teknikleri detaylı olarak anlatılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kompozit iplikler

Kompozit iplik iki veya daha fazla farklı özellikteki bileşenin özelliklerinden aynı anda optimum ölçüde yararlanabilmek için geliştirilmiş bir iplik yapısıdır. Kompozit iplik yapısı aynı merkezli birbirinin üzerine bükülmüş iki veya daha fazla lif demetlerinden oluşur.

Merkezde bulunan lif demetine çekirdek, çekirdek kısım üzerine sarılı olarak bulunan liflere ise sargı lifleri (dış tabaka) denilmektedir. Bu lif demetlerinden biri kesik elyaf, filament, elastan veya metalden oluşan çekirdek ve diğer lif demetleri de bu çekirdek kısım üzerine eğrilmiş (bükülmüş) stapel doğal lif veya kesikli lif demetlerinden oluşmaktadır.

Kompozit ipliğin en önemli özelliği, burada kullanılan iki veya daha fazla lif demetinin farklı özelliklerinden aynı anda optimum ölçüde yararlanmaktan kaynaklanan kullanım avantajıdır. İpliğin dış kısmını kaplayan kesikli lif demeti, ipliğin görünümünü ve iplik yüzeyinin fiziksel özelliklerini belirlemede etkin olurken, çekirdek kısımdaki filament demeti de ipliğin dayanımını ve sert çekirdekli kompozit iplik oluşumunda düşük büküm seviyesini kullanmaya imkân sağlamada etkin olmaktadır.

Çekirdek kısımda bulunan lifler kompozit ipliğe mukavemet, boyutsal stabilite gibi mekanik ve fonksiyonel özellikler kazandırırken; dış tabaka (sargı kısmı) ipliğe estetik, konfor, tutum özelliklerinde iyileşme sağlamaktadır. Bunun yanı sıra çekirdek kısımda

bulunan sentetik liflerin üzeri kaplanarak, bunların sürtünme sonucu meydana getireceği boncuklanma (pilling) eğilimlerinin de büyük ölçüde önüne geçilmiş olunmaktadır [1].

2.2. Kompozit İplik Üretim Teknikleri

Genel olarak kompozit iplik, elastan, paslanmaz çelik tel, karbon, bakır, gümüş tel ile doğal veya rejenere selüloz kesikli liflerin bir araya getirilmesi ile üretilen ipliklerdir. Kompozit iplik üretim yöntemlerini dört ana gurupta incelemek mümkündür.

1) Kaplama metodu ile kompozit iplik üretimi

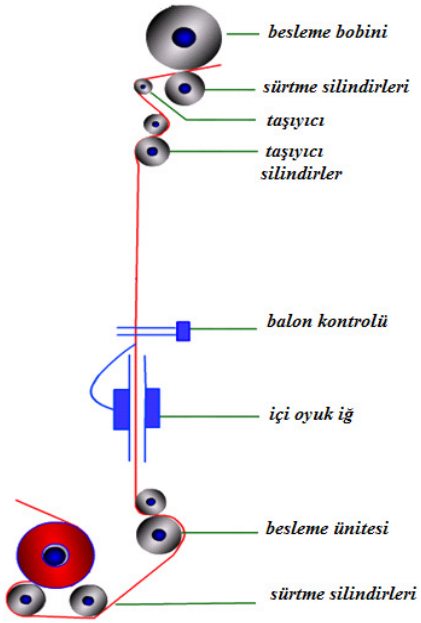
2) Havalı sistem ile kompozit iplik üretimi

3) Büküm metodu ile kompozit iplik üretimi

4) Özlü iplik üretimi

2.2.1. Kaplama (Covering) Metodu ile Kompozit İplik Üretimi

Kaplama prosesi, filament ya da kısa stapel ipliğin, merkez ipliği üzerine sarılması esasına dayanan bir prosestir. Bu proses elastan, metal, karbon, polyester gibi çeşitli merkez ipliklerini içeren kompozit iplik üretimine imkân sağlamaktadır. Kompozit ipliğin merkezinde kalacak olan filament, içi oyuk iğ içerisinden (hollow spindle) geçirilerek, yine içi oyuk iğ üzerindeki özel bir bobinden sağılan sargı ipliği ile sarılır (Şekil 2.1). Sarım prosesi, flayer kullanarak (mekanik olarak) veya basitçe sarım ipliğine etkiyen santrifüj kuvvetiyle gerçekleşir.

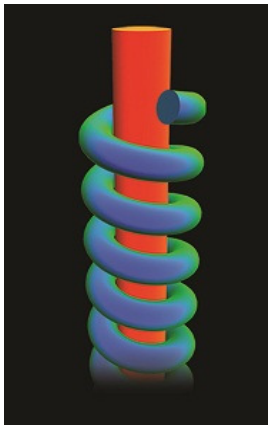


Şekil 2.1. Kaplama (tek yönde sarım) metodu ile kompozit iplik üretimi [2].

Flayer; ucuna bir tel monte edilmiş üçgen şeklinde bir plakadan oluşmuştur. Telin ucu iplik kılavuzu şeklindedir. Flanşlı bobinden sağılan sargı ipliği bir kılavuzun içinden geçerek merkez ipliğin etrafına sarılır. Flayerin ağırlığı sargı ipliklerinin inceliğine ve sarımın tipine (sıkı veya yumuşak) göre değişir. Flayerin düzensiz hareketler (aşağı-yukarı) yapıp, gerilim dalgalanmasına neden olmaması için ilave ağırlıklar uygulanabilir. Sargı ipliğinde, flayerin hareketini bozacak düzeydeki hatalar ve pislikler, gerilim faklılıklarına neden olabilir.

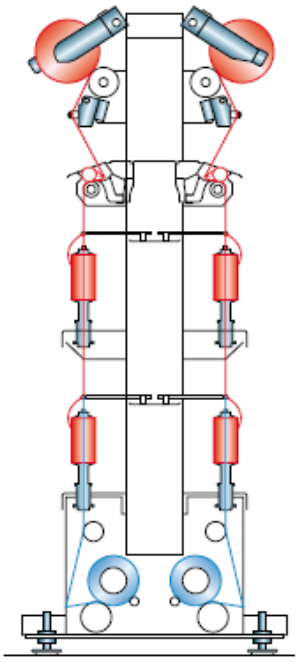
Flayersiz sistemlerde, sargı ipliğinin bobinden sağılıp merkez ipliği sarması santrifüj kuvvetiyle sağlanır. Bu santrifüj kuvveti ise iğin yüksek hızda dönmesiyle elde edilir. Kaplama prosesi sırasında sargı ipliğinin üzerinde, iğ hızına, ipliğin ağırlığına ve havanın sürtünme direncine bağlı bir gerilim vardır.

Sargı ipliğinin merkez iplik üzerine sarılması bir ya da her iki yönde (S ve/veya Z) olabilir. Bu nedenle kaplama metodunu tek yönde sarım ve çapraz sarım şeklinde iki kısma ayırmak mümkündür. Şekil 2.2'de tek yönde sarım metodu ile üretilen kompozit iplik modeli gösterilmiştir.

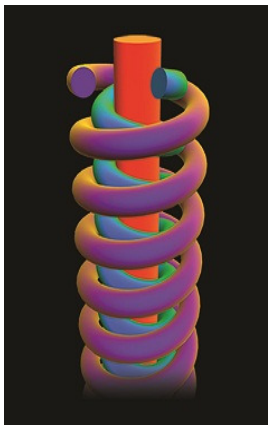


Şekil 2.2. Tek yönde sarım metodu ile üretilen kompozit iplik modeli.

Çapraz sarım metoduyla kompozit iplik üretiminde, gerek merkez ipliğin beslenmesi, gerekse oluşan kompozit ipliğin çekilip sarılması tek yönde sarım metoduna benzer şekildedir. Tek yönde sarım sisteminden farklı olarak, bu sistemde birbirlerine göre zıt yönde dönen iki adet içi oyuk iğ kullanılır (Şekil 1.3). Bu şekilde merkez ipliği, sargı iplikleri tarafından çapraz şekilde sarılır (Z ve S yönünde). Birbirlerine zıt yönlü bu iki grup sarımı; iç ve dış sarım olarak adlandırmak mümkündür (Şekil 2.4). Dış sarım, kompozit iplik üzerinde ilk sarımın etkisiyle oluşan dönme etkisini dengeler. Kompozit iplik üzerindeki bu torkun dengelenmesi, dış sarımı oluşturan üstteki iğin tur sayısı ile iç sarımı oluşturan alttaki iğin tur sayısının koordine edilmesiyle sağlanır.



Şekil 2.3. Kaplama (çapraz sarım) metodu ile kompozit iplik makinesi [4]



Şekil 2.4. Çapraz sarım metodu ile üretilen kompozit iplik modeli.

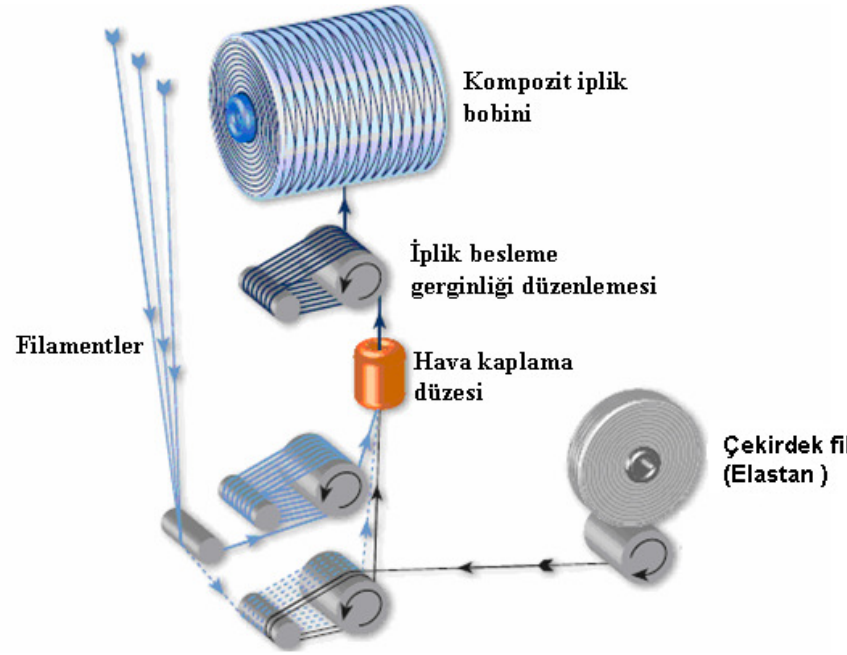
Çapraz sarım metodu ile üretilen kompozit ipliklerde, iç sarım nedeniyle oluşan yönlenme dış sarımla dengelenmektedir. Burada birbirlerinin özelliklerini (boyanabilme, kısalma, v.b) tamamlayan bileşenlerin seçilmesi gerekmektedir [5].

2.2.2. Havalı (Air Covering) Sistem ile Kompozit İplik Üretimi

Genelde elastanlı iplik imalinde yaygın kullanılan bir sistemdir. Bu sistem tek aşamalı olup, basınçlı hava yardımıyla elastan ve kontinü multifilament yapıdaki filament iplik karıştırılarak, kompozit iplik yapısı oluşturma esasına dayanmaktadır. Opsiyonel olarak elastan ile kontinü filament ipliğin oluşturduğu bu kombinasyona, kısa stapel bir iplik de katılabilir [6].

Hava ile kaplama prensibinde, filament iplik bobinden alındıktan sonra silindirler üzerinden geçerek çekim sahasına gelir. Burada filament cinsine göre değişen oranlarda bir çekim işlemine tabi tutulur. Çekim sahasını izleyen kombinasyon bölümünde filament ipliğe, karşıdan geniş bir açıyla basınçlı hava üflenmektedir. Basınçlı havanın etkisiyle filament iplik tek tek filamanlarına ayrılmakta ve filamanlar bir rotasyon hareketi içine girerek, birbirleri ve elastan üzerine bükülmektedirler. Bu şekilde elastan ve filament iplik arasında periyodik bağlantı noktalarının oluşmasıyla elastan içerikli kombine iplik ortaya çıkmaktadır. Bu bağlantı noktaları periyodik bir biçimde iplik boyunca devam etmektedir. Sistemde filament yerine stapel liflerden eğrilmiş iplikler de

kullanılabilir. Bağlantı yerlerinin stabilitesi üretilen kompozit ipliğin kalitesi için son derece önemlidir. Dokuma işleminde çözgü iplikleri, ağızlık açma ve tefe vurma sırasında periyodik uzamalara maruz kaldığından, elastan içerikli kompozit iplikte bağlantı yerlerinde çözülmeler olmakta ve çözgü iplikleri birbirleri ile tutunarak dokuma işlemini güçleştirmekte ve verimini düşürmektedir. Bu problemlerden dolayı, bu yöntemle üretilen ipliklerin dokumada sadece atkı ipliği olarak kullanılması daha verimli olmaktadır [7]. Şekil 2.5'de hava ile kaplama prensibi gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Havalı sistem ile kompozit iplik üretimi [8].

Bu sistemle elastan içerikli kompozit iplik üretiminde, filament ipliğin çekimi fazla olursa, üflenerek tek tek filamanlarına ayrılması zorlaşmakta ve bağlantı yerlerinin oluşması negatif yönde etkilenmektedir. Bu nedenle filament iplik kombinasyon sahasına gönderilirken düze girişindeki hızın düze çıkışındaki hızdan büyük olması gerekmektedir. Düze cinsine ve filament ipliğin materyali ve inceliğine göre bu hız farkı değişebilir [7].

2.2.3. Büküm Metodu ile Kompozit İplik Üretimi

Büküm metoduyla kompozit iplik üretimi üç alt başlıkta incelenebilir.

Bu metodlar;

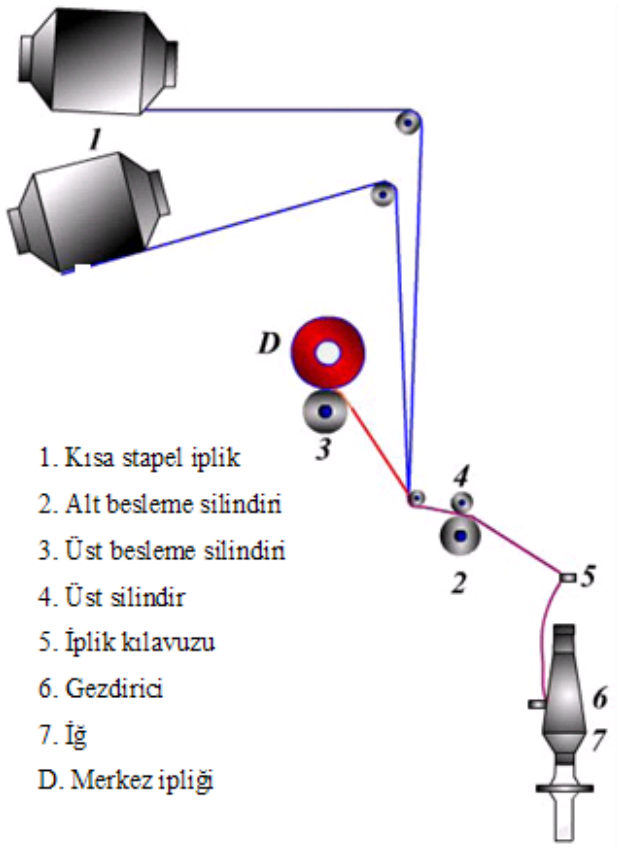
1) Ring Makinelerinde Büküm Metodu

2) Two for One Büküm Metodu

3) İçi Oyuk İğli Büküm Metodu

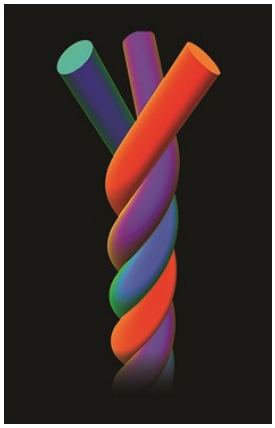
2.2.3.1. Ring Makinelerinde Büküm Metodu

Ring makinesinde büküm metodu sert özlerin (metal) yanı sıra elastan özlü kompozit iplik üretimine de imkân sağlamaktadır. Bükümün esası, iki katlı stapel elyaflı iplikle, merkez ipliğini (üç kat olarak) bükmektir. Bu sistemde üç ayrı iplik aynı anda kopça ve bilezik arasında dönerek bükümü gerçekleştirir. Sistemde kopça hızı sınırlandırılmıştır. Yüksek hızlarda çalışıldığında, kops oluşumunda boşluklar olması ve kopsa sarılan iplik miktarının düşük olması, sistemin fazla kullanılmamasının nedenleridir [7]. Sistemin iplik üretim prensibi Şekil 2.6'da gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Ring makinesinde büküm prensibi [2].

Proseste, daha önceden bobinlenmiş iplik kopsları makinenin cağlık kısmına yerleştirilir. Merkez ipliği, üst besleme silindiri yardımı ile sisteme beslenerek, diğer iki iplikle birleştirilir. Kısa stapel iplikler ve merkez ipliği, alt besleme silindirinden beraber geçer, kopçanın ve iğin dönmesiyle büküm alarak kops üzerine sarılır [9]. Ring büküm metoduyla üretilmiş kompozit iplik modeli Şekil 2.7'de gösterilmiştir.

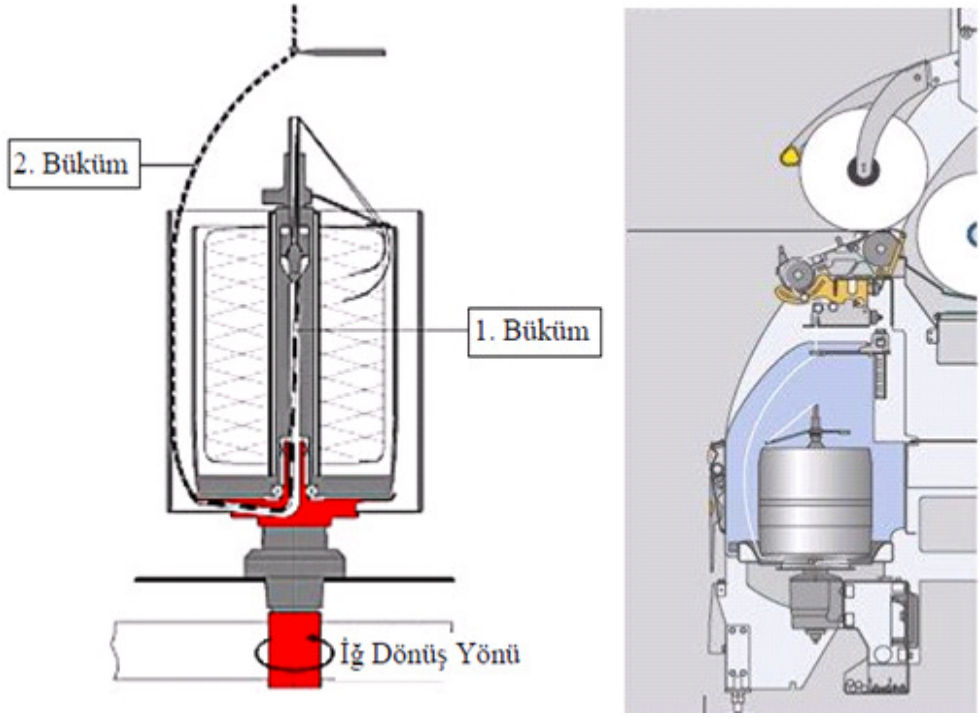


Şekil 2.7. Ring büküm metoduyla üretilmiş kompozit iplik modeli.

2.2.3.2. Two for One Büküm Metodu

Sistem, diğer tekniklere göre fazla yatırım maliyeti gerektirmeyen ve üretim sırasında çok çeşitli hammadde kullanımına imkân veren bir tekniktir. Bu sayede, değişik renk ve numaralarda iplik üretme imkânı sağlar. Sistemde merkez ipliğini çıplak halde kullanma zorunluluğu yoktur. Proses, katlama ve büküm olarak iki aşamada gerçekleşir.

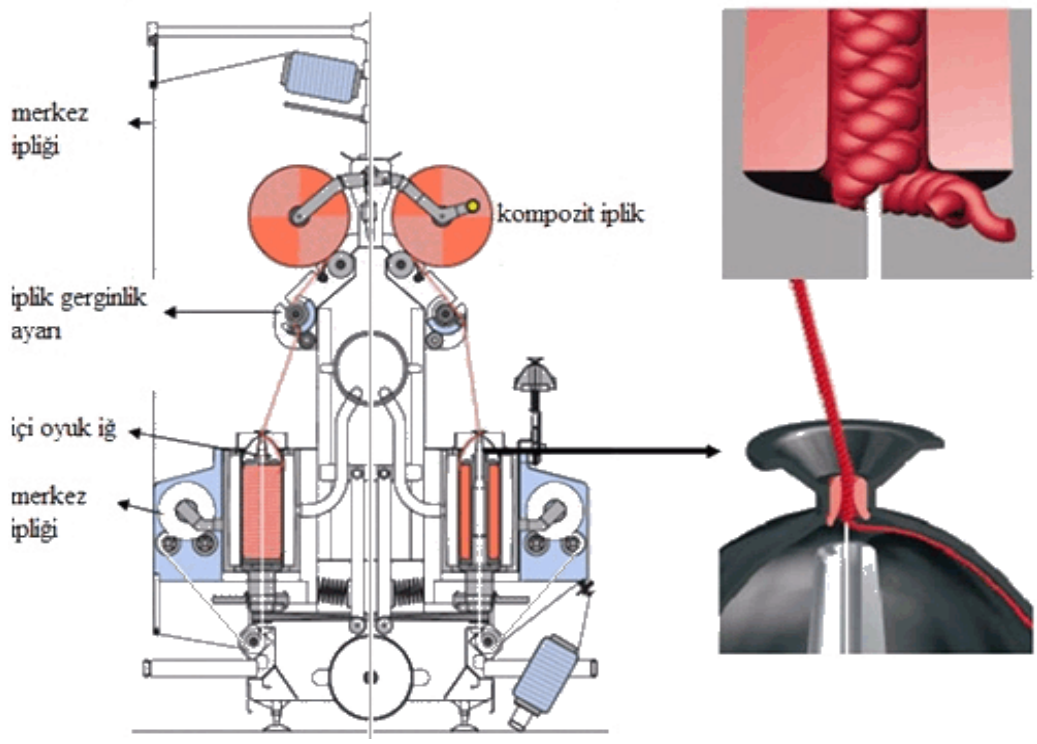
Katlama aşamasında, açıktan gelen merkez ipliği normal ipliklerle bir araya getirilerek katlanır. Katlama prosesinden sonra büküm prosesi gelmektedir. Katlanmış iplik bobini, içi oyuk iğin üzerine yerleştirilir. Bobinden alınan iplikler iğin içinden geçirilir. Daha sonra bu iplikler, iğin altındaki iplik çıkış kanalı vasıtasıyla balon kırıcıdan geçerek bobinleme ünitesine ulaşır. İğin her devrinde ipliğe iğ içerisinde bir büküm verilirken, aynı anda balon bölgesinde de bir büküm verilir. Bu iki büküm, ipliğe aynı yönde ve eş zamanlı olarak verilmektedir. Böylece iğin bir turunda iplik iki büküm almış olur. Şekil 1.8'de sistemin çalışma prensibi gösterilmiştir [7, 9].



Şekil 1.8. Two for One büküm prensibi [10].

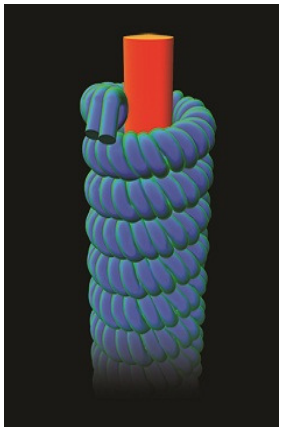
2.2.3.3. İçi Oyuk İğli Büküm Metodu

İçi oyuk iğli büküm metodunun, kaplama metodundan farkı kaplamayı yapan ipliklerin kendi aralarında bükülerek merkez iplik üzerine sarılmasıdır. Şekil 2.2 ve Şekil 2.10'da verilen iplik modelleri incelendiğinde, bu sistemin klasik kaplamadan farkı daha iyi anlaşılacaktır. Bu sistemde merkez ipliği olarak polyester, poliamid gibi filament ya da metal iplik kullanılabildiği gibi elastanda kullanılabilir. Sargı ipliği bobini iğ üzerinde bulunmaktadır. Merkez ipliği, aynı iğin ortasındaki oyuğun ortasından kılavuzlanır. Bu metot, iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, kısa stapel iplikler çok az miktarda bir ön büküm verilerek flanşlı bobine sarılırlar. İkinci aşamada, bu flanşlı bobinler kapalı bir tüp içerisindeki içi oyuk iğ üzerine yerleştirilir ve pozitif olarak sağılan merkez ipliği, içi oyuk iğ içerisinden geçirilir. İğin dönüşü ile flanşlı bobin üzerindeki katlı ipliğe gerçek büküm verilir ve aynı zamanda merkez ipliği üzerine sarılması sağlanır. Şekil 2.9'da içi oyuk iğli büküm metoduyla kompozit iplik üretim makinesinin şematik görüntüsü ve Şekil 2.10'da kompozit iplik modeli gösterilmiştir.



Şekil 2.9. İçi oyuk iğli büküm metoduyla (Hamel-Elasto Twist®) kompozit iplik üretim makinesinin şematik görüntüsü [11].

Bu sistem, MVS sistemi hariç kompozit iplik yapısındaki merkez ipliğini oluşturan filamentin büküm almadığı, tek büküm prosesidir. Bu nedenle proses, "çanak (tüp) içerisinde kaplama" olarak da adlandırılmaktadır. Merkez ipliği bükülmez tamamen kaplanır ve böylelikle ideal olarak korunur. Esnekliği ve tutarlı kalitesinden dolayı, dokumada kullanılan elastik kompozit ipliklerin üretiminde kullanılan en yaygın yöntemdir. Ayrıca bu metotta, iğin dönüşü ile birlikte katlı kesik elyaf ipliğin dönüşü ve büküm alması kapalı bir tüp içerisinde gerçekleştiğinden kir veya uçuntu birikimi olmamaktadır [7].



Şekil 2.10. İçi oyuk iğli büküm metoduyla üretilen kompozit iplik modeli.

2.2.4. Özlü İplik Üretimi

Özlü iplik üretimi dört ana başlık altında incelenebilir.

1. Friksiyon eğirme sisteminde özlü iplik üretimi

2. OE-Rotor eğirme sisteminde özlü iplik üretimi

3. Ring eğirme sisteminde özlü iplik üretimi

   3.1. Klasik ring eğirme metodu ile özlü iplik üretimi

   3.2. Kompakt eğirme metodu ile özlü iplik üretimi

   3.3. Siro-spun eğirme metodu ile özlü iplik üretimi

   3.4. Siro-kompakt eğirme metodu ile özlü iplik üretimi

4. Vortex eğirme sisteminde özlü iplik üretimi

2.2.4.1. Friksiyon Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi

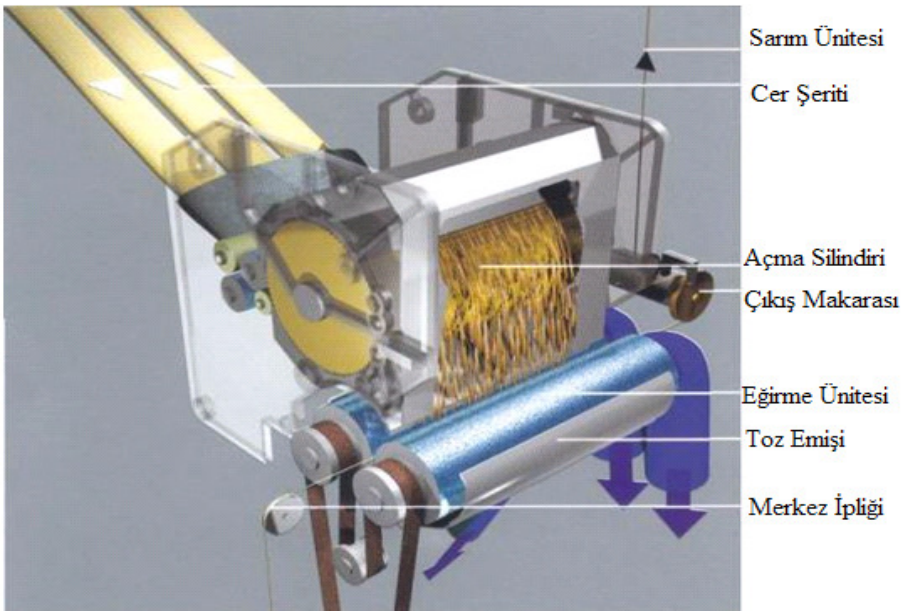
Kesikli liflerden iplik üretimi için bugüne kadar kullanılan en yaygın ve elde edilen iplik kalitesi bakımından da en fazla benimsenen metot ring iplikçiliğidir. Buna karşın bu metodun bazı teknolojik ve ekonomik sınırlarının bulunması gerek bu metodun gerekse bu metot dışında farklı metotların geliştirilmesine sebep olmuştur. Yıllarca yapılan çalışmalar sonucunda; 1960'lı yıllardan itibaren yeni iplikçilik metotlarının çeşitli ticari uygulamaları ortaya çıkmıştır. OE Friksiyon iplikçilik sistemleri de bu yeni metotlar arasında önemli bir sistemdir [12].

Friksiyon eğirmenin prensibi 1973 yılında Avusturya'da Dr. Ernst Fehrer tarafından OE eğirmeciliğinden yola çıkılarak ve temel mekanik-aerodinamik kurallarından faydalanılarak ortaya konulmuştur. Rotor dönüşleri, çap, ağırlık ve merkezkaç kuvveti gibi problemler bu büküm verme yöntemi sayesinde çözülmüştür.

OE Friksiyon iplikçilik sistemi; çok geniş aralıkta lif çeşidinin kullanımına uygun olması, %100'lere varan yüksek oranlarda geri kazanılmış lif kullanımına imkân vermesi ve yüksek üretim hızıyla, özellikle kalın numaralı iplik üretiminde başarı kazanmıştır. Dref iplik makineleri ise, bu iplikçilik sistemine göre üretim yapan ve ticari olarak kabul görmüş ilk makinelerdir. Dref iplik makinelerinden Dref 2 geri kazanılmış liflerden iplik üretimi için, Dref 3 ise, günümüzde uygulama alanı hızla gelişen yüksek performanslı tekstillerin üretiminde kullanılan high-tech ipliklerin üretimi için geliştirilmiştir. Dref iplikleri; yapı olarak komponentli olup, çok geniş bir lif çeşidi kullanılarak üretilmektedir. Dref eğirme teknolojisi ileri teknoloji ve özlü iplikler alanındaki en önemli alternatiflerden biri olarak kendini ispat etmiştir [13].

2.2.4.1.1. Dref 2000 İplik Makinesinde Özlü İplik Üretimi

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 1.11).



Şekil 2.11. Dref 2000 iplik makinesinde özlü iplik üretimi [13].

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 içerisinden 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 içerisinden 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/dk.'ya varabilen çıkış hızıyla çekilerek sarım tertibatı yardımı ile bobin şeklinde sarılırlar. İstenen büküm miktarı tambur devirlerine ve emilen havanın yoğunluğuna bağlı olarak ayarlanabilmektedir. Friksiyon eğirme prensibinde liflerin iletilmesi ve şeritlerin açılması OE-Rotor ve bilinen diğer eğirme yöntemleri ile karşılaştırıldığında temel farklılığın lif sevk elemanının şeklinde olduğu

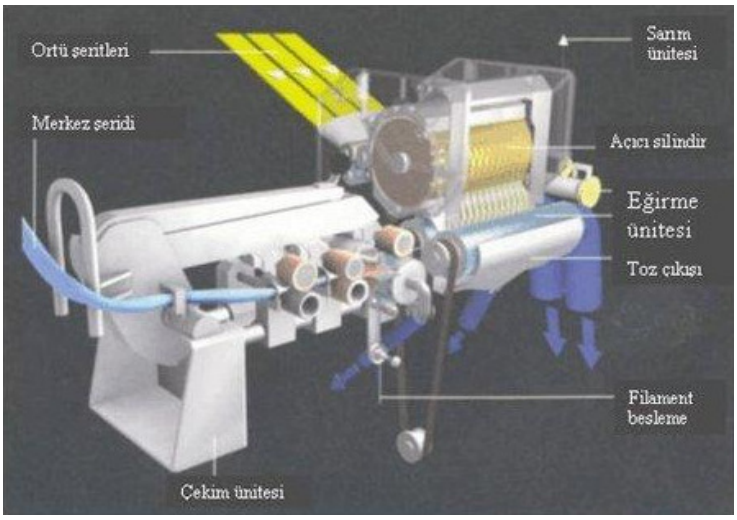
görülmektedir. Bu fark lif yönlenmesine tesir etmekte ve daha düzenli lif iletimini temin etmektedir.

Dref iplikçilik sisteminin genel olarak prensibi düşünüldüğünde, Dref 2000 iplik makinesinde Dref 3 sisteminde olduğu gibi ipliğin dış yüzeyinde termoplastik özelliği olan kesikli lifler (polyester) ve merkezinde özel filament iplikler olmak üzere (karbon, metal, elastan, cam lifi) yüksek performansa sahip özlü iplikler üretilebilir. Friksiyon hybrid iplik olarak adlandırılması mümkün olan bu iplik tipinde bileşenlerden birisi termoplastik matrix oluşturmakta; cam ve karbon lifi gibi daha sert yapıda olan lifler ise ipliği güçlendirmek ve plastiklerin arzu edilmeyen özelliklerini ortadan kaldırmak amacı ile kullanılmaktadır [13].

2.2.4.1.2. Dref 3000 İplik Makinesinde Özlü İplik Üretimi

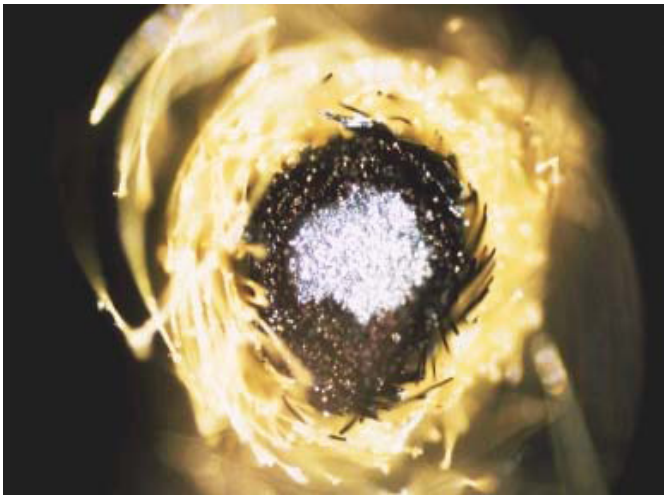
ITMA 2003'de tanıtılan Dref 3000 iplik eğirme makinesi ilk kez 1979 yılında yine ITMA'da tanıtılan Dref 3 iplik eğirme makinelerinin yeni bir versiyonudur. Bu sistemde polyester, naylon, akrilik, polipropilen gibi pek çok sentetik lifin yanı sıra çeşitli aramidler ve karbon gibi özel lifler de eğrilebilmektedir.

Dref 3000 sisteminde, kesikli kimyasal lifler tek başlarına ya da pamuk lifleri ile birlikte harmanlanarak kullanılabilmektedirler. Ayrıca çeşitli filament iplikler ve metal teller kullanılarak özlü iplik üretimi de mümkündür. Farklı özelliklerde özlü ipliklerin üretilmesi bu makinelere özel ihtiyaçlar için kullanılan teknik tekstiller sektöründe önemli bir gelişim alanı sunmaktadır. Çekim ünitesine hemen her tipte lif beslemesi yapılabilir. Ancak pamuk lifleri, yalnızca merkeze bir filament beslenmesi durumunda bu kısımda çalışabilmektedir (Şekil 2.12). Çekim ünitesine, üretilecek olan ipliğin kalitesine bağlı olarak telef beslemesi yapılabilir. Örtü kısmını oluşturacak olan liflerin uzunluğu 32-60 mm olup, hammadde olarak herhangi bir sınırlama yoktur. Filament olarak monofilament, multifilament ya da bant, tekstüre formda hemen her türlü filament beslenmesi mümkündür.



Şekil 2.12. Dref 3000 iplik makinesinde özlü iplik üretimi [14].

Dref 3000 özlü iplik eğirme makinesinde üretilen iplikler yapı olarak günümüz konvansiyonel ipliklerinden çok farklıdır. Elde edilen yapı katmanlı iplik yapısı olup, katmanları iplik içerisindeki oranları geniş bir aralıkta değişebilmektedir (Şekil 2.13). Bu sistemde üretilen iplikler merkez ve örtü olarak adlandırılan iki ana kısımdan oluşmaktadır. Çekim sistemine beslenen lifler ile filament iplik (besleme yapılırsa), ipliğin merkez kısmını, açıcı silindire beslenen lifler ise örtü kısmını oluşturmaktadır.

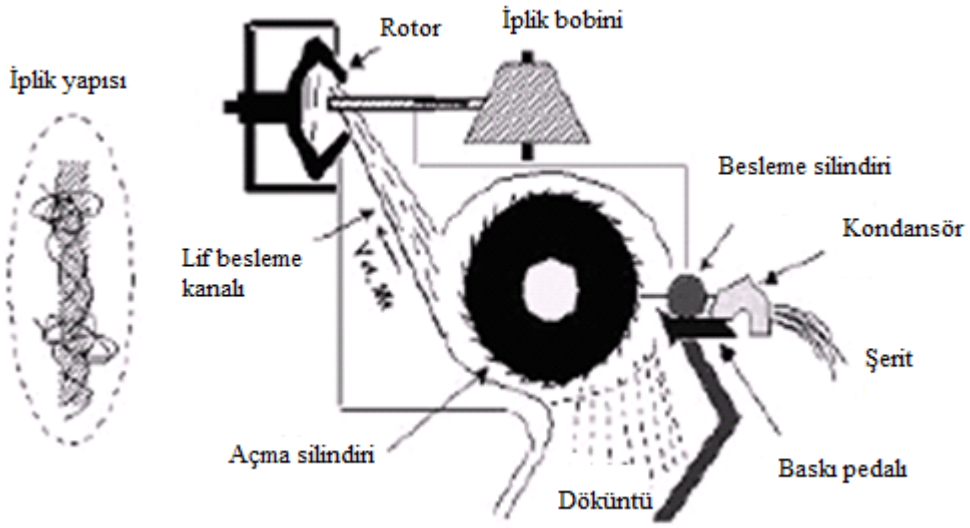


Şekil 2.13. Özlü Dref ipliği.

Yüksek üretim hızlarına ilave olarak Dref friksiyon eğirmenin en önemli avantajı birden çok çekirdek tipinin beslenebilmesi ve bu çekirdeklerin tamamıyla kaplanabilmesidir. Bu da Dref friksiyon eğirme teknolojisi için yeni uygulama alanları açmıştır [14].

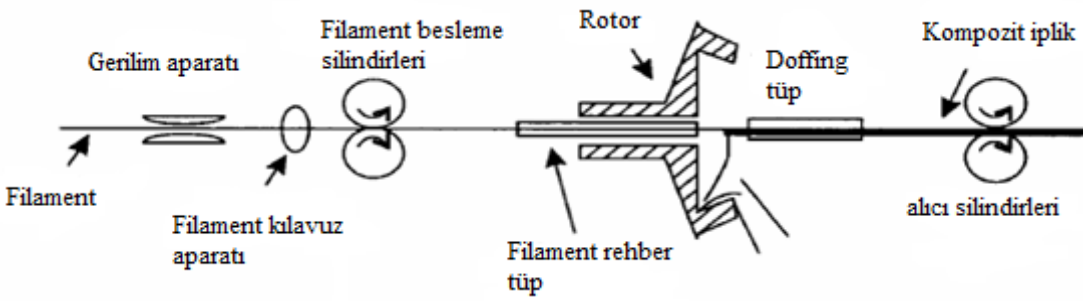
2.2.4.2. OE- Rotor Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi

OE-Rotor eğirme sisteminde temel prensip, makineye beslenen elyaf grubunu tek lif halinde açtıktan sonra düzenli bir şekilde tekrar toplayarak iplik formuna getirmektir. Open-end iplikçiliğinde elyaf beslemesi tek lif haline gelinceye kadar azaltılır. Elyaf şeridindeki lifler hava akımıyla taşınır. Lifler iç gerilmelerden kurtulmuş şekilde serbest olan iplik kuyruğuna bağlanırlar. Bu şekilde rotorun dönmesiyle meydana gelen büküm yardımıyla iplik elde edilir ve bobinlere sarılır (Şekil 2.14).



Şekil 2.14. Rotor iplikçilik prensibi [15].

OE-Rotor makineleri elastik ve elastik olmayan özlü iplik uygulamaları için kolaylıkla modifiye edilebilir. Filamentler polyester, viskon, aramid, cam, elastan, metal v.s. olabilir. Şekil 2.15'de görüldüğü üzere, open-end rotor sistemi rotor içerisine filament iplik beslenecek şekilde modifiye edilmiştir. Filament iplik bobinden gerilim ölçer ve rehber vasıtasıyla filament besleyici silindirlerine iletilir, sonra filament rehber tüpten geçer ve rotor içine emiş sayesinde serbestçe geçer. Daha sonra rotor çıkışında çıkarıcı tüp (doffing tüp) ve sarma silindirleri yardımıyla kesikli liflerle birleşmiş özlü iplik yapısı ortaya çıkar. Filament rehber tüp, içi boş rotor milinin serbestçe dönen ekseni boyunca yerleştirilmiştir. Filament besleme silindirleri, geniş aralıklı sabit besleme hızlarında pozitif olarak iplikleri besleyebilmektedir. [14].



Şekil 2.15. Rotor iplikçilikte özlü iplik eğirme sistemi [15].

2.2.4.2.1. Rotona (Rieter Rotor Core-Spun Technology)

BT-924'lerde mekanik makine tasarımında modüler yapı esas olup elastik ve elastik olmayan özlü iplik uygulamaları için kolayca modifiye edilebilir (Şekil 1.16).



Şekil 2.16. Elastan veya elastan olmayan filament besleme ile özlü iplik üretimi [16].

Rotona iplikçilik sisteminde, diğer özlü yapılarda olduğu gibi bir merkez ipliği (elastik yada elastik olmayan) özel bir alet ile rehber tüpe doğru beslenir. Rotor içerisinde merkez ipliği, rehber tüp bitişi ile çıkarıcı düze (doffing nozzle) arasında kaplanarak rotor yivi içinde özlü ipliğe dönüştürülür [17]. Şekil 2.17'de rotona iplik yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2.17. Rotona kompozit iplik yapısı [18].

Filamentler; polyester, viskon, aramid, cam, metal v.s. olabilir. Alternatif olarak bir OE ipliği veya kesik elyaf ipliği beslenebilir. Böylece ipliğe, daha yüksek mukavemet, daha iyi aşınma direnci, yanma ve ısınma direnci, antistatik özellikler, renk veya materyal karışımı (jaspe veya mouline) veya diğer moda efektleri kazandırılabilir [18].

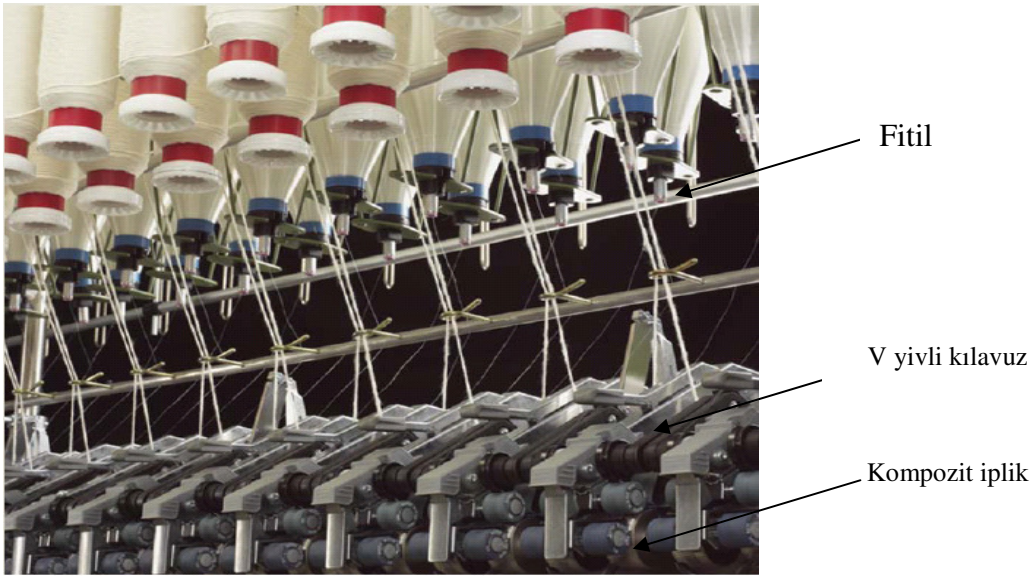
2.2.4.3. Ring Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi

Kesik elyaf iplikçiliği, iplik özellikleri, lif özellikleri ve lifin iplik yapısı içinde konumlanması şeklinde belirtilebilecek iki temel faktöre dayanmaktadır. Liflerin konumlanma bilgisi temelde kullanılan eğirme teknolojisi ile ilişkilidir. Dünyada kesik elyaf iplik üretiminde en yaygın kullanılan eğirme teknolojisi ring eğirme teknolojisidir. Ring eğirme teknolojisi üzerinde, lif özelliklerinden daha fazla istifade edebilmek için yapılan iyileştirme çalışmalarının sonunda siro ve kompakt gibi esası ring eğirme olan metotlar ortaya çıkmıştır [19-25].

2.2.4.3.1. Klasik Ring Eğirme Metodu İle Özlü İplik Üretimi

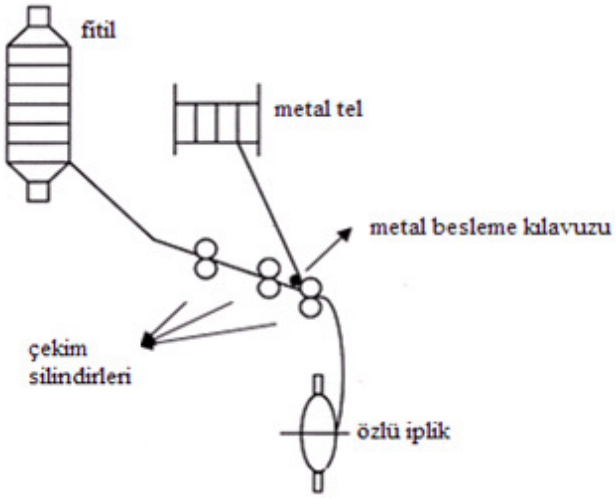
Ring iplik eğirme makinelerine ilave edilen bir takım modüller ile özlü iplik yapısı elde edilmektedir. Ring iplik makinelerinde özlü iplik üretiminde, merkez kısmı oluşturacak olan elyafı sevk edebilmek için cağlık; bu elyafın iplik içerisinde gerekli miktarda

bulunması için hız ayarları, tansiyon düzenleyici; iplik oluşmadan önce çıkış silindirleri ve büküm işleminden önce makineye ilave edilen kılavuz sistemlerine ihtiyaç vardır (Şekil 1.18)



Şekil 2.18. Ring özlü iplik üretim kılavuzu [16].

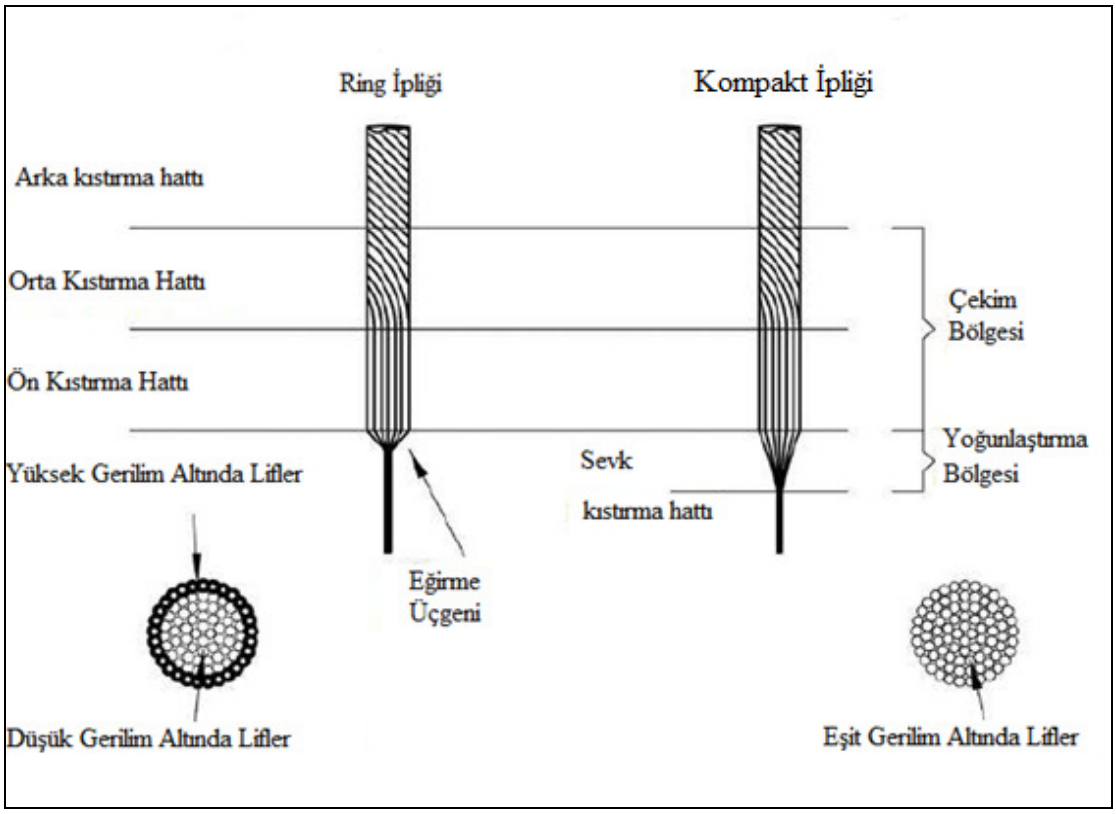
Özlü iplik üretimi, çıplak metali işleyebilecek şekilde modifiye edilmiş, standart ring iplik eğirme tezgahlarında yapılmaktadır (Şekil 2.19). Bu metot, prensip olarak bir metal çekirdek üzerine doğal veya kimyasal liflerin sarılmasıyla, özlü iplik üretimine dayanmaktadır. Kısa stapel lifler ile metal tel, çekim sisteminin ön silindir çiftinin kıstırma noktasında birbirleri ile birleşmektedirler. Ring eğirme sisteminde özlü ipliğin üretilebilmesi için ring eğirme makinesi pozitif besleme silindirleri ve V-yivli metal kılavuzundan oluşan metal besleme ünitesi ile modifiye edilmektedir. V-yivli metal kılavuzu, çekim sistemi ön baskı silindirinin üstünde yer alır ve kılavuz ile üst baskı silindiri arasındaki sürtünme ile tahrik edilir [26].



Şekil 2.19. Metal tel beslemesi ile üretilen özlü iplik üretim prensibi [27].

2.2.4.3.2. Kompakt Eğirme Metodu İle Özlü İplik Üretimi

Eğirme üçgeninin kısmen ve hatta tamamen ortadan kaldırılmasına yönelik yapılan çalışmaların sonunda, "kompakt eğirme sistemi" olarak adlandırılan yeni bir eğirme sistemi geliştirilmiş olup, bu sistem ilk olarak, 1995 ITMA'da Rieter tarafından tanıtılmıştır. Sistemde üretilen iplikler ise "yoğunlaştırılmış, sıkıştırılmış, tüysüz veya kompakt iplik" olarak anılmaktadır. Kompakt iplikçilik sisteminde; eğirme üçgeninin hemen hemen ortadan kaldırılarak, kenar liflerinin iplik yapısına entegre olması neticesinde dikkate değer şekilde gelişmiş bir iplik yapısı elde edilir (Şekil 2.20). Kompakt iplikçilik sistemiyle üretilen ipliklerde yüksek mukavemet, düşük tüylülük ve iyileştirilmiş düzgünsüzlük değerleri elde edilebilmektedir. Kompakt eğirme yöntemi, hem uzun, hem de kısa stapel iplik eğirmeciliğinde kullanılabilmektedir [28].



Şekil 2.20. Ring ve kompakt ipliklerinin karşılaştırması ve eğirme üçgeninin durumu [29].

Ring eğirme sisteminde iplik yapısındaki kenar lifleri yüksek gerilim altında tutulurken, ortadaki lifler daha düşük gerilim altındadırlar [29]. Eğirme üçgenindeki tüm lifler iplik yapısına katılamadığı için liflerin tamamının mukavemetinden faydalanılamadığı gibi iplikteki tüm liflerin gerginlikleri üniform dağılmamakta ve bunların iplik mukavemetine katkıları da eşit olmamaktadır. Dolayısıyla, iplikte mukavemet varyasyonları meydana gelmektedir. İpliğe kuvvet uygulandığında, lifler aynı anda kopmamakta, aksine gerginliğe bağlı olarak arka arkaya kopmaktadırlar [30]. İplik gerilime maruz kaldığında, önce kenar lifleri kopar ve daha sonra da diğer lifler kopma eğilimi gösterir. Bu da daha düşük iplik mukavemetine neden olmaktadır. Kenar liflerinin kıstırma noktasından çıkar çıkmaz gelişi güzel tutunmalarından dolayı meydana gelen mukavemet kaybının yanında iplikte daha fazla tüylenme etkisi görülmektedir.

Eğirme üçgeni 3 üzeri 3 çekim sisteminde son tutma noktasından sonra oluşur ve değişik konfigürasyonlarda kompakt hale getirilerek hemen hemen sıfıra yakın olacak şekilde azaltılır. Bu yoğunlaştırma prosesi çekim bölgesinde yer almaz. Sonuçta büküm uygulamadan önce, çekim sonrası bir yoğunlaştırma bölgesi oluşturmak için 4. bir tutma noktası gerekir. Bu yoğunlaştırma bölgesinde (çekimsiz) ve bundan sonra pnömatik veya mekanik olarak lifler daha yakın ve gittikçe artan paralellikte uzanır. Bu durumda neredeyse tüm lifler (kısa olanlar bile) iplik yapısına nispeten eşit gerilim altında katılırlar. En son tutma noktasından ayrıldıktan sonra, çok yüksek paralellikte ve yoğun formda lif demetine büküm verilir. Bu konfigürasyonun etkisi ile sağlam, ince ve oldukça az tüylü bir iplik elde edilebilmektedir [29].

Günümüzde kompakt ring iplik makineleri için farklı konstrüksiyonlara sahip sistemler bulunmaktadır. Bu sistemler farklı üretici firmalar tarafından geliştirilmiş olmasına rağmen, aslında temel çalışma prensipleri aynı olup, ana çekim bölgesinden sonra iplik oluşum bölgesinden önce elyaf demetinin yoğunlaştırılması temel prensiptir. Böylece, eğirme üçgeninin mümkün olduğunca küçültülmesi ve lif uçlarının olabildiğince iplik yapısına katılması amaçlanmaktadır. İlk nesil kompakt eğirme sistemlerinde, yoğunlaştırma işlemi nispeten yüksek maliyet (kurulum, alt yapının bakımı ve enerji) ile gerçekleştirilmekteydi. İlk nesil kompakt sistemlerinden Rieter tarafından geliştirilen K44 modelinde klasik 3 silindir çift apronlu çekim sisteminin sonunda delikli bir çelik tambur; Suessen'e ait Elite modelinde ise gözenekli apron yoğunlaştırma elamanı olarak kullanılmaktadır [30].

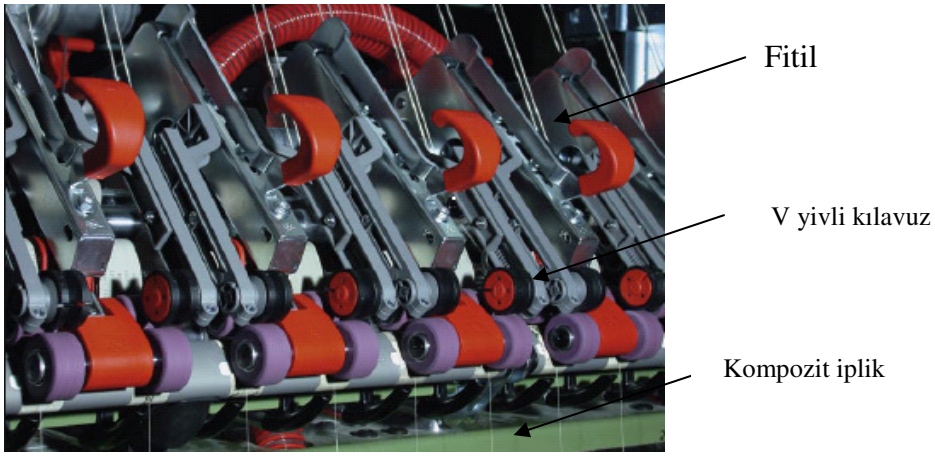
Air-Com-Tex 700 kompakt iplik eğirme sisteminde, klasik 3 silindir, çift apronlu çekim sisteminin sonuna perfore edilmiş yani delikli veya gözenekli bir aprondan oluşan bir yoğunlaştırma bölgesi eklenmiştir [30]. Profildeki vakumlu hava sayesinde liflerin apron delikleri üzerinde yoğunlaşması, hava akımının etkisiyle oluşan aerodinamik kuvvetler sayesinde gerçekleşmektir. Air-Com-Tex 700 kompakt sisteminde, yoğunlaştırmayı sağlayan komponentler üst çıkış baskı silindiri ve üzerindeki delikli aprondur. Zinser, yoğunlaştırmada aktif olarak görev alan her iki komponenti “kompakt elemanı” olarak adlandırmaktadır. Dolayısıyla, yoğunlaştırma sisteminin en önemli komponenti, üzerinde delikli apron bulunan kompakt elemanıdır.

Rieter, geliştirme çabalarının sonunda pazara öncelikle K40 ve K44, daha sonra da bu sistemlerde çeşitli düzenlemeler yaptıktan sonra K45 olarak adlandırdığı kompakt eğirme sistemlerini sunmuştur. Sistemde, klasik 3 silindir çift apronlu çekim sisteminin sonuna delikli (gözenekli) bir tamburdan oluşan bir yoğunlaştırma bölgesi eklenmiştir. Delikli tamburun içinde sabit vakumlu emiş sistemi bulunmaktadır. Dolayısıyla, dışarıdan tamburun içine doğru kesintisiz bir hava akımı sağlanmaktadır. Böylece, çekim sisteminin çıkış kıstırma noktasından ayrılan elyaf demeti hava emişi ile emilerek delikli tamburun yüzeyine toplanmakta ve lifler yoğunlaştırılmaktadır [16].

Elite kompakt sisteminin de temel prensibi Rieter ve Zinser'in kompakt sistemlerindeki gibi olup, klasik 3 silindir çift apronlu çekim sisteminin sonuna bir yoğunlaştırma ünitesi eklenmiştir. Elite yoğunlaştırma ünitesi, EliTube, Elitop ve EliVac elemanlarından oluşmaktadır. EliTube, eğimli bir şekilde yerleştirilmiş emiş yarığı, içi boş profil tüp ve bu tüpü kuşatan perfore edilmiş bir delikli veya gözenekli aprondan oluşmaktadır. EliTop, ön üst ve çıkış üst manşonu ile bunlarla bağlantılı bir dişliyi içermektedir. EliVac ise Elite kompakt sisteminin emiş sistemidir. Elite sistemi, giriş silindir çifti, orta silindir çifti, ön silindir çifti ve üzerinde delikli bir apron bulunan profil ile üst çıkış silindirinden oluşmaktadır. Profil tüpün içi boş olup, eğirme yönüne göre eğimli bir şekilde yerleştirilmiştir. Profil tüp içerisine, EliVac emiş sistemi tarafından vakumlu hava akımı beslenmektedir. Dolayısıyla, profil tüp negatif basınç etkisi altındadır. Profil tüp delikli bir apronla kuşatılmıştır. Tüpün üzerinde, elyafın çıkış yönünde uzanan, ön silindir kıstırma hattından başlayan ve çıkış kıstırma hattında sona eren bir açıklık bulunmaktadır. Bu açıklık, delikli apron üzerinde tüpün içine doğru bir hava akımı oluşturmaktadır. Ön kıstırma noktasını terk eden elyaf demeti, emiş açıklığının ucundaki hava akımı tarafından emilir. Bu hava akımı etkisi altında, lifler açıklığı kaplayan delikli apronla kıstırma noktasına kadar taşınır. Böylece, elyaf demeti yoğunlaştırılarak bir araya toplanmaktadır. Elyaf demeti, yoğunlaşmış bir halde büküm bölgesine geçmektedir [30].

Kompakt özlü ipliklerinin üretiminde fitilden gelen kısa stapel lifler ile filament, çekim sisteminin ön silindir çiftinin kıstırma noktasında birbirleri ile birleşir. Filamentin çekim

sistemine beslenebilmesi için ring iplik eğirme makinesine ilave bir besleme tertibatı (V-yivli metal kılavuzu) ilave edilmektedir (Şekil 2.21).



Şekil 2.21. Suessen kompakt özlü iplik eğirme metodu [31].

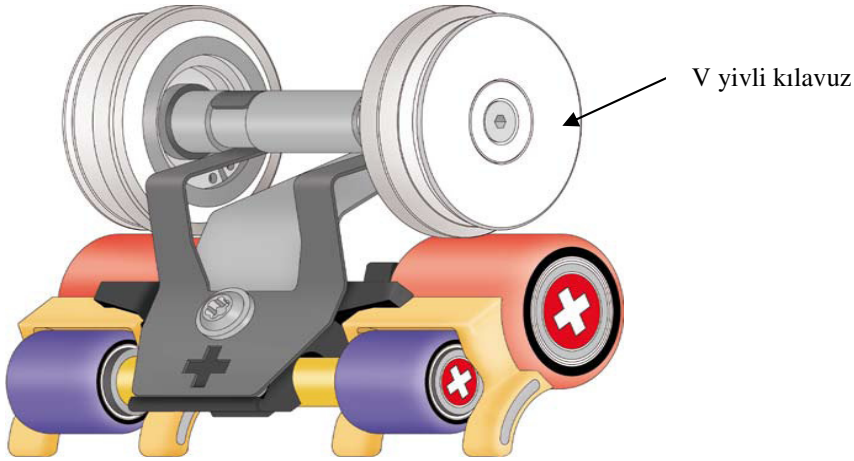
RoCoS sistemi, ikinci nesil kompakt eğirme sistemi olarak adlandırılmaktadır ve daha düşük maliyet ve kolay montaj avantajları ile dikkat çekmektedir. RoCoS sistemi emiş gerektirmez, yoğunlaştırma manyetik ve mekanik teknik özellikleri ile yapılır. Ön alt silindir, ön üst silindir ve çıkış silindirini desteklemektedir. Şekil 2.22'de RoCoS kompakt eğirme sistemi gösterilmiştir.



Şekil 2.22. RoCoS kompakt iplik eğirme sistemi [32].

Yoğunlaştırma bölgesi kıstırma hattı (tutma noktası) A'dan kıstırma hattı (tutma noktası) B'ye kadar uzatılmıştır. Her iki üst silindir sürtünme ile döndürülmektedir. Dişli bağlantısı yoktur ve çapa bağlı olmaksızın sabit çevresel hıza sahiptir. İki tutma

noktası A ve B arasında çekim olmadığı için, A-B mesafesinden daha uzun lifler uzama veya kopmaya maruz kalmayacaklardır. Yüksek hassasiyetli seramik yoğunlaştırıcı aralarında boşluk olmadan yerleştirilmiş sabit mıknatıslar tarafından ön alt silindire bastırılır. Yoğunlaştırıcı eleman ve alt silindir beraber tamamen kapalı bir yoğunlaştırma bölgesi oluşturmaktadır. Yoğunlaştırma güvenli bir şekilde kayar ve yoğunlaştırma kanalına doğru lif demetini senkronize olarak ileten, alt silindirin oluklu yüzeyinin üzerine iyi bir şekilde yerleştirilmiştir. Çıkış silindiri, lif iletiminin devamlılığını sağlar ve yoğunlaştırma bölgesine bükümün girişini durdurur [29]. Filamentin çekim sistemine beslenebilmesi için RoCoS kompakt iplik eğirme sistemine ilave bir besleme tertibatı (V-yivli metal kılavuzu) ilave edilmektedir. Kompakt özlü ipliklerinin üretiminde fitilden gelen kısa stapel lifler ile filament, çekim sisteminin ön silindir çiftinin kıstırma noktasında birbirleri ile birleşir ve kompakt özlü iplik yapısı elde edilir (Şekil 2.23).

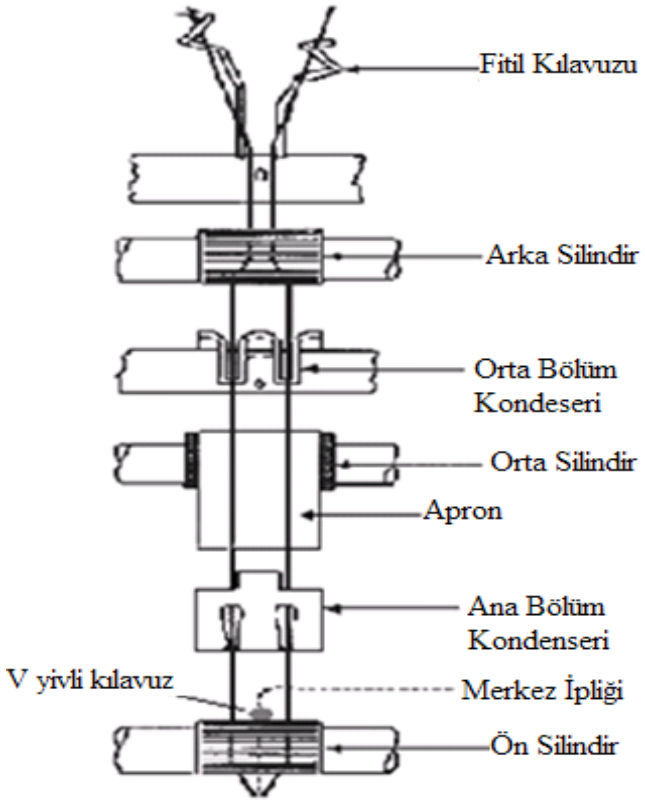


Şekil 2.23. RoCoS ile kompakt özlü iplik üretim aparatı [29].

2.2.4.3.3. Siro-Spun Eğirme Metodu İle Özlü İplik Üretimi

Bu sistem, özellikle uzun kesik elyaflarla çalışmaya uygun bir sistemdir. Bu proses katlama ve büküm aşamalarını ortadan kaldırarak, üretimde tasarruf sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Sistemde özlü ipliğin üretimi tek bir adımda gerçekleşmektedir [33].

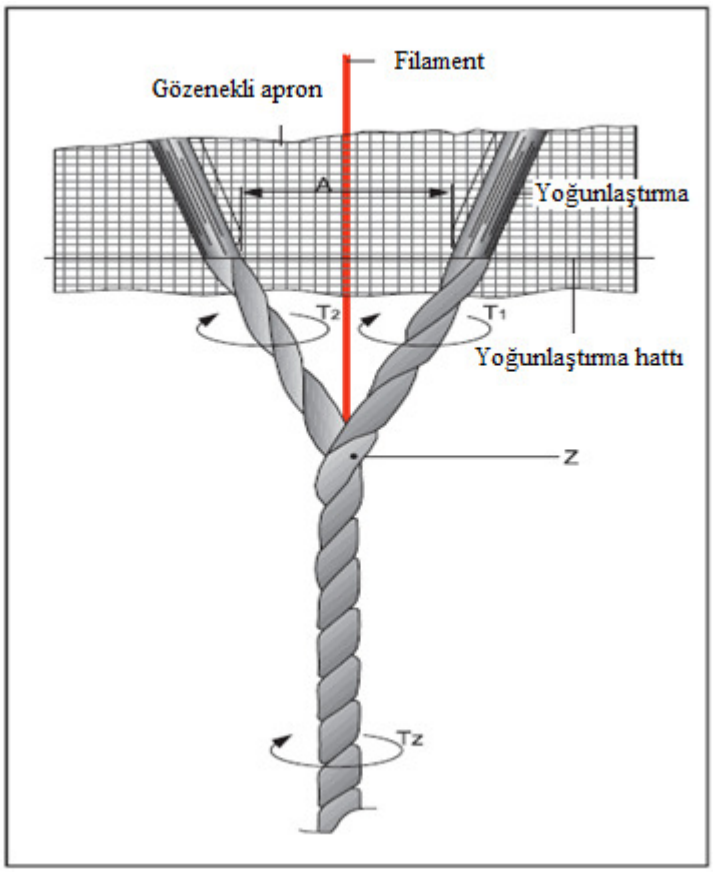
Makine üzerine iki ayrı fitil birbirine paralel halde beslenir. Çekime uğrayıp ön çekim silindirine gelen fitiller arasına merkez ipliği beslenir ve ön çekim silindirini terk eden merkez ipliği ve lifler, bilezik ve kopça yardımıyla bobinlenir. Sistemin çalışma prensibi Şekil 1.24'de gösterilmiştir.



Şekil 1.24. Siro-spun sistemi ile özlü iplik çalışma prensibi [34].

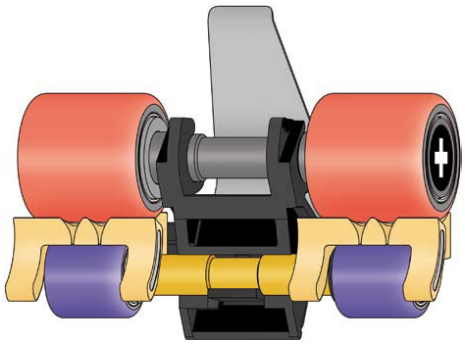
2.2.4.3.4. Siro-Kompakt Eğirme Metodu İle Özlü İplik Üretimi

Bu sistemde iki ayrı fitil birbirine paralel halde beslenir. Çekime uğrayıp ön çekim silindirine gelen fitiller arasına merkez ipliği beslenir (Şekil 1.25). Ön ve ana çekim, klasik 3 silindir çift apronlu çekim sistemlerindeki gibi yapılmaktadır. Delikli tamburun içinde, emiş sistemi ile bir hava akımı oluşturulmaktadır. Delikli tamburun üzerindeki açıklık boyunca liflerin yoğunlaştırılması sağlanmaktadır [35].



Şekil 2.25. Suessen siro kompakt makinelerinde özlü iplik eğirme prosesi [31].

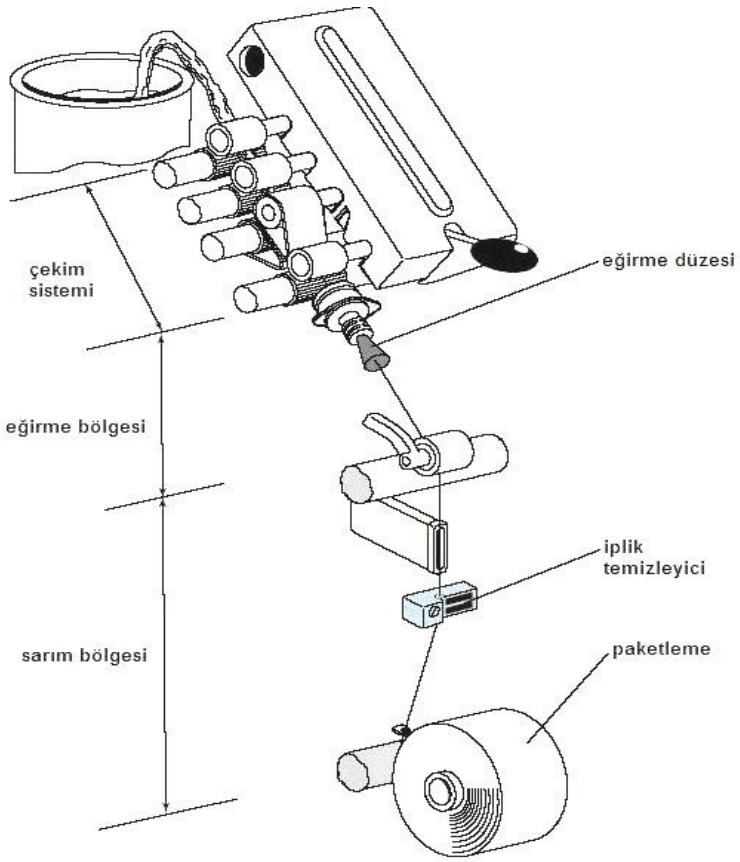
TWIN RoCoS aparatı ile özlü iplik eğirme yönteminde iki ayrı fitilden gelen kısa stapel lifler ile fitiller arasına beslenen metal tel, çekim sisteminin ön silindir çiftinin kıstırma noktasında birbirleri ile birleşir (Şekil 1.26). Bu sistem emiş gerektirmez, yoğunlaştırma manyetik ve mekanik teknik özellikleri ile yapılır.



Şekil 2.26. TWIN RoCoS aparatı ile kompakt özlü iplik eğirme prosesi [32].

2.2.4.4. Vortex Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi

Murata Firması, MVS sistemini ilk kez 1997 yılında tanıtmıştır. Firma bugüne kadar MVS 851, MVS 810, MVS 861 şeklinde üç farklı model vortex iplik eğirme makinesi geliştirmiştir. Ayrıca çift katlı iplik üretimi için MVS 810 makinelerinin modifiye edilmiş şekli olan MVS 81 T model vortex iplik eğirme makinesi de geliştirilmiştir [36]. MVS iplik eğirme makinelerinde, 4 silindirli ve apronlu bir çekim sistemi bulunmaktadır. Hammadde ikinci ya da üçüncü pasaj cer şeridi formunda makineye beslenmektedir. Hava jetli (MJS-Murata Jet Spinner) iplik eğirme makinelerinden farklı olarak, bu sistemde ters yönde dönen iki hava jeti yerine farklı yapıda tek bir jet kullanılmaktadır. Şekil 2.27'de MVS-810 model vortex iplik eğirme makinesinin temel kısımları gösterilmiştir.



Şekil 2.27. MVS 810 iplik eğirme makinesi temel kısımları [37].

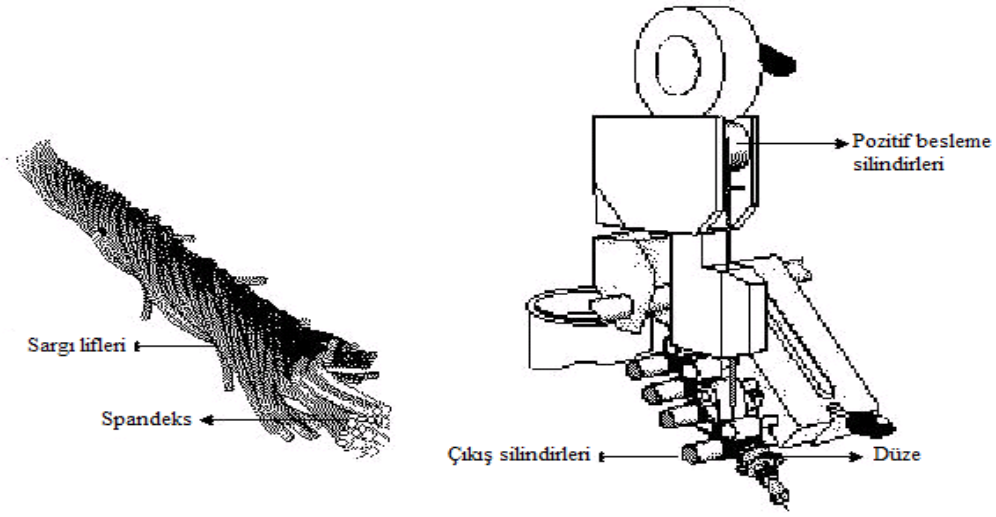
Çekim sistemi ön silindirlerinden çıkan lifler, düze tarafından oluşturulan hava emişi yardımıyla bir geçiş kanalı içerisine çekilirler. Geçiş kanalı düze bloğu ve iğne tutucudan oluşmaktadır. İğne tutucu belirli bir açıyla boylamasına uzanan bir rehber yüzeye ve içi oyuk iğ içerisine doğru yönlenmiş, dışarı doğru çıkan kılavuz bir iğneye sahiptir. Geçiş kanalını müteakip lifler içi oyuk iğ içerisine emilirler. Bu esnada lifler, içi oyuk iğ girişinde farklı yönlerden belirli bir açıyla verilen sıkıştırılmış havanın oluşturduğu kuvvet ile döndürme etkisine girerler. Döndürme hareketi ile oluşan büküm yukarıya doğru kayma eğilimindedir. İğne tutucudan dışarı doğru sarkan iğne, bükümün yukarıya doğru kaymasını engeller. Böylece bazı liflerin üst kısımları çekim sistemi çıkış silindirlerinin kıstırma çizgisinden ayrılır ve açık tutulur. Liflerin ön uçları iğneden sonra içi oyuk iğ içerisine girerek üretilen vortex ipliğinin merkez kısmını oluştururlar. Liflerin takip eden uçları ise ön silindirden sonra hava akımının döndürme etkisiyle iyice açılarak iğ üzerine bükülmektedirler. Bu lifler, daha sonra çekirdek lifler üzerine spiral biçimde sarılarak vortex iplik yapısını oluşturmaktadırlar. Bu farklı düze yapısı sayesinde, vortex sistemi ile üretilen ipliklerdeki sarım yapan lif sayısı ve sarım uzunluğu hava jeti ipliklerinden daha fazladır. Üretilen vortex ipliği temizleme ünitesinden geçtikten sonra bobin halinde sarılır. Kullanım alanına bağlı olarak iplik, temizleme ünitesinden sonra makine üzerinde parafinleme işleminden de geçirilebilmektedir [37].

Vortex sistemi ile özlü iplik üretiminde, çekirdek bileşeni olarak tek veya çok filamentli ya da kesikli liflerden üretilen iplikler kullanılabilir. Polyester, naylon, karbon ve cam gibi ipliklerin yanı sıra elastan filamentleri de çekirdek bileşen olarak kullanmak mümkündür [37]. Şekil 2.28'de elastan besleme tertibatı ile donatılmış MVS 810 makinesinin genel görünüşü verilmiştir.



Şekil 2.28. Elastan besleme tertibatı ile donatılmış MVS 810 makinesi.

Vortex makinesinde elastan içerikli özlü iplik üretmek için, elastanı belirli bir gerginlik altında jet içine besleyecek özel bir düzenek gerekmektedir (Şekil 2.29). Jetin tam ortasına beslenen elastan merkezde kalacak şekilde sargı lifleri ile tamamen sarılmaktadır. Sistemde, sargı liflerinin yüksek hava akımı sayesinde elastan üzerine dolanmaları sağlandığından, merkezdeki elastan büküm almaz. Bu nedenle vortex iplik, öz ipliğin burulma kuvveti altında zarar görmesinden kaynaklanan problemlere uğramamış olur. Ayrıca yine bu sebepten dolayı oluşan iplik mukavemetinin düşmesi azaltılmış olur [38].



Şekil 2.29. Vortex iplik eğirme makinesinde özlü iplik üretimi [38].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada; 5 farklı yöntem, 3 farklı tur seviyesinde toplam 15 değişik tip metal içerikli kompozit iplik numuneleri, Ağteks "Directwist- 2B'' numune iplik makinesinde üretilmiştir. Üretilen metal içerikli kompozit iplikler ile elektromanyetik radyasyona karşı koruyucu özellikte örme kumaşlar geliştirilmiştir.

3.1. Gereç

Metal içerikli kompozit iplik numunelerinin üretiminde; ring eğirme tekniği ile üretilen Ne 25, kompakt eğirme tekniği ile üretilen Ne 50 numaralarında pamuk iplikler ve 50 mikron (Ne 33) bakır tel kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Çalışma kapsamında iplik numuneleri, Şekil 3.1'de gösterilen Ağteks ''Directwist-2B'' numune iplik makinesinde çift iplikle çapraz sarımlı kaplama, tek iplikle klasik büküm, tek iplikle tek yönlü kaplama, çift iplikle klasik büküm ve çift iplikle tek yönlü kaplama, yöntemleri ile üretilmiştir.



Şekil 3.1. Direct Twist – 2B makinesi.

3.2.1. Numune İplik ve Kumaşların Üretilmesi

Direct Twist - 2B numune iplik makinesinde çift iplikle çapraz sarımlı kaplama, tek iplikle klasik büküm, tek iplikle tek yönlü kaplama, çift iplikle klasik büküm, çift iplikle tek yönlü kaplama yöntemleri ile 200 Tur/m, 250 Tur/m ve 300 Tur/m büküm seviyelerinde bakır içerikli kompozit iplikler üretilmiştir. İplik üretimi tamamlandıktan sonra örme kumaşların üretimine geçilmiştir.

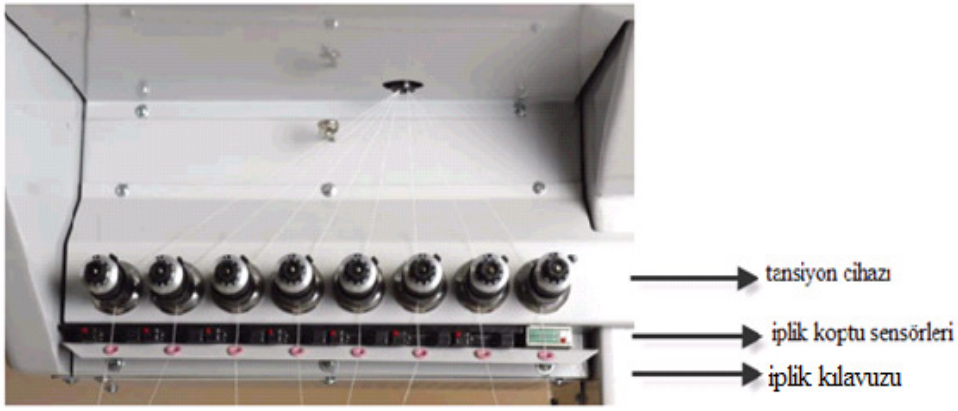
3.2.1.1. Numune İpliklerin Üretilmesi

Üretilen numune iplikler ve kodları Tablo 3.1'de özetlenmiştir.

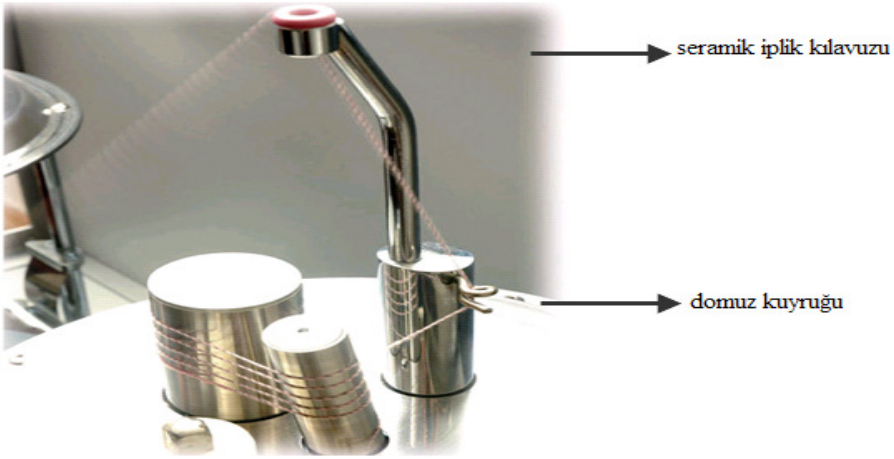
Tablo 3.1. Numune ipliklerin üretim teknikleri, içerikleri ve tur sayıları.

Kod	Üretim tekniği	İçerik	Tur / m
1A	Çift iplikle çapraz sarımlı kaplama	Ne 50 Pamuk / Ne 50 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	200
1B	Çift iplikle çapraz sarımlı kaplama	Ne 50 Pamuk / Ne 50 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	250
1C	Çift iplikle çapraz sarımlı kaplama	Ne 50 Pamuk / Ne 50 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	300
2A	Tek iplikle klasik büküm	Ne 25 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	200
2B	Tek iplikle klasik büküm	Ne 25 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	250
2C	Tek iplikle klasik büküm	Ne 25 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	300
3A	Tek iplikle tek yönlü kaplama	Ne 25 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	200
3B	Tek iplikle tek yönlü kaplama	Ne 25 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	250
3C	Tek iplikle tek yönlü kaplama	Ne 25 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	300
4A	Çift iplikle klasik büküm	Ne 50 Pamuk / Ne 50 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	200
4B	Çift iplikle klasik büküm	Ne 50 Pamuk / Ne 50 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	250
4C	Çift iplikle klasik büküm	Ne 50 Pamuk / Ne 50 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	300
5A	Çift iplikle tek yönlü kaplama	Ne 50 Pamuk / Ne 50 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	200
5B	Çift iplikle tek yönlü kaplama	Ne 50 Pamuk / Ne 50 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	250
5C	Çift iplikle tek yönlü kaplama	Ne 50 Pamuk / Ne 50 Pamuk Ne 33 (50 mikron) Bakır tel	300

Çift iplikle çapraz sarımlı kaplama yönteminde; bobin tutucuya yerleştirilen iplik (Ne 50) iplik kılavuzu, iplik koptu sensörü ve tansiyon cihazından geçirilmektedir (Şekil 3.2-a). Hava yardımı ile döner diskten alınan iplik, seramik iplik kılavuzuna beslenmektedir. İpliğin merkezinde kalacak olan bakır tel ise doğrudan seramik iplik kılavuzundan geçirilmektedir (Şekil 3.2-b). Bu noktada birleştirilen iplik ve bakır tel domuz kuyruğuna beslenir. Bakır tel sargı ipliği ile Z yönünde kaplanmış ve oluşan kompozit iplik merkez ipliği olarak kullanılmıştır. Doğrudan seramik iplik kılavuzuna beslenen merkez ipliği Ne 50 numaralı pamuk ipliği ile S yönünde kaplanmıştır.



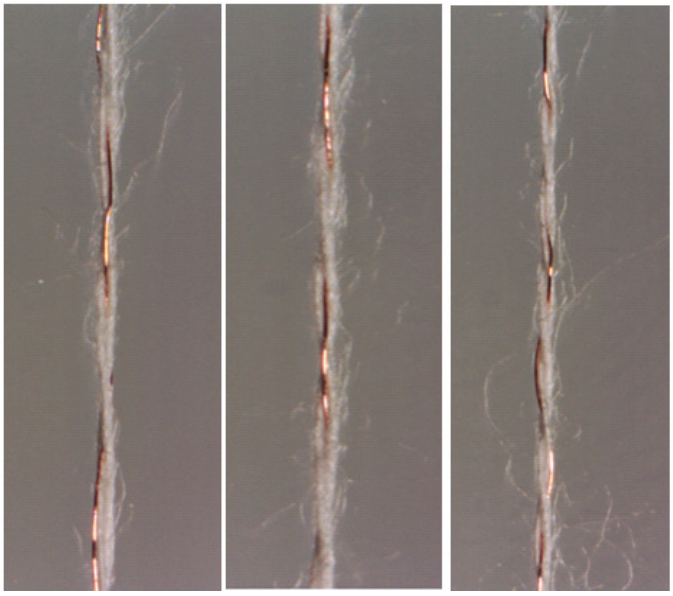
(a)



(b)

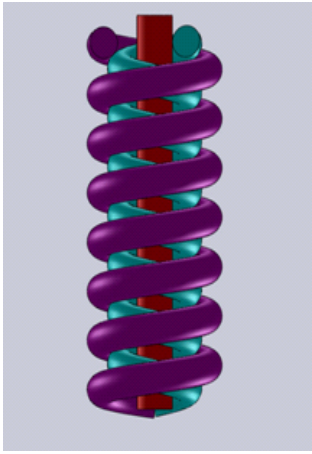
Şekil 3.2. İplik besleme düzeneği.

Bu yöntem ile, 200 Tur/m, 250 Tur/m ve 300 Tur/m büküm seviyelerinde bakır tel içerikli kompozit iplikler üretilmiştir. Kompozit iplik görüntüleri Şekil 3.3'de ve iplik modeli Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



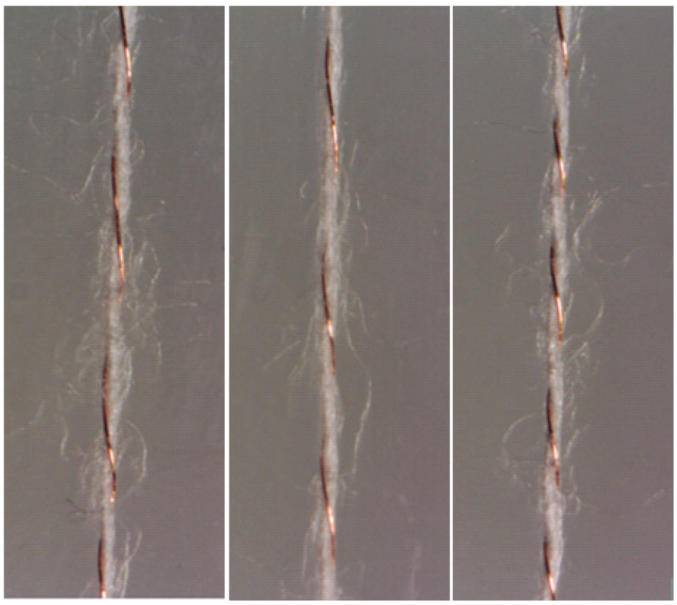
(A) (B) (C)

Şekil 3.3. Çift iplikle çapraz sarımlı kaplama yöntemi ile 200 Tur/m (A), 250 Tur/m (B) ve 300 Tur/m (C) büküm seviyelerinde üretilen bakır tel içerikli kompozit iplikler.



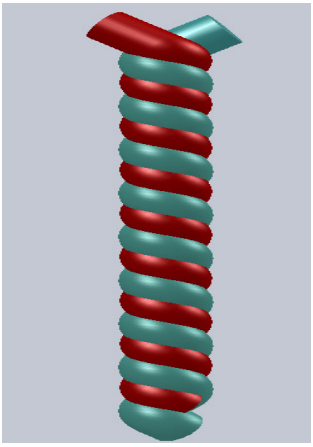
Şekil 3.4. Çift iplikle çapraz sarımlı kaplama yöntemi ile üretilen kompozit iplik modeli.

Tek iplikle klasik büküm yönteminde; bobin tutuculara yerleştirilen iplik bobini (Ne 25) ve bakır tel (Ne 33) iplik kılavuzu, iplik koptu sensörleri ve tansiyon cihazından geçirilmektedir. Hava yardımı ile döner diskten alınan iplik ve bakır tel seramik iplik kılavuzuna ardından domuz kuyruğuna beslenmekte ve S yönünde büküme tabi tutulmaktadır. Bu yöntem ile, 200 Tur/m, 250 Tur/m ve 300 Tur/m büküm seviyelerinde bakır tel içerikli kompozit iplikler üretilmiştir. Kompozit iplik görüntüleri Şekil 3.5'de ve iplik modeli Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



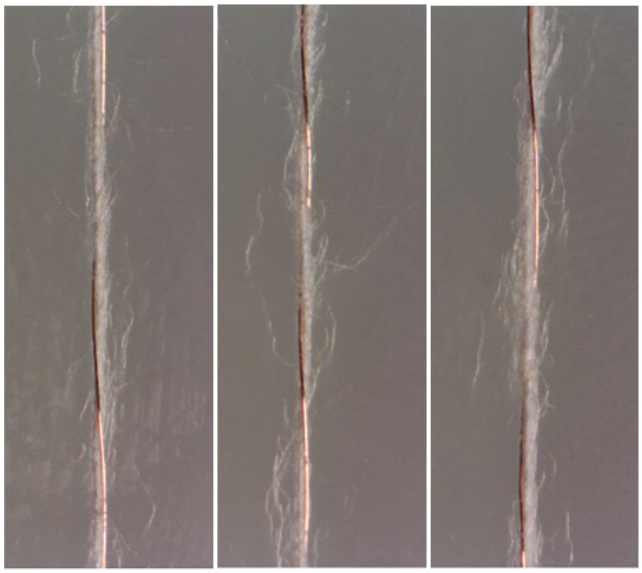
(A) (B) (C)

Şekil 3.5 Tek iplikle klasik büküm yöntemi ile 200 Tur/m (A), 250 Tur/m (B) ve 300 Tur/m (C) büküm seviyelerinde üretilen bakır tel içerikli kompozit iplikler.



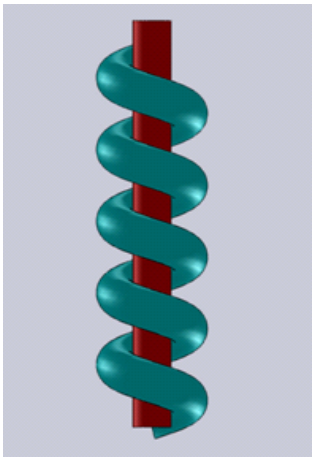
Şekil 3.6. Tek iplikle klasik büküm yöntemi ile üretilen kompozit iplik modeli.

Tek iplikle tek yönlü kaplama yönteminde; kompozit ipliğin merkezinde kalacak olan bakır tel sargı ipliği ile sarılmaktadır. Hava yardımı ile döner diskten alınan iplik (Ne 25), seramik iplik kılavuzuna beslenmektedir. İpliğin merkezinde kalacak olan bakır tel ise doğrudan seramik iplik kılavuzundan geçirilmektedir. Bu noktada birleştirilen iplik ve bakır tel domuz kuyruğuna beslenir ve bakır tel sargı ipliği ile kaplanmaktadır. Bu yöntem ile, 200 Tur/m, 250 Tur/m ve 300 Tur/m büküm seviyelerinde bakır tel içerikli kompozit iplikler üretilmiştir. Kompozit iplik görüntüleri Şekil 3.7'de ve iplik modeli Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



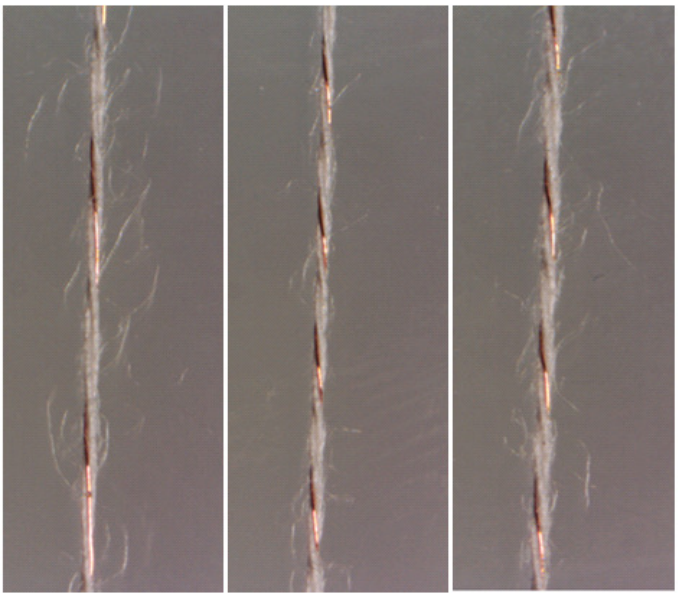
(A) (B) (C)

Şekil 3.7. Tek iplikle tek yönlü kaplama yöntemi ile 200 Tur/m (A), 250 Tur/m (B) ve 300 Tur/m (C) büküm seviyelerinde üretilen bakır tel içerikli kompozit iplikler.



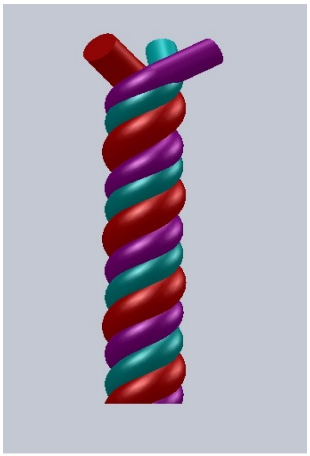
Şekil 3.8. Tek iplikle tek yönlü kaplama yöntemi ile üretilen kompozit iplik modeli.

Çift iplikle klasik büküm yöntemi; bakır telin beslenmesi, ipliğin beslenmesi ve uygulanan tur seviyeleri bakımından tek iplikle klasik büküm yöntemi ile benzer şekildedir. Tek iplikle klasik büküm yönteminden farklı olarak, bu yöntemde bakır tel ile iki iplik (Ne 50) S yönünde büküme tabi tutulmaktadır. Kompozit iplik görüntüleri Şekil 3.9'da ve iplik modeli Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



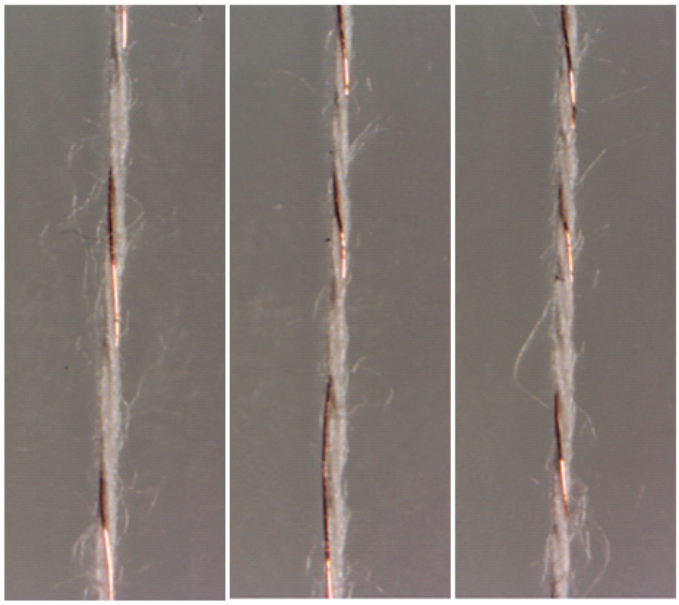
(A) (B) (C)

Şekil 3.9. Çift iplikle klasik büküm yöntemi ile 200 Tur/m (A), 250 Tur/m (B) ve 300 Tur/m (C) büküm seviyelerinde üretilen bakır tel içerikli kompozit iplikler.



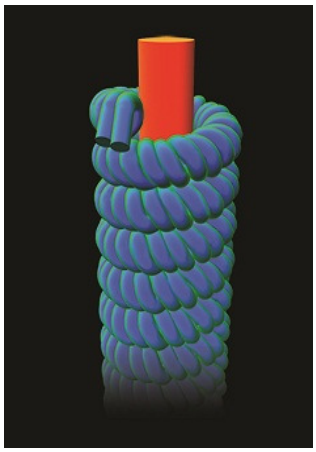
Şekil 3.10. Çift iplikle klasik büküm yöntemi ile üretilen kompozit iplik modeli.

Çift iplikle tek yönlü kaplama yöntemi, bakır telin beslenmesi, ipliğin beslenmesi ve uygulanan tur seviyeleri bakımından tek iplikle tek yönlü kaplama yöntemi ile benzer şekildedir. Tek iplikle tek yönlü kaplama yönteminden farklı olarak, merkezdeki bakır tel etrafına sargı iplikleri (Ne 50) bükülerek S yönünde kaplanmaktadır. Ayrıca bu yöntem, genel bilgiler bölümünde detaylı olarak anlatılan içi oyuk iğli büküm metodu olarak bilinmektedir. Kompozit iplik görüntüleri şekil 3.11'de ve iplik modeli şekil 3.12'de gösterilmiştir.



(A) (B) (C)

Şekil 3.11. Çift iplikle tek yönlü kaplama yöntemi ile 200 Tur/m (A), 250 Tur/m (B) ve 300 Tur/m (C) büküm seviyelerinde üretilen bakır tel içerikli kompozit iplikler.



Şekil 3.12. Çift iplikle tek yönlü kaplama yöntemi ile üretilen kompozit iplik modeli.

3.2.1.2. Numune Kumaşların Üretilmesi

Çalışma kapsamında, süprem örgü yapısındaki numune kumaşların üretimi numune çorap örme makinesinde gerçekleştirilmiştir. Numune çorap örme makinelerinde iğneler iğne rayı üzerinde bulunan kanallarda dizilidir. Örme işlemi, iğne üzerine yatırılan ipliğin iğne tarafından yakalanması ve bir önceki ilmeğin içinden geçirilmesi; bu işlemi bütün iğnelerin sırayla tekrarlaması ile gerçekleşir. Örülen kumaş ise tüp formundadır ve makinenin silindiri içinden aşağı doğru çekilir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Fayon numune çorap örme makinesi.

3.2.2. Uygulanan Test Yöntemleri

Uygulanan testler, iplik özelliklerinin belirlenmesi ve kumaş numunelerine ait özelliklerin belirlenmesi için yapılanlar olmak üzere iki grupta incelenmiştir.

3.2.2.1. İplik Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler

Üretilmiş olan numune ipliklerin özelliklerini tespit etmek amacıyla gerçekleştirilen testler, alınan numunelerin standart atmosfer şartlarında (20±2º sıcaklık ve %65±2 bağıl nem) 24 saat bekletilerek kondisyonlandıktan sonra gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1.1. İplik Numarasının Belirlenmesi

İplik numara tayininde testler TS 244 EN ISO 2060 ‘‘Tekstil-İplikler-Doğrusal Yoğunluk Tayini-Çile Metodu’’ adlı standart esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Her bir iplik tipi için 5 adet ölçüm yapılarak ipliklerin ortalama numara değerleri Ne olarak tespit edilmiştir.

3.2.2.1.2. İplik Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Testi

İplik kopma mukavemeti, ipliğin kopmaya karşı gösterdiği direnç olup kopma kuvvetinin iplik numarasına oranıdır. Kalın bir ipliği koparmak için gerekli kuvvet ince iplikten daha fazla olacağından, sadece kuvvetlerin karşılaştırılması bir anlam ifade etmemektedir. Bu nedenle kuvvet yerine, iplik numarasının da işin içine katıldığı mukavemet terimi kullanılmaktadır. İplik mukavemeti g/tex, cN/tex, Rkm (kgf x Nm) gibi terimlerle ifade edilebilir. İplik kopma mukavemeti için “Rkm” terimi yaygın olarak kullanılmakta olup, ipliğin düşey konumda kendi ağırlığında koptuğu uzunluğun kilometre olarak ifadesidir. İplik kopma uzaması ise, ipliğin koptuğu anda boyunda meydana gelen toplam uzamadır.

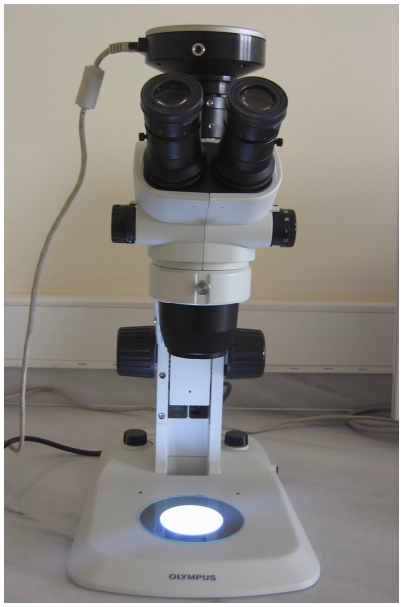
İplik kopma mukavemeti ve kopma uzaması testi, Mustafa Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksek Okulu Kalite Kontrol Laboratuarında bulunan Instron iplik mukavemeti test cihazında yapılmıştır. Her kopsa 10’ar adet test uygulanmıştır. Testler, çeneler arası mesafe 250 mm, test hızı ise 250 mm/dakika olacak şekilde uygulanmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Instron mukavemet ölçüm cihazı

3.2.2.1.3. Fotoğraf Çekimi

Numune ipliklerin fotoğraf çekimi Olympus SZ61 marka stereo mikroskop ile BABSOFT görüntü işleme yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.15).



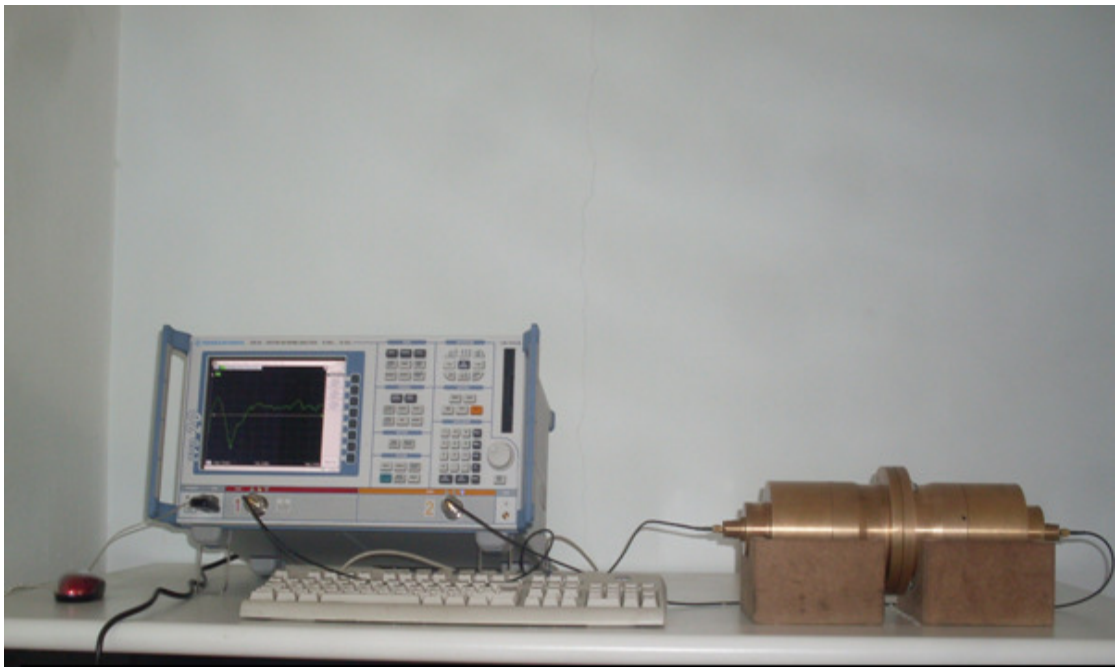
Şekil 3.15. Olympus SZ61 stereo mikroskop.

3.2.2.2. Kumaş Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Testler

Numune kumaşların ekranlama etkinliğinin (SE – Shielding Effectiveness) ve kumaş yüzeyinde bakır görünürlük oranının (BGO) tespit edilmesi için uygulanan testlerdir.

3.2.2.2.1. Kumaşların Ekranlama Etkinliğinin (SE) Belirlenmesi

Kumaş numunelerinin SE ölçümleri, ASTM-D 4935 standardını esas alan koaksiyel tutucu metodu (Coaxial Holder Method) ile yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde, ASTM D-4935 standardına uyarlanarak yapılan ölçüm aparatı kullanılmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Kumaşların koaksiyel tutucu metodu ile SE ölçümlerinin yapıldığı test düzeneği.

Kumaşların ekranlama etkinliğinin ölçüm sisteminde, flanşlı bir koaksiyel tutucu ve S parametrelerini (**S_{11} ve S_{21} yansıma ve araya girme kayıpları**) ölçebilen R&S ZVB20 model bir network analizör bulunmaktadır. S parametrelerinin ölçümü sonucunda toplam ekranlama etkinliği içerisinde soğurma ve yansımanın katkıları

belirlenebilmektedir. Bu çalışmada üretilen farklı tiplerdeki kumaşların ekranlama etkinliğinin değerlendirilmesinde **S_{21}** (araya girme kayıpları) esas alınmıştır.

Yapılan ölçümlerde, kumaş numunelerinin SE değerlerini belirleyebilmek için ölçüm aparatında ölçümler iki basamakta gerçekleştirildi. Referans değerleri belirlemek için birinci basamakta referans ölçüm yapıldı. İkinci basamakta ise ölçüm alanına uygun olarak 133-76 mm bilezik içinde 33 mm dairesel formda hazırlanan fiili test numunelerinin ölçümleri yapıldı.

Yapılan ölçümler sonucunda, kumaş numunelerinin herbiri için network analizörden S21 değerleri alındı. Kumaşların ekranlama etkinliği değerleri belirlenirken (2.1) denklemi kullanıldı.

SE (dB) = Referans ölçüm sonucu (dB) – Zayıflatma ölçüm sonucu (dB) (2.1)

(2.1) denklemi kullanılarak elde edilen sonuçlar negatif çıktığında o frekans için SE değeri sıfır kabul edilmiştir.

Ölçüm aparatının üst frekansının maksimum değerini hesaplamak için (2.2) denklemi kullanıldı [39].

$$f\max < \frac{c}{\frac{\pi}{2}(D+d)} \tag{2.2}$$

c – ışık hızı ($3x10^8$m/s).

D – Dış iletken iç çapı (mm).

d – iç iletken dış çapı (mm).

(2.2) denklemi ile elde edilen sonuca göre ölçüm aparatının üst frekansının maksimum değerinin 1.73 GHz'i aşmaması gerektiği tespit edildi. SE ölçümlerinde alt frekans değeri ise 10 MHz olarak alındı. SE ölçümleri için network analizörden 10 MHz-2 GHz frekans aralığında ölçüm değerleri alındı [39].

3.2.2.2.2. Kumaş Yüzeyinde Bakır Görünürlük Oranının (%) Belirlenmesi

Metal içerikli kompozit ipliklerle ilgili olarak teknik performans kadar konfor performansı da son derece önemlidir. Bu ipliklerden üretilecek kumaşlar elektromanyetik ekranlama özelliğinin yanı sıra estetik konfor özelliğide göstermelidir. Bu amaçla farklı üretim teknikleri ile üretilen kompozit ipliklerden örülen kumaşların yüzeyinde bakır görünürlük oranı tespiti için CIE *(L*A*B*)* renk alanında eşikleme yöntemi ile görüntü işleme tekniği kullanılmıştır.

Eşikleme işlemi, görüntü işlemenin önemli işlemlerinden biridir. Özellikle görüntü içindeki nesnenin kapalı ve ayrık bölgelerinin belirginleştirilmesinde kullanılır. Piksellere ayrılmış görüntünün, ikili yapıdaki görüntüye kadar düzenlenmesini içerir. Basit olarak, eşikleme işlemi görüntü üzerindeki piksel değerlerinin belirli bir değere göre atılması yerine diğer değer/değerlerin yerleştirilmesi işlemidir. Böylece görüntü üzerindeki nesnelerin arka planı ile nesne hatlarının çıkartılması sağlanır [40]. Nesneleri art alandan çıkarmanın açık ve tek yolu modelleri ayıran *T (thresholding)* eşiğini seçmektir. Aksi takdirde, nokta arka alan noktası olarak tanımlanır. Yani eşik imgesi *g (x,y)* aşağıdaki eşitlikte verildiği gibi tanımlanabilir [41].

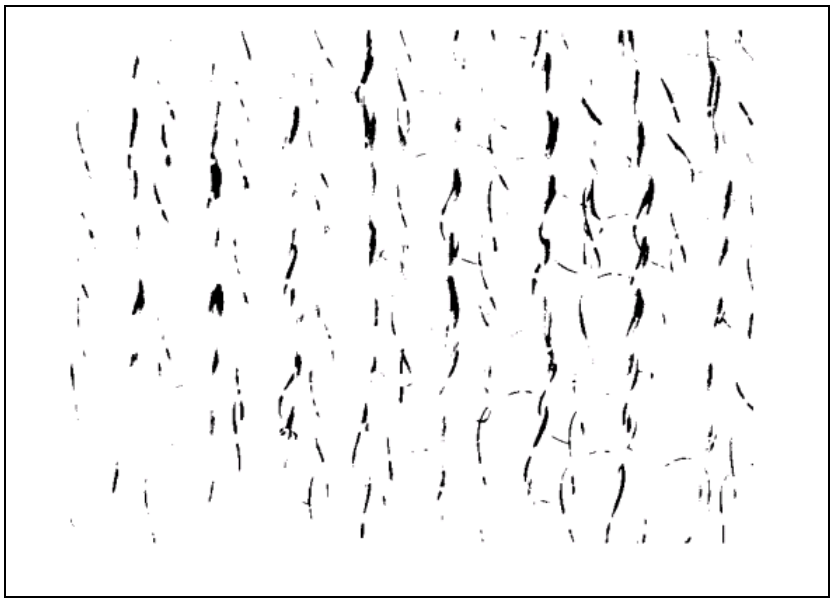
$$g(x,y)=\begin{cases}1, & if\ f(x,y)\geq T\\ 0, & if\ f(x,y)<T\end{cases}$$

RGB renk uzayı koordinat eksenleri kırmızı, yeşil ve mavi olan 3 boyutlu bir uzay olarak düşünülebilir. Oluşturulmak istenen renkler bu üç ana rengin koordinatları cinsinden ifade edilir. CMY renk uzayının koordinatları ‘‘cyan’’ (cam göbeği), ‘‘magenta’’ (mor) ve ‘‘yellow’’ (sarı) renklerini temsil eder. CMY renk uzayı RGB

uzayının tamamlayıcısıdır. Bunun anlamı CMY renk uzayını oluşturan bir bileşenin elde edilmesidir. XYZ renk uzayı CIE (Comission Internationale de L' Eclairege, International Commission on Illimunation) tarafından tanımlanan, belirli bir rengi oluşturmak için gerekli olan üç referans rengin oranlarının X, Y ,Z, olarak gösterildiği sistemdir. *Lab* renk uzayı 1976 yılında CIE tarafından görsel medya için tasarlanıp oluşturulmuştur. *Lab* renk uzayı çeşitli alanlar için standart renk uzayı olarak seçilmiştir ve bugün pek çok uygulamada kullanılmaktadır. *Lab* renk alanı ışığın olmadığı yerler ve doğrusal olmayan şekilde sıkıştırılmış CIE XYZ renk alanı kordinatlarına bağlı olan a ve b zıt renk komponentleri için var olan L komponentinde zıt renk alanıdır. *Lab* renk uzayında L komponenti bir rengin yaklaşık olarak parlaklığını, a ve b komponentleri ise rengini belirlemektedir [42].

RGB ve CMYK renk modelleri aksine, *Lab* rengi insan görüşünü yaklaştırmak üzere tasarlanmıştır. Ayrıca, *Lab* alanı içindeki birçok renk insan görüşü gamı dışına düşer ve bu nedenle tamamen hayalidir. CIE *L*a*b**(CIELAB) Aydınlatma Uluslararası Komisyonu tarafından belirlenen geliştirilmiş bir renk alanıdır. İnsan gözünün görebileceği tüm renkleri betimler ve bağımsız model olarak hizmet etmek için referans bir aygıt olarak kullanılmak üzere oluşturulmuştur [43].

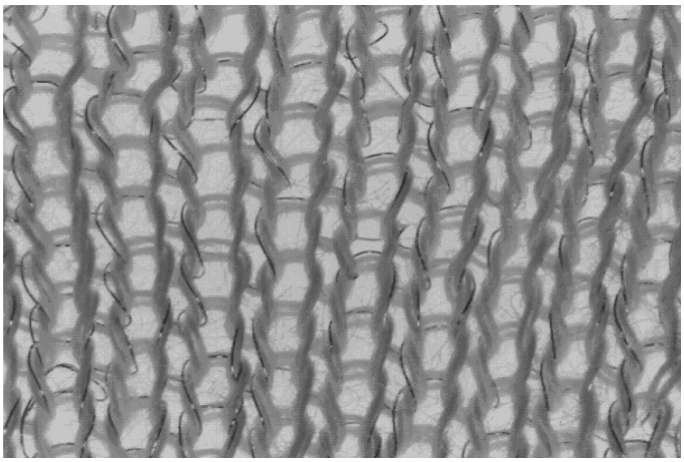
Kumaş numunelerinin yüzeyinde bakır görünürlük oranının tespiti, CIE *(L*a*b*)* renk alanı esas alınarak eşikleme *(thresholding)* yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca görüntü işlemede RGB uzayı denenmiş fakat bakır görüntüsü belirgin işlenemediği için başarı sağlanamamıştır (Şekil 3.17).



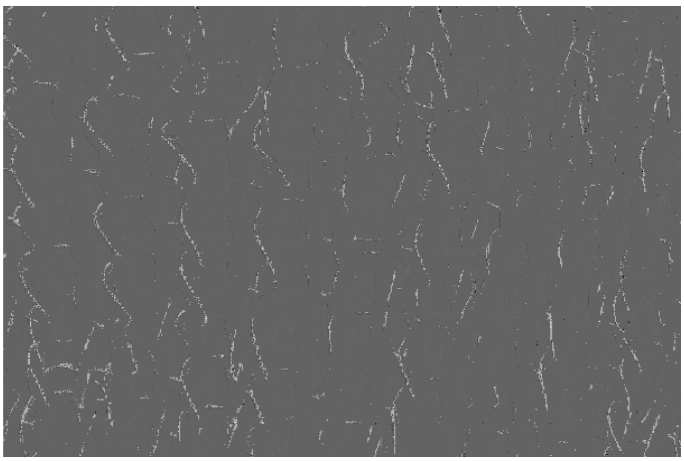
Şekil 3.17. RGB renk uzayı kullanarak eşikleme ile elde edilen bakır görüntüsü.

Yapılan ölçümlerde, kumaş numunelerindeki bakır görünürlük oranını hesaplayabilmek için numune kumaşların fotoğraf çekimi Olympus SZ61 marka stereo mikroskop ile BABSOFT görüntü işleme yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.15).

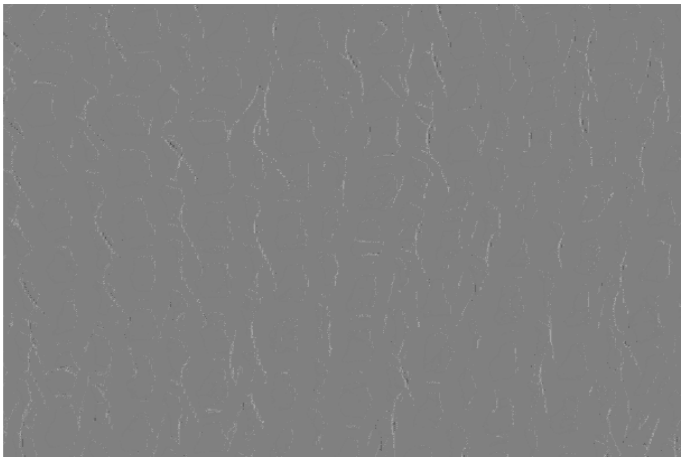
Elde edilen numune kumaş görüntüleri MATLAB programında işlenerek kumaş numunelerinin her biri için bakır görünürlük oranı değerleri bulunmuştur. Bu aşamada, varsayılan olarak RGB renk uzayında elde edilen görüntüler *L*a*b** renk uzayına dönüştürülmüştür. RGB ve *L*a*b** değerleri arasındaki dönüşüm için basit bir formül yoktur. Çünkü RGB renk modeli aygıt bağımlıdır. RGB değerleri öncelikle sRGB veya AdobeRGB gibi belirli bir mutlak renk alanına dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu ayarlar da cihaz bağımlıdır. Fakat verinin önce CIE 1931 renk alanına, daha sonra *L*a*b'*a dönüşümüne izin vererek, dönüşümden çıkan veriler cihazdan bağımsız olacaktır. Lab renk uzayının L, a ve b komponentlerinden, bakırların daha belirgin olması sebebiyle a komponenti kullanılmıştır. Şekil 2.18'de 1A1 kodlu numune kumaşın L, a ve b komponentlerinde görüntüleri verilmiştir.



(1)



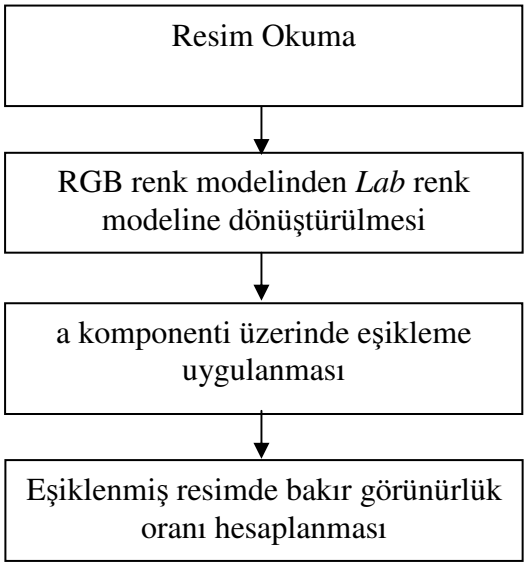
(2)



(3)

Şekil 3.18. Lab uzayında L (1) a (2) b (3) komponentleri.

Görüntü üzerinde 0-255 arasında değere sahip piksellerden eşikleme (*thresholding*) yardımıyla, sadece belli değerler arasında veya dışında kalanlar ortaya çıkarılabilir. MxN boyutlu giriş imgeleri için Şekil 3.19'da verilen işlemler sırası ile gerçekleştirilmiştir



Şekil 3.19. Çalışmada kullanılan yöntem.

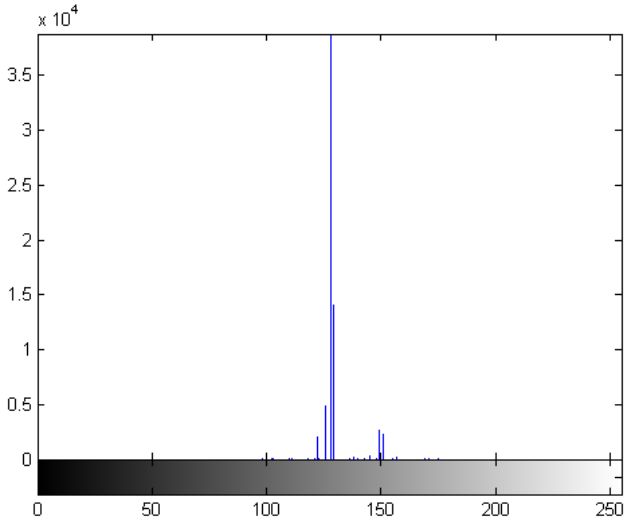
Görüntü, iki boyutlu ışık şiddeti fonksiyonudur. Bu fonksiyon B(x,y) şeklinde gösterilir. Burada x ve y kartezyen koordinatları, (x,y) noktasındaki B'nin sayısal değeri ise parlaklık değeri veya görüntünün ilgili noktadaki gri seviye değeridir. Bu matrisin her bir elemanının sayısal değeri, kendisine karşılık gelen noktalardaki gri seviye değerine eşittir. Bu sayısal dizinin veya matrisin her bir elemanına görüntü elemanı, resim elemanı veya piksel (*pixel=picture element*) denir. Bir sayısal görüntü genellikle dikdörtgen şeklinde piksel serisinden oluşacak biçimde örneklenir. Her pikselin görüntü üzerinde belirli bir koordinatı (*x, y*) vardır [44]. Bir görüntü fonksiyonunu, B(x,y), bilgisayarda işlemeye uygun hale getirebilmek için, fonksiyonu hem uzaysal koordinatlar olarak, hem de genlik olarak sayısallaştırmak gerekir.

Kumaş resmindeki bakır alanlarının toplam resim alanına oranı bakır görünürlük oranı (BGO) olarak tanımlanmıştır. Kumaş yüzeyinde bakır görünürlük oranı değerlerini hesaplamak için (2.3) ve (2.4) denklemi kullanıldı.

$$B(x,y)=\begin{cases}1, & eğer f^{a^*}(x,y)\geq 136\\ 0, & eğer f^{a^*}(x,y)<136\end{cases} \qquad (2.3)$$

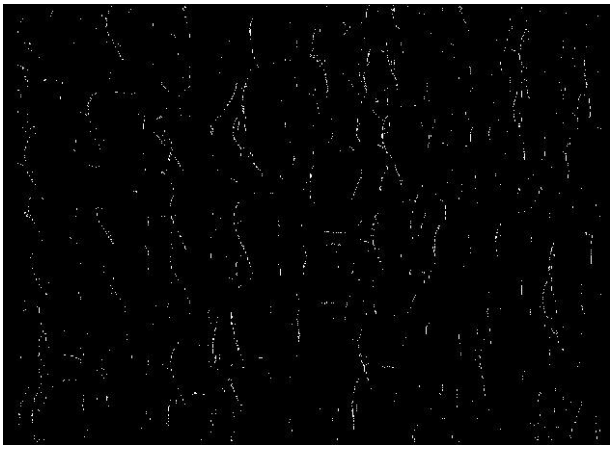
$$BGO(\%)=\frac{\sum_X^M \sum_Y^N B(x,y)}{MN}100 \qquad (2.4)$$

Histogram, görüntü üzerindeki piksellerin değerlerinin grafiksel ifadesidir. Buna görüntü histogramı veya gri-düzey histogramı denir. Görüntü histogramı, görüntünün her bir noktasındaki piksellerin tespiti ile bu piksellerin sayısının ne olduğunu gösterir. Bu sayede histogram üzerinden görüntü ile ilgili çeşitli bilgilerin çıkartılması sağlanır. Görüntü üzerindeki piksellerin nerede yerleştiği tam olarak çıkartılamaz (Şekil 3.20).

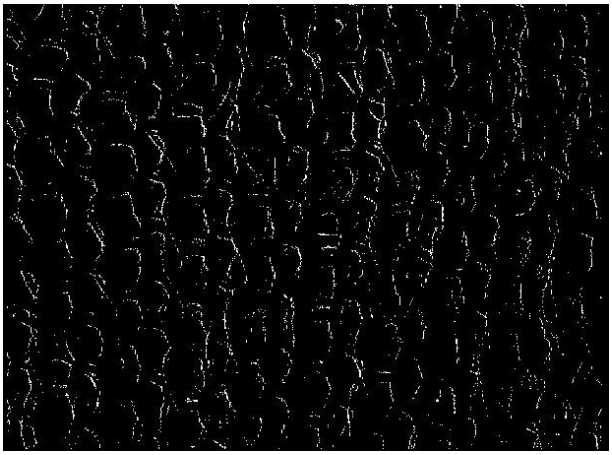


Şekil 2.20. Görüntü Histrogramı.

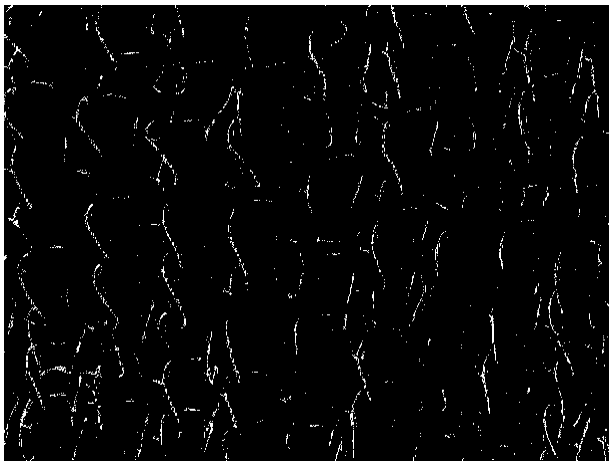
Görüntü histrogramının aydınlık-karanlık bölge değerlerinden görüntü hakkında genel bilgiler elde edilebilir. Bu çalışmada uygulanmak istenen eşik değeri görüntü histogramı üzerinden deneme yanılma yöntemi ile tahmin edilmiştir. Şekil 3.21'de 124, 128 ve 136 pixel değerlerinde eşikleme sonucu oluşan görüntüler verilmiştir.



(1)



(2)



(3)

Şekil 3.21. 124 (1) 128 (2) 136 (3) pixel değerlerinde eşikleme sonucu oluşan sadece bakırların olduğu görüntü.

Elde edilen görsel sonuçlara göre *thresholding* değeri için 136 pixel değerinin uygun olduğu görüldü.

3.2.2.2.3. Fotoğraf Çekimi

Numune kumaşların fotoğraf çekimi yine Olympus SZ61 marka stereo mikroskop (Şekil 3.15) ile BABSOFT görüntü işleme yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Üretilen numune iplikler üzerinde testlerin değerlendirilmesinde iki faktörlü tamamen tesadüfi dağılımlı varyans analizi tekniklerinden uygun olan metot seçilerek kullanılmıştır.

Varyans analizlerinin gerçekleştirilmesinde COSTAT istatistik paket programı kullanılmıştır. Bu programda, verilere ait varyans analizi sonucunda bulunan F-istatistik (F_s) değerleri, I. tip hata α=0,05 için bulunan $F_{0.05,n,t}$ tablo değerleri ile karşılaştırılmakta ve buna göre faktörün önem durumu belirlenmektedir. Ölçüm sonuçlarına ait verilerin değerlendirilmesinde kullanılan iki faktörlü tamamen tesadüfi dağılımlı varyans analizi tekniklerinin matematiksel modelleri ve kullanılan hipotezler şu şekildedir:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{k(ij)}$$

Y_{ijk} : Birinci (A) faktörün i'inci ve ikinci (B) faktörün j'inci seviyelerindeki k'ıncı gözlem

μ : Her iki faktörün bütün seviyeleri için ortak etki (her zaman sabit)

Ai : Birinci faktörün i'inci seviyesindeki etkisi i =1,2,.....,a

Bj : İkinci faktörün j'inci seviyesindeki etkisi j =1,2,.....,b

ABij : A ve B faktörlerinin ij'deki kesişimlerinin etkisi

$\varepsilon_{k(ij)}$:A ve B faktörlerinin ij'deki kesişimindeki k'ıncı gözlemde bulunan tesadüfi hata

k = 1,2,…..n

Bu tasarımda hipotezler,

Ho1: Ai = 0 bütün i'ler için

Ho2: Bj = 0 bütün j'ler için

Ho3: ABij = 0 bütün ij'ler için

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, tez kapsamında yapılan deneysel çalışmaların sonuçları tablolar şeklinde özetlenmiştir ve araştırma sonuçları değerlendirilerek yorumlanmıştır.

4.1. Kompozit İpliklere Ait Test Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Metal içerikli kompozit iplik üretim imkânlarının araştırılması amacı ile üretilen kompozit ipliklerin deneysel çalışma sonuçları bu bölümde verilmiştir. Kompozit iplik üretim yöntemi ve büküm seviyesi değişiminin ipliklerin fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi istatistiki olarak incelenmiştir.

Kompozit numune ipliklerin iplik numarası, özgül gerilme, kopma uzaması ve young modülü sonuçlarının ortalamaları ve bu ortalamalara ait değişim katsayısı Tablo 3.1'de verilmiştir.

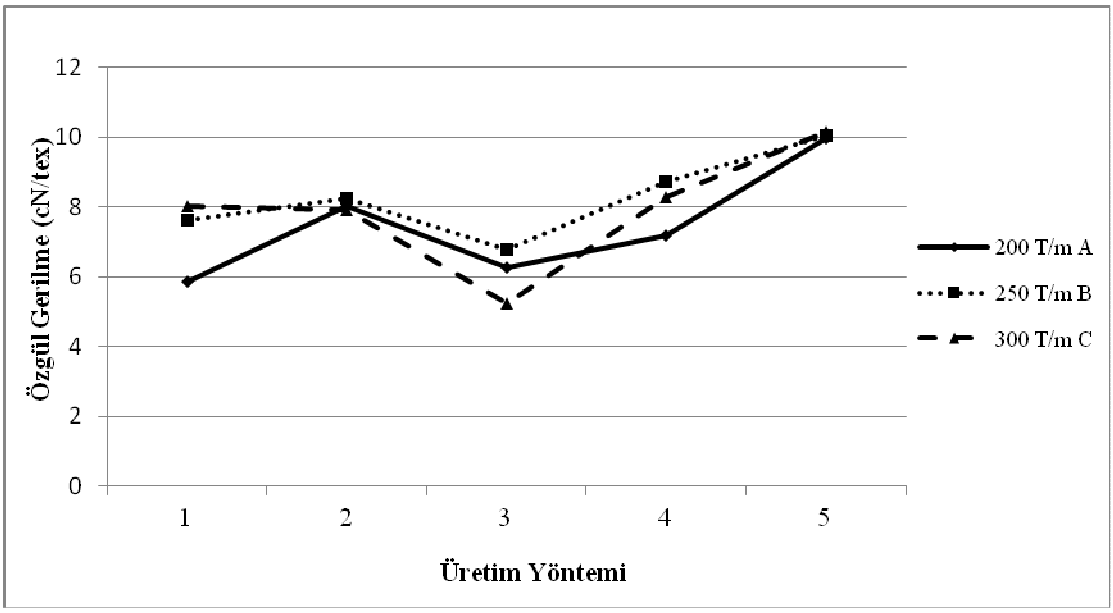
Tablo 4.1. Kompozit numune ipliklerin iplik numarası, özgül gerilme, kopma uzaması ve young modülü ortalama sonuçları.

İplik Kodu	İplik Numarası (Ne)	*%CV*	Özgül Gerilme (cN/tex)	*%CV*	Kopma Uzaması (%)	*%CV*	Young Modülü (cN/tex)	*%CV*
Ne 25	25	*4,4*	14	*7.7*	7.1	*11.6*	270	*17.4*
Ne 50	50	*13,5*	17.9	*8,9*	6.8	*6.1*	360	*14.5*
Bakır	33	*1,3*	5	*5.9*	29.7	*7.2*	812	*46.5*
1A	13.7	*1.5*	5.8	*9,3*	4.1	*25.3*	205	*15.3*
1B	13.5	*0.9*	7.6	*11,4*	5.6	*27.4*	205	*19,3*
1C	14.1	*1.1*	8	*8.54*	6.7	*28.6*	157	*10.2*
2A	14.1	*1.6*	8	*7.3*	5.2	*8.9*	279	*10.8*
2B	14.3	*1.0*	8.2	*6.9*	5.7	*13.5*	245	*28.1*
2C	14.5	*2.6*	7.9	*3.6*	6.2	*9*	226	*22.9*
3A	14.5	*2.2*	6.2	*11.9*	5.2	*23.1*	221	*31.9*
3B	14.5	*2.3*	6.7	*7.9*	5.2	*9.5*	246	*24.3*
3C	14.2	*1.4*	5.2	*30.4*	4.2	*26.6*	252	*16.8*
4A	14.5	*0,8*	7.1	*9.4*	4.2	*11.7*	298	*12.9*
4B	14.2	*11*	8.7	*5*	5.2	*6*	279	*10*
4C	14.3	*1.4*	8.2	*3.7*	4.6	*6*	320	*9.4*
5A	13.7	*1.9*	9.9	*3.7*	5.6	*2.8*	321	*22.7*
5B	14.1	*1.5*	10	*3.3*	5.4	*3.5*	304	*16.5*
5C	14.1	*1,5*	10.1	*10.3*	5.6	*6.1*	262	*13.2*

4.1.1. Üretim Yöntemi ve Büküm Seviyesi Değişiminin Özgül Gerilme Değerleri Üzerindeki Etkisi

Şekil 3.1'de üretim yöntemi ve büküm seviyesi değişiminin, üretilen ipliklerin özgül gerilme (cN/tex) değeri üzerindeki etkisi grafiksel olarak gösterilmiştir. Çift iplikle tek yönlü kaplama yöntemi ile 200 T/m, 250 T/m ve 300 T/m büküm seviyelerinde üretilen ipliklerin özgül gerilme (cN/tex) değerleri diğer yöntemlerle üretilen ipliklere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum Ne 50 numara pamuk ipliğinin özgül gerilme değeri ile parelellik göstermektedir (Tablo 4.1). Metal içerikli kompozit ipliklerin özgül gerilme

değerlerinin Ne 50 ve Ne 25 pamuk ipliğinde ölçülen değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 4.1. Üretim yöntemi ve büküm seviyesi değişiminin, özgül gerilme (cN/tex) üzerindeki etkisi.

Tablo 4.2'de kompozit ipliklerin özgül gerilme (cN/tex) değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, ipliklerin özgül gerilme (cN/tex) değerleri üzerinde üretim yöntemi, büküm seviyesi ve bu iki faktörün kesişiminin istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 4.2. Kompozit ipliklerin özgül gerilme değerleri için ANOVA tablosu.

Faktörler	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Derecesi
Tur, T	16.583	2	8.291	17.022	0.000
Üretim Tekniği, U	247.072	4	61.76	126.806	0.000
T x U	37.139	8	4.642	9.530	0.000
Hata	65.759	135	0.487		
Toplam	366.555	149			

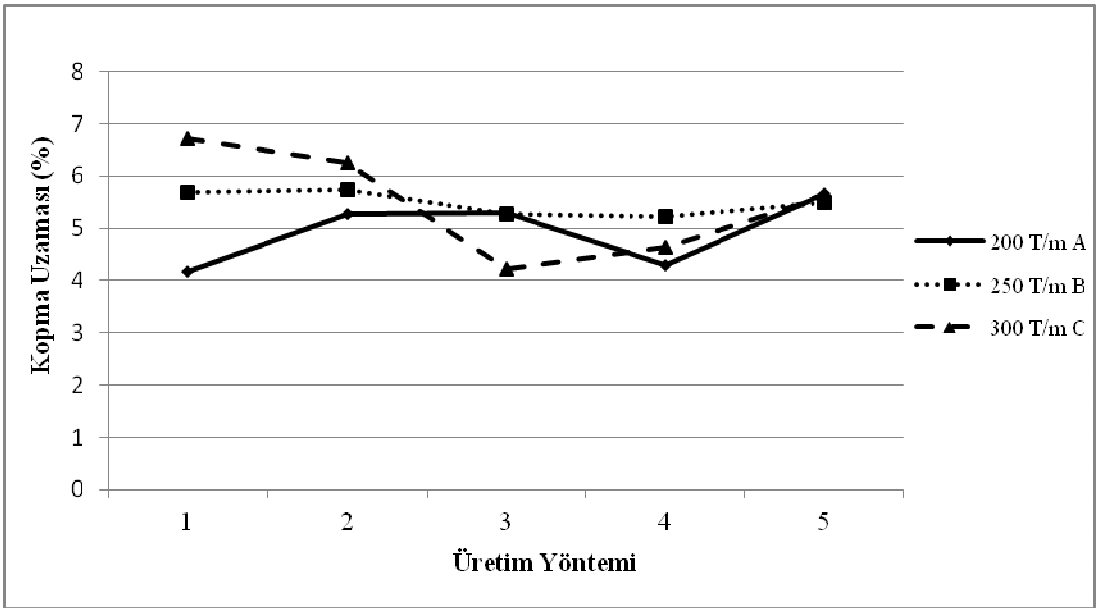
En yüksek ortalama özgül gerilme (cN/tex) değerleri çift iplikle tek yönlü kaplama yöntemi ile üretilen ipliklerden elde edilmiştir. Bu durum çift iplikle tek yönlü kaplama yöntemi ile üretilen ipliklerden örülen numune kumaşların bakır görünürlük oranı (%) ile parelellik göstermektedir. Bunu sırasıyla çift iplikle klasik büküm ve tek iplikle klasik büküm, çift iplikle çapraz sarımlı kaplama, tek iplikle tek yönlü kaplama yöntemi ile üretilen ipliklerin özgül gerilme değerleri izlemektedir (Tablo 3.3). En yüksek özgül gerilme değerleri 250 T/m ve 300 T/m büküm seviyesinde üretilen ipliklerde elde edilmiştir. 300 T/m büküm seviyesinde bakır görünürlük oranının 250T/m ve 200T/m büküm seviyesine göre daha düşük olduğu görülmektedir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Kompozit ipliklerin özgül gerilme değerleri için SNK tablosu.

Faktör	Faktör Seviyesi	Ortalama Özgül Gerilme (cN/Tex)	Farklılık Derecesi
Üretim Tekniği	1. Üretim Tekniği	7.16	C
	2. Üretim Tekniği	8.06	B
	3. Üretim Tekniği	6.06	D
	4. Üretim Tekniği	8.05	B
	5. Üretim Tekniği	9.97	A
Tur Sayısı (Tur/m)	200 (A)	7.46	C
	250 (B)	8.27	A
	300 (C)	7.84	B

4.1.2. Üretim Yöntemi ve Büküm seviyesi Değişimin Kopma Uzaması Değerleri Üzerindeki Etkisi

Şekil 4.2'de üretim yöntemi ve büküm seviyesi değişiminin üretilen ipliklerin kopma uzaması (%) üzerindeki etkisi grafiksel olarak gösterilmiştir. Çift iplikle çapraz sarımlı kaplama yöntemi ile 300 T/m büküm seviyesinde üretilen ipliklerin kopma uzaması değeri diğer yöntemlerle üretilen ipliklere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum çift iplikle çapraz sarımlı yöntemi ile üretilen ipliklerden örülen numune kumaşların bakır görünürlük oranı (%) ile parelellik göstermektedir (Tablo 4.3).



Şekil 4.2. Üretim yöntemi ve büküm seviyesi değişiminin, kopma uzaması (%) üzerindeki etkisi.

Tablo 4.4'de bakır içerikli kompozit ipliklerin kopma uzaması (%) değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, ipliklerin kopma uzaması (%) değerleri üzerinde üretim yöntemi, büküm seviyesi ve bu iki faktörün kesişiminin istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğu bulunmuştur.

Tablo 4.4. Kompozit ipliklerin kopma uzaması değerleri için ANOVA tablosu.

Faktörler	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Derecesi
Tur, T	11.420	2	5.710	7.087	0.000
Üretim Tekniği, U	25.227	4	6.30	7.828	0.000
TxU	39.03	8	4.789	6.05	0.000
Hata	108.766	135	0.805		
Toplam	184.450	149			

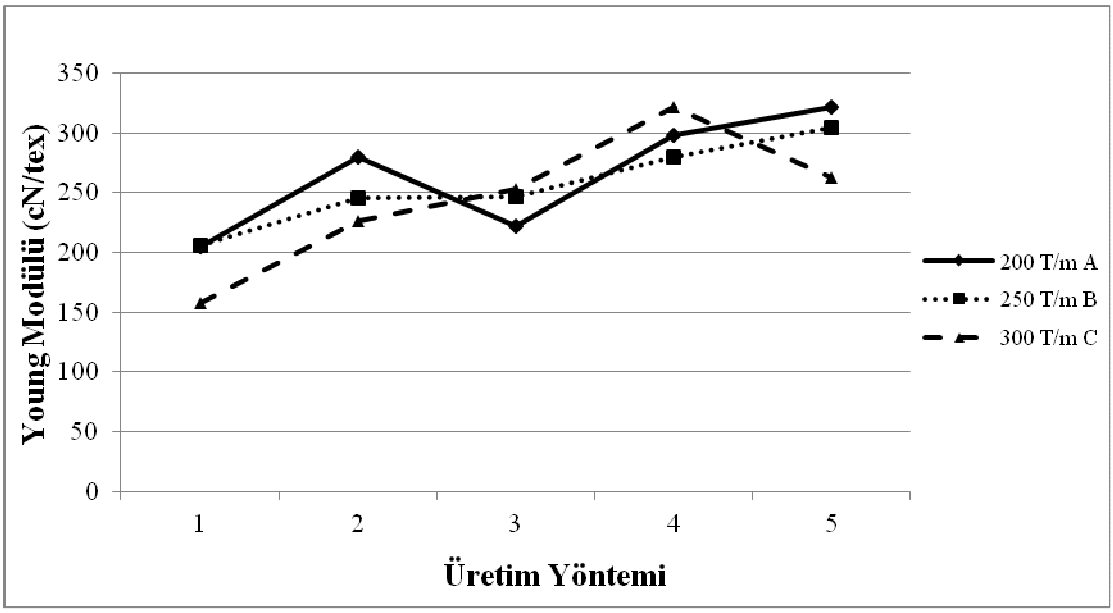
En yüksek ortalama kopma uzaması (%) değerleri çift iplikle çapraz sarımlı kaplama, çift iplikle tek yönlü kaplama, tek iplikle klasik büküm yöntemi ile üretilen ipliklerden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla tek iplikle tek yönlü kaplama ve çift iplikle klasik büküm yöntemleri ile üretilen iplikler izlemektedir. 250 T/m ve 300 T/m büküm seviyesinde üretilen ipliklerin kopma uzaması değerleri ile 200 T/m büküm seviyesinde üretilen ipliklerin kopma uzaması değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemlidir. Ancak 250 T/m ve 300 T/m büküm seviyeleri arasında kopma uzaması değerleri açısından anlamlı bir farklılık görülmemiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Kompozit ipliklerin kopma uzaması değerleri için SNK tablosu.

Faktör	Faktör Seviyesi	Ortalama Elongation (%)	Farklılık Derecesi
Üretim Tekniği	1. Üretim Tekniği	5.52	A
	2. Üretim tekniği	5.75	A
	3. Üretim Tekniği	4.92	B
	4. Üretim Tekniği	4.68	B
	5. Üretim Tekniği	5.54	A
Tur Sayısı (Tur/m)	200 (A)	4.89	B
	250 (B)	5.47	A
	300 (C)	5.48	A

4.1.3. Üretim Yöntemi ve Büküm Seviyesi Değişiminin Young Modülü Değeri Üzerindeki Etkisi

Şekil 4.3'de üretim yöntemi ve büküm seviyesi değişiminin üretilen ipliklerin young modülü (%) üzerindeki etkisi grafiksel olarak gösterilmiştir. Çift iplikle klasik büküm yöntemi ile 300 T/m büküm seviyesinde üretilen ipliklerin young modülü değeri diğer yöntemlerle üretilen ipliklere göre daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.3. Üretim yöntemi ve büküm seviyesi değişiminin young modülü (cN/tex) üzerindeki etkisi.

Tablo 4.6'da bakır içerikli kompozit ipliklerin young modülü (cN/tex) değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, ipliklerin young modülü (cN/tex) değerleri üzerinde üretim yöntemi ile büküm seviyesi ve üretim yöntemi kesişiminin istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğu bulunmuştur. Ancak büküm seviyesinin istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.6. Kompozit ipliklerin young modülü değerleri için ANOVA tablosu.

Faktörler	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Derecesi
Tur, T	11195	2	5597	2.611	0.077
Üretim Tekniği, U	252164	4	63041	29.415	0.000
TxU	50973	8	6371	2.973	0.043
Hata	289326	135	2143		
Toplam	603660	149			

En yüksek young modülü (cN/tex) değerleri çift iplikle çapraz sarımlı kaplama, çift iplikle tek yönlü kaplama yöntemi ile üretilen ipliklerden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla tek iplikle tek yönlü kaplama, tek iplikle klasik büküm ve çift iplikle çapraz sarımlı kaplama yöntemi ile üretilen iplikler izlemektedir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Kompozit ipliklerin young modülü değerleri için SNK tablosu

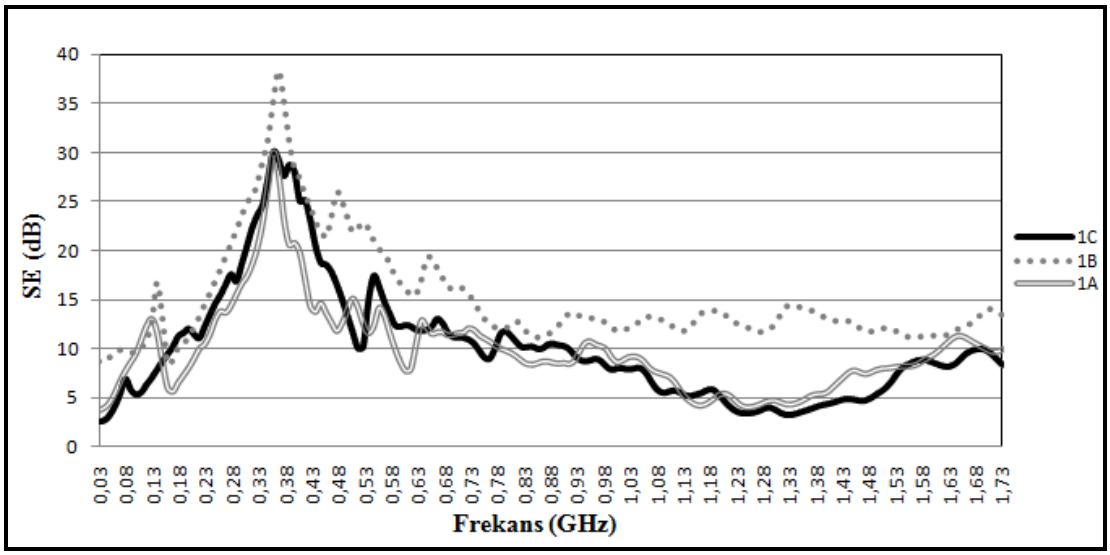
Faktör	Faktör Seviyesi	Ortalama Young Modülü (cN/Tex)	Farklılık Derecesi
Üretim Tekniği	1.Üretim Tekniği	189	C
	2. üretim Tekniği	250	B
	3. Üretim tekniği	235	B
	4. Üretim Tekniği	299	A
	5. Üretim Tekniği	296	A
Tur Sayısı	200 (A)	265	A
	250 (B)	253	A
	300 C)	244	A

4.2. Numune Kumaşlara Ait Deneysel Çalışma Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında, numune çorap örme makinesinde süprem örgü yapısında üretilmiş olan numune kumaşların elektromanyetik radyasyona karşı koruyucu özelliğinin tespiti için, koaksiyel tutucu metodu ile yapılan SE ölçüm sonuçları değerlendirilmiştir.

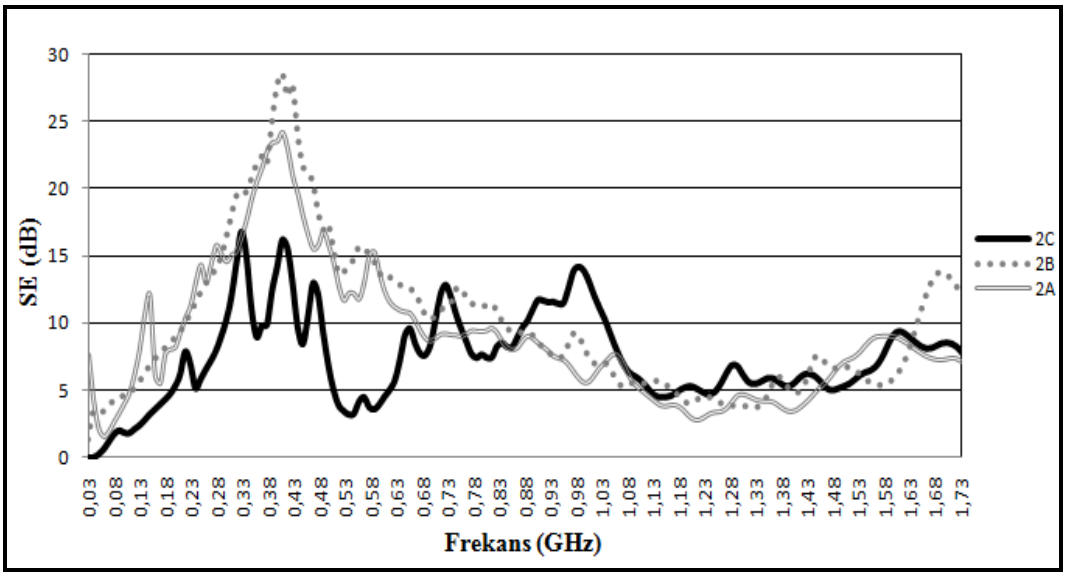
4.2.1. Kumaşların Ekranlama Etkinliğinin (SE) Belirlenmesi İçin Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Numune kumaşların ekranlama etkinliği, ASTM D-4935 standardı esas alınarak geliştirilen test aparatıyla yapılan SE sonuçları kullanılarak değerlendirilmiştir. Süprem örgü yapısında üretilmiş olan 1C, 1B ve 1A kodlu numune kumaşlara ait ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları şekil 4.4'de grafiksel olarak gösterilmiştir. 230-590 MHz frekans aralığında 1A kodlu, 180MHz- 1.73GHz frekans aralığında 1B kodlu, 170-740 MHz frekans aralığında 1C kodlu kumaşların 10 dB ve üzeri bir ekranlama etkinliği değerine ulaştığı görülmektedir. Bu kumaşlarda en yüksek ekranlama etkinliği değeri 1B kodlu kumaşın ölçümünde 370 MHz'de 38.36 dB olarak ölçülmüştür.



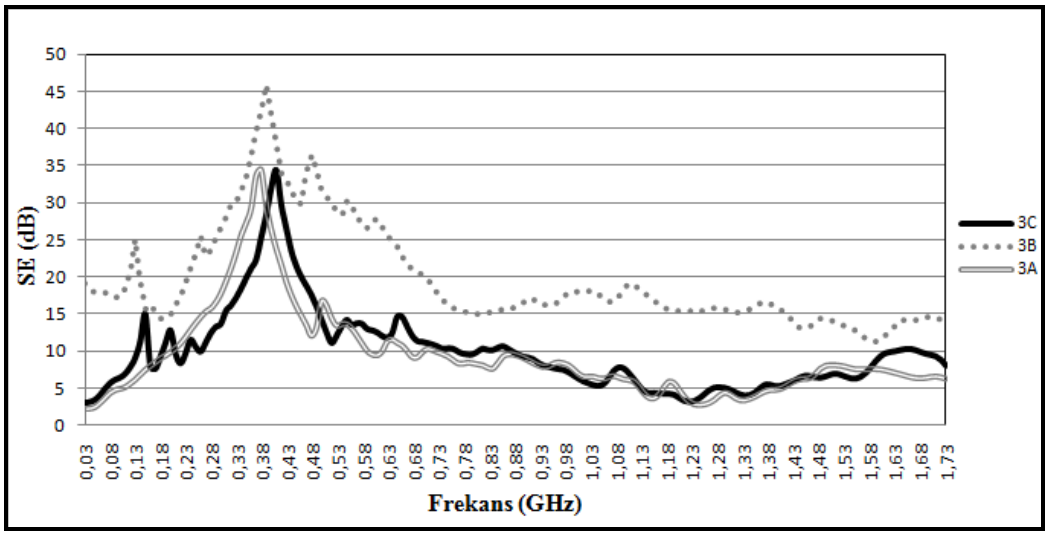
Şekil 4.4. 1C, 1B ve 1A kodlu numune kumaşların ekranlama etkinliği test sonuçları.

Süprem örgü yapısında üretilmiş olan 2C, 2B ve 2A kodlu numune kumaşlara ait ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları Şekil 4.5'de grafiksel olarak gösterilmiştir. 220-670 MHz frekans aralığında 2A kodlu, 230-840 MHz frekans arlığında 2B kodlu kumaşların 10 dB ve üzeri ekranlama etkinliği değerine ulaştığı görülmektedir. 2C kodlu kumaş ise 890 MHz-1.03 GHz frekans aralığında ekranlama etkinliği özelliği kazanmaktadır. Bu kumaşlarda en yüksek ekranlama etkinliği değeri 2B kodlu kumaşın ölçümünde 410 MHz'de 28.56 dB olarak ölçülmüştür.



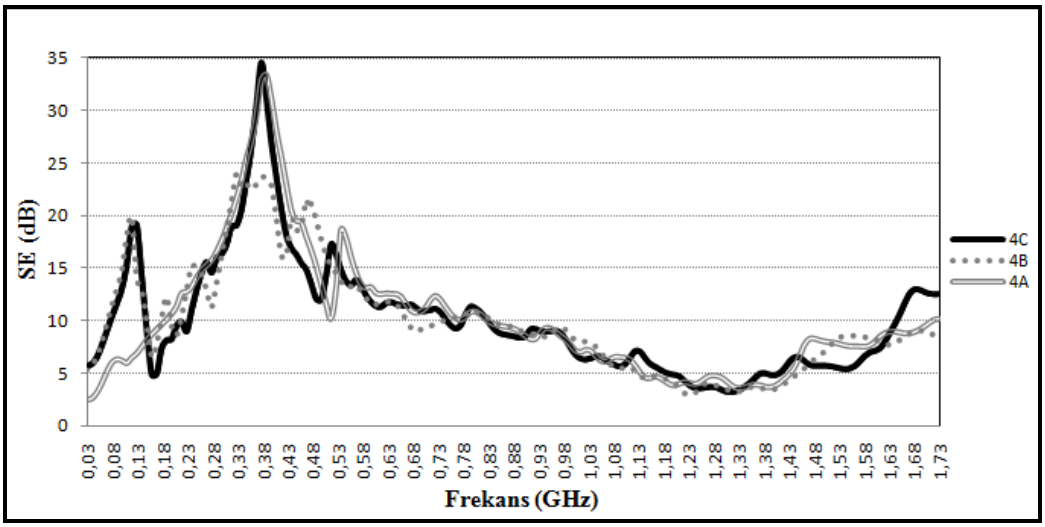
Şekil 4.5. 2C, 2B ve 2A kodlu numune kumaşların ekranlama etkinliği test sonuçları.

Süprem örgü yapısında üretilmiş olan 3C, 3B ve 3A kodlu numune kumaşlara ait göre ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları Şekil 4.6'da grafiksel olarak gösterilmiştir. 210-590 MHz frekans aralığında 3A kodlu kumaşın 10 dB ve üzeri ekranlama etkinliği değeri elde edilmiştir. 240-700 MHz frekans arlığında 3B kodlu kumaşın 20 dB ve üzeri ekranlama etkinliği değeri elde edilmiştir. 270-760 MHz frekans aralığında 3C kodlu kumaşın 10 dB ve üzeri ekranlama etkinliği değeri elde edilmiştir. Bu kumaşlarda en yüksek ekranlama etkinliği değeri 3B kodlu kumaşın ölçümünde 390 MHz'de 45.84 dB olarak ölçülmüştür.



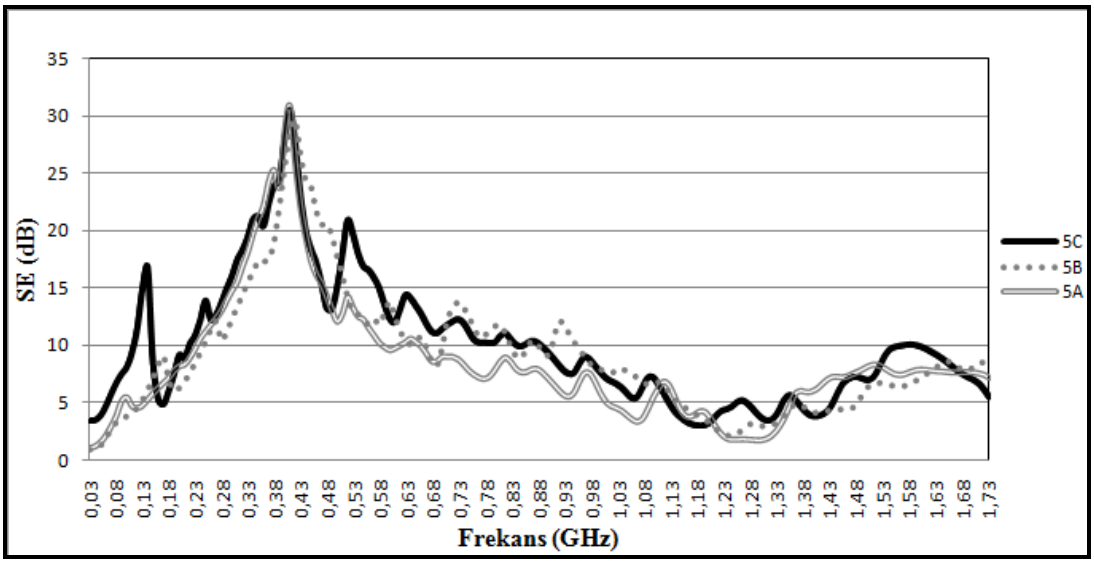
Şekil 4.6. 3C, 3B ve 3A kodlu numune kumaşların ekranlama etkinliği test sonuçları.

Süprem örgü yapısında üretilmiş olan 4C, 4B ve 4A kodlu numune kumaşlara ait göre ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları Şekil 4.7'de grafiksel olarak gösterilmiştir. 190-830 MHz frekans aralığında 4A kodlu kumaşın, 220-670 MHz frekans arlığında 4B kodlu kumaşın ve 240-750 MHz frekans aralığında 4C kodlu kumaşın, 10 dB ve üzeri ekranlama etkinliği değeri elde edilmiştir. En yüksek ekranlama etkinliği değeri 4C kodlu kumaşın ölçümünde 380 MHz'de 34.56 dB olarak ölçülmüştür.



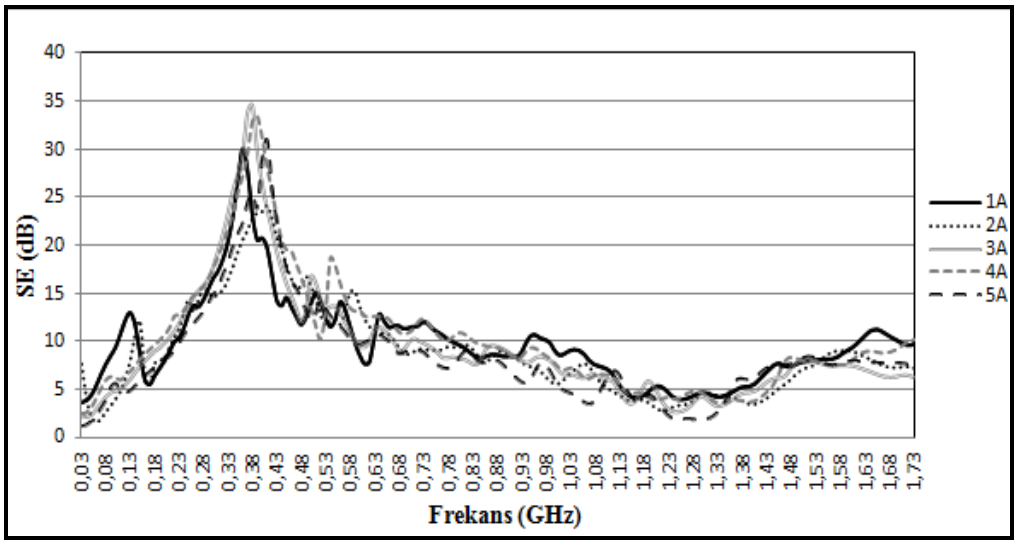
Şekil 4.7. 4C, 4B ve 4A kodlu numune kumaşların ekranlama etkinliği test sonuçları.

Süprem örgü yapısında üretilmiş olan 5C, 5B ve 5A kodlu numune kumaşlara ait ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları Şekil 4.8'de grafiksel olarak gösterilmiştir. 240-580 MHz frekans aralığında 5A kodlu, 250-660 MHz frekans aralığında 5B kodlu ve 220-840 MHz frekans aralığında 5C kodlu kumaşların 10 dB ve üzeri ekranlama etkinliği değerine ulaştığı görülmektedir. En yüksek ekranlama etkinliği değeri 5A kodlu kumaşın ölçümünde 410 MHz'de 30.95 dB olarak ölçülmüştür.



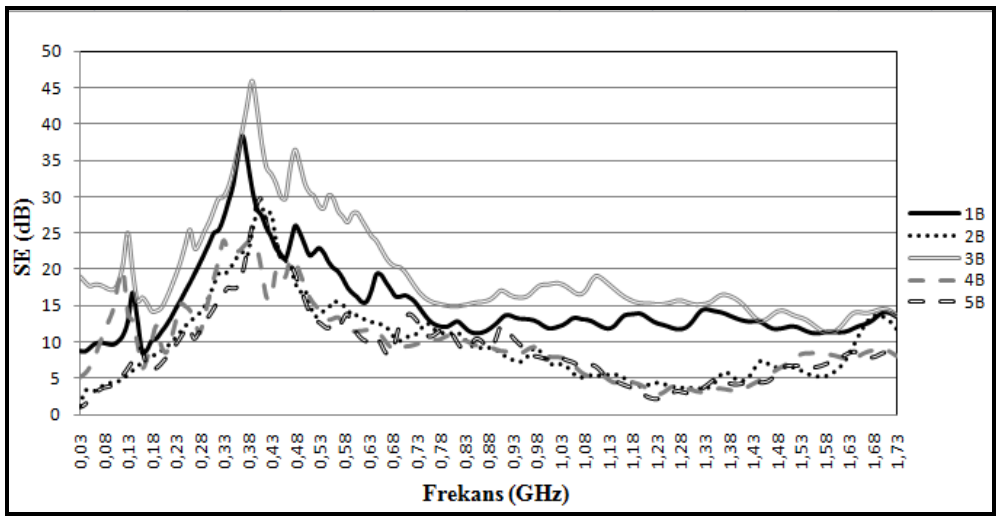
Şekil 4.8. 5C, 5B ve 5A kodlu numune kumaşların ekranlama etkinliği test sonuçları.

1A, 2A, 3A, 4A, 5A kodlu numune örgü kumaşlara ait ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları Şekil 4.9'da grafiksel olarak gösterilmiştir. 230-590 MHz frekans aralığında 1A kodlu kumaşın 10 dB ve üzeri bir ekranlama etkinliği değerine ulaştığı görülmektedir. Bunun yanı sıra 190-830 MHz frekans aralığında 4A kodlu, 210-590 MHz frekans aralığında 3A kodlu, 240 -580 MHz frekans aralığında 5A kodlu, 220-670 MHz frekans aralığında 2A kodlu kumaşların 10 dB ve üzeri bir ekranlama etkinliği değerine ulaştığı görülmüştür. Bu kumaşlarda en yüksek ekranlama etkinliği değeri 3A kodlu kumaşın ölçümünde 380 MHz'de 34.48 dB olarak ölçülmüştür.



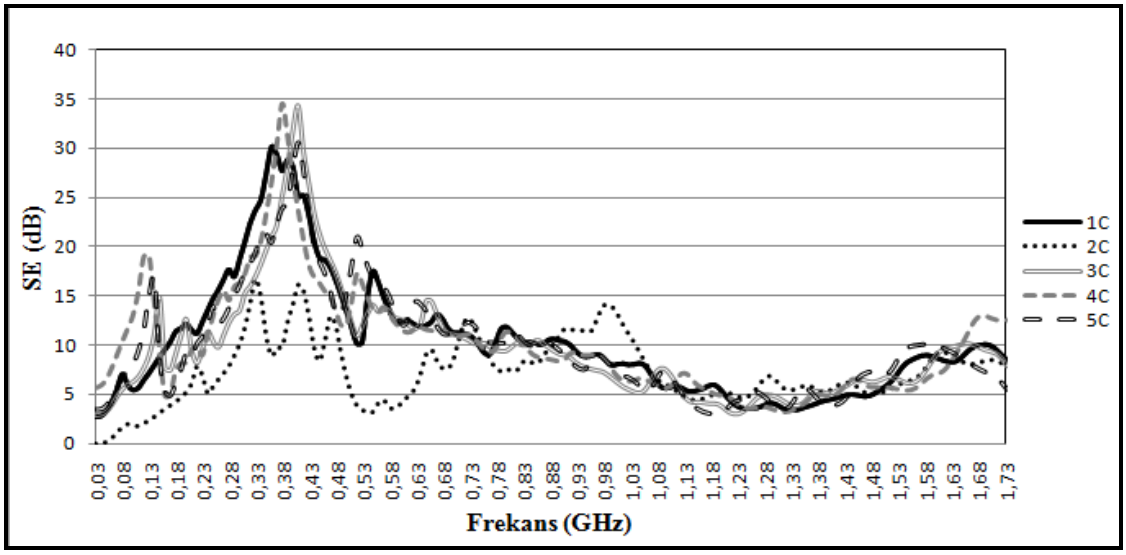
Şekil 4.9. 1A, 2A, 3A, 4A, 5A kodlu numune kumaşların ekranlama etkinliği test sonuçları.

1B, 2B, 3B, 4B, 5B kodlu numune örgü kumaşlara ait ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları Şekil 4.10'da grafiksel olarak gösterilmiştir. 180 MHz-1.83 GHz frekans aralığında 1B kodlu kumaşın 10 dB ve üzeri bir ekranlama etkinliği değerine ulaştığı görülmektedir. Bunun yanı sıra 220-670 MHz frekans aralığında 4B kodlu, 30 MHz-1.83 GHz frekans aralığında 3B kodlu, 250-660 MHz frekans aralığında 5B kodlu, 230-840 MHz frekans aralığında 2B kodlu kumaşların 10 dB ve üzeri bir ekranlama etkinliği değerine ulaştığı görülmüştür. Bu kumaşlarda en yüksek ekranlama etkinliği değeri 3B kodlu kumaşın ölçümünde 390 MHz'de 45.84 dB olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.10. 1B, 2B, 3B, 4B, 5B kodlu numune kumaşların ekranlama etkinliği test sonuçları.

1C, 2C, 3C, 4C, 5C kodlu numune örgü kumaşlara ait ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları şekil 4.11'de grafiksel olarak gösterilmiştir. 170-740 MHz frekans aralığında 1C kodlu kumaşın 10 dB ve üzeri bir ekranlama etkinliği değerine ulaştığı görülmektedir. Bunun yanı sıra 240-750 MHz frekans aralığında 4C kodlu, 270-760 MHz frekans aralığında 3C kodlu, 220-840 MHz frekans aralığında 5C kodlu, 890 MHz-1.03 GHz frekans aralığında 2C kodlu kumaşların 10 dB ve üzeri bir ekranlama etkinliği değerine ulaştığı görülmüştür. Bu kumaşlarda en yüksek ekranlama etkinliği değeri 4C kodlu kumaşın ölçümünde 380 MHz'de 34.56 dB olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.11. 1C, 2C, 3C, 4C, 5C kodlu numune kumaşların ekranlama etkinliği test sonuçları.

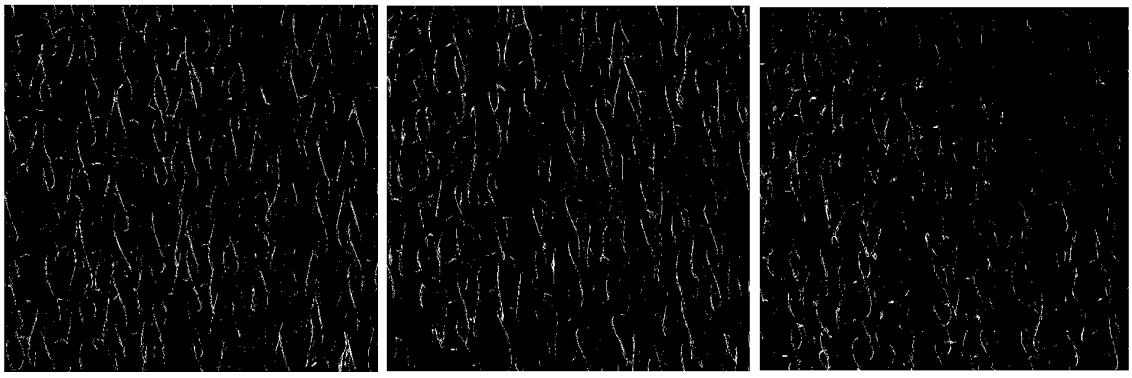
4.2.2. Kumaş Yüzeyinde Bakır Görünürlük Oranının (BGO) Belirlenmesi İçin Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Kumaş yüzeyinde bakır görünürlük oranlarının tespiti, CIE *(L*,a*,b*)* renk alanı esas alınarak eşikleme *(thresholding)* yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Tablo 3.8'de kumaş numunelerinin bakır görünürlük oranı (%) değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, kumaşların bakır görünürlük oranı (%) değerleri üzerinde üretim yöntemi, büküm seviyesi ve bu iki faktörün kesişiminin istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 4.8. Kumaş numunelerinin bakır görünürlük oranı değerleri için ANOVA tablosu.

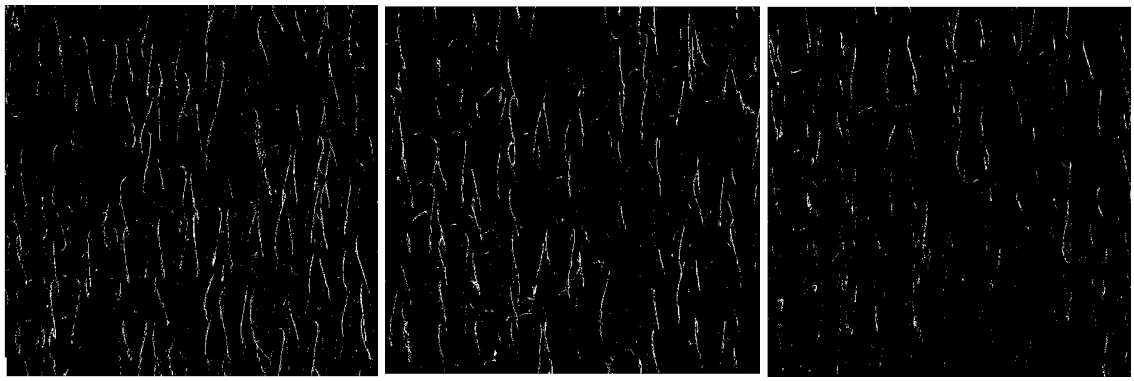
Faktörler	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Önem Derecesi
Tur, T	3.27	2	1.63	24.2	0.000
Üretim Tekniği, U	8	4	2	29.7	0.000
T x U	5.52	8	0.6903	10.2	0.000
Hata	14.14	210	0.06735		
Toplam	30.9	224			

Şekil 4.12'de görüldüğü gibi en yüksek bakır görünürlük oranı (%) değerleri çift iplikle çapraz sarımlı kaplama yöntemi ile üretilen ipliklerden örülen numune kumaşlardan elde edilmiştir. En düşük bakır görünürlük oranı (%) değerleri ise çift iplikle tek yönlü kaplama yöntemi ile üretilen ipliklerden örülen numune kumaşlardan elde edilmiştir (Şekil 4.13).



A B C

Şekil 4.12. 1A, 1B ve 1C kodlu numune kumaşlardan 136 pixel değerlerinde eşikleme sonucu oluşan sadece bakırların olduğu görüntü örneği.



A B C

Şekil 4.13. 5A, 5B ve 5C kodlu numune kumaşlardan 136 pixel değerlerinde eşikleme sonucu oluşan sadece bakırların olduğu görüntü örneği.

200 T/m ve 250 T/m büküm seviyesinde üretilen ipliklerden örülen numune kumaşların ortalama bakır oranı değerleri ile 300 T/m büküm seviyesinde üretilen ipliklerden örülen numune kumaşın ortalama bakır oranı değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemlidir. Ancak 200 T/m ve 250 T/m büküm seviyeleri arasında ortalama bakır oranı değerleri açısından anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Tablo 4.9'da görüldüğü gibi 300 T/m büküm seviyesinde bakır görünürlük oranının 200 T/m ve 250 T/m büküm seviyesine göre daha düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 4.9. Kumaş numunelerinin bakır oranı değerleri için SNK tablosu

Faktör	Faktör Seviyesi	Ortalama BGO (%)	Farklılık Derecesi
Üretim Tekniği	1. Üretim Tekniği	2.57	a
	2. Üretim Tekniği	2.34	b
	3. Üretim Tekniği	2.20	c
	4. Üretim Tekniği	2.13	cd
	5. Üretim Tekniği	2.02	d
Tur Sayısı (Tur/m)	200 (A)	2.37	a
	250 (B)	2.30	a
	300 (C)	2.08	b

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Çalışma kapsamında, 5 farklı yöntem, 3 farklı tur seviyesinde toplam 15 değişik tip metal içerikli kompozit iplik numuneleri, Ağteks "Directwist - 2B'' numune iplik makinesinde üretilmiştir. İplik numunelerine yapılan testler sonucunda; metal içerikli kompozit ipliklerin özgül gerilme ve kopma uzaması değerlerinin Ne 50 ve Ne 25 pamuk ipliğinde ölçülen değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Farklı yöntem ve farklı tur seviyelerinde üretilen kompozit ipliklerden örülen numune kumaşların yüzeyinde bakır görünürlük oranının azalması, kompozit ipliklerin özgül gerilme (cN/tex) değerindeki artış ile ilişkilidir. Kompozit ipliklerin kopma uzaması (%) değerindeki artış, farklı yöntem ve farklı tur seviyelerinde üretilen kompozit ipliklerden örülen numune kumaşların yüzeyinde bakır görünürlük oranının artması ile ilişkilidir. Büküm seviyesinin artması ile kopma uzaması ve özgül gerilme ortalama değerlerinin olumlu yönde arttığı görülmüştür. Ancak büküm seviyesinin young modülü üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olmadığı görülmüştür.

Üretilen metal içerikli kompozit iplikler ile elektromanyetik radyasyona karşı koruyucu özellikte örme kumaşlar geliştirilmiştir. Ekranlama etkinlik değerleri, koaksiyel tutucu metodu ile ölçülerek belirlenmiştir. SE ölçümlerine göre süprem örgü yapısında örülmüş kumaşlarda belirli frekanslarda ekranlama yapılabileceği görülmektedir.

5.2. Öneriler

Çalışmayı görsel olarak destekleyebilmek amacı ile kumaş numunelerinin optik mikroskopta 8 büyütme ile yapılarak görüntüleri alınmıştır ve kumaş yüzeyinde bakır görünürlük oranı CIE *(L*a*b*)* renk alanında eşikleme yöntemi tespit edilmiştir. Lab uzayının diğer bileşenleri de kullanılarak daha iyi eşikleme işlemleri yapılabilir. Diğer taraftan, eşikleme yerine segmentasyon algoritmaları kullanılarak görüntüler 3 ve üzeri sınıfa bölütlenerek daha üstün oran tespitleri yapılabilmesi mümkün olabilir. Ancak 8 büyütme ile kumaşın boyuna yönde çok küçük bir miktarı incelenebilmektedir. Ayrıca, iplik formunda numunelerin yüksek hızlarda görüntü kapasitesine sahip kameralı ve

uygulamalı görüntü işleme teknikleri ile incelenerek merkezdeki metalik malzemenin ne ölçüde kapanabildiği hususunun değerlendirilmesi önemlidir.

Metal içerikli kompozit ipliklerle ilgili olarak teknik performans kadar konfor performansı da son derece önemlidir. Bu ipliklerden üretilecek kumaşlar elektromanyetik ekranlama özelliğinin yanı sıra estetik ve konfor adına asgari düzeyde performans göstermelidir. Bu amaçla farklı üretim teknikleri ile üretilen kompozit ipliklerden örülen kumaşların yüzeyinde bakır görünürlük oranı tespiti için görüntü işleme tekniği kullandık. İleriki çalışmalarda kumaşların konfor özelliklerinin araştırılması ve yorumlanması, geliştirilen ürünlerin kullanılabilirliği açısından son derece önemlidir.

Çalışma kapsamında ekranlama etkinliği ölçümleri koaksiyel tutucu metoda göre yapılmıştır ve metal içerikli kompozit ipliklerden örülen süprem kumaşların ekranlama etkinliği ölçülmüştür. Gelecek çalışmalarda farklı tekniklerle daha yüksek frekanslar için ekranlama etkinliği tespit edilebilir ve ekranlama etkinliği sonuçları arasındaki ilişki incelenebilir. Elektromanyetik ekranlama özelliği açısından farklı örgü yapıları kullanılabilir.

Geliştirilen metal içerikli kompozit iplikler çeşitli akıllı tekstil ürünlerinin tasarım ve geliştirilmesinde kullanılabilir. Bu çalışmada bakır tel içerikli kompozit iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Paslanmaz çelik tel, gümüş tel gibi farklı metal içerikli kompozit iplikler denenebilir.

KAYNAKLAR

1. Özdemir, Ö., Aydın, N., 2002. Ring iplik makinesinde core iplik eğrilmesi üzerine deneysel çalışmalar. Tekstil ve Hazır Giyim Araştırma Dergisi, (13): 21-26.

2. Jurg, R., Bohrınger, A., 1999. Yarns and Fabrics Containing Elastane. Internatioanl Textile Bulletin, (1): 10-16.

3. Bayer., 1998. Dorlastan Product Information Dorlastan in the Field of Weawing. 14s.

4. DuPont Bulletin, 1997. Combined Elastic Yarns with Lycra Used in Weaving. 7s.

5. Babaarslan, O., Baykal, P.D., 1998. Tekstilde içi boş iğ tekniği ile üretilen katlı (sargı) iplik çeşitleri ve uygulama alanları. Tekstil Teknik Dergisi, (163): 43-48.

6. Leifeld, M., Gerig, M., Wulfhorst, B., 1998. Elastik kumaşlar için çevresi sarılı kombine iplik üretimi. Melliand Türkiye, (3):196-199.

7. Örtlek, H.G., Babaarslan, O., 2002. Elastan içerikli kombine iplik üretimi ve bu ipliklerin kullanımında karşılaşılan problemler. Tekstil Teknik Dergisi, (212): 114-138.

8. http://www.ssm.ch, Nisan 2011.

9. Kul, E., 2005. Pes/Vis/Elastan İçerikli İplik Tiplerinde Kalite İyileştirici Proses Çalışmaları ve Dokuma Kumaşlarda Kalite Analizi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 176s.

10. http://www.ruoss-kistler.ch/images/Zwirnerei/ Lexikon/dd-prinz.jpg, 2009.

11. Anonim, Volkmann / Saurer ElastoTwist® makine kataloğu.

12. Ülkü, Ş., Ömeroğlu, S., 2000. Askeri Amaçlı Teknik İpliklerin Dref İplikçilik Sistemi ile Üretimi. Lemas 2000 Sempozyumu.

13. Canoğlu, S., 2001. Dref 2000 iplik eğirme makinesi. Electronic Journal of Textiles (1): 21-27.

14. Babaarslan, O., 31Ekim 2006. Kısa Stapel İplik Sistemlerindeki Teknolojik Gelişmeler Ve Gelecek Eğilimleri Güncel Gelişmeler Çerçevesinde İplik Ve Terbiye Teknolojileri Semineri. TMMOB Tekstil ve Makine Mühendisleri Odası, Adana.

15. Zhang H., Xue Y., Wang S., 2006. Effect of filament over-feed ratio on surface structure of rotor-spun composite Yarns. Textile Research Journal, 76 (12): 922-923.

16. www.rieter.com Nisan 2011.

17. Hehl R., 2004. A New Elastic Rotor spun yarn. Asian Tex. Business, pp: 44-46.

18. Anonim, BT-924 Rieter Makine Kataloğu ve Teknolojik Verileri.

19. Ozdil, N., Ozdogan, E., Demirel, A., Oktem, T., 2005. A Comparative study of the characteristics of compact yarn-based knitted fabrics. fibers & Textiles in Eastern Europe, (13): 39-43.

20. Beceren, Y., Nergis, B. U., 2008. Comparison of the effects of cotton yarns produced by new, modified and conventional spinning systems on yarn and knitted fabric performance. Textile Research Journal, 78(4): 297-303.

21. Saki, Z., Johari, M. S., Etrati, S. M., 2009. Investigation of the ınternal structure and mechanical properties of RoCoS yarn. AUTEX 2009 World Textile Conference, Izmir, Turkey, pp: 1249-1252.

22. Ute, B. T., Kadoglu, H., 2009. A research on spinning cotton fibers by sirospun system. AUTEX 2009 World Textile Conference, , Izmir, Turkey, pp:1092-1097.

23. Nikolic, M., Stjepanovic, Z., Lesjak, F., and Stritof, A., 2003. compact spinning for ımproved quality of ring-spun yarns. fibers & Textiles in Eastern Europe, 11(4): 30-35.

24. Ömeroglu, S., 2002. Kompakt İplikçilik Sisteminde Üretilen İpliklerin Yapısal Özellikleri Ve Bazı Üretim Parametrelerinin Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Uludağ Üniversitesi, , PhD Thesis, Bursa, Türkiye.

25. Goktepe, F., Yilmaz, D., Goktepe, O., 2006. A comparison of compact yarn properties produced on different system. Textile Research Journal, 76 (3): 226-234.

26. Kılıç, G., 2010. Elektromanyetik Radyasyona Karşı Koruyucu Özellikte Antistatik Örme Kumaşların Üretimi İçin Farklı Kompozit İpliklerin Geliştirilmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 48s.

27. Lou, C. W., 2005. Process of complex core spun yarn containing a metal wire. Textile Research Journal, 75 (6): 466-473.

28. Artzt, P., 2003. Kompakt iplikçiliği daha ekonomik hale getirmenin yolları. Tekstil Maraton, (1) : 26-29.

29. Kleinheinz, J., 26-29 Ekim 2007. Rotocraft Rocos, ring iplik makinaları için kolayca takılabilen kompakt iplik sistemi. XI. Uluslar Arası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu.

30. Yılmaz, D., 2004. Farklı Kompakt Ring İplik Eğirme Sistemlerinin ve Elde Edilen İpliklerin Özelliklerinin Karşılaştırılması.Süleyman Demirel Ünivesitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 5s.

31. http://www.suessen.com, Nisan 2011.

32. Anonim, 2004. Rotorcraft RoCoS Kompakt İplik Eğirme Sistemine Ait Teknik Dokümanlar.

33. Babaarslan, O., 2009. Fantezi (Core-spun ve Şantuklu) İplik Üretimi için Konvansiyonel Ring İplik Eğirme Makinasının Modernizasyonu. Tübitak Araştırma Projesi Sonuç Raporu, , Proje No:107M134, (82s).

34. Weber, W., 1996. Lycra® Çekirdekli Core İpliklerin Modifiye Edilmiş Ring İplik Makinalarında Eğrilmesi. Tekstil Maraton Dergisi, (5): 85-90.

35. Anonim, 2003. Cognetex Com4Wool Kompakt İplik Eğirme Sistemine Ait Teknik Dokümanlar.

36. Örtlek, H.G., Kılıç, G., Bilgin, S., 2008. Vortex iplik eğirme sistemlerinde core-spun iplik üretimi. Tekstilde İplik ve Kalite Kontrol Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 1-9, Kahramanmaraş.

37. Ortlek, H. G., Ülkü, Ş., 2005. Effect of some variables on properties of 100 % cotton vortex spun yarn. Textile Research Journal, 75 (6): 458-461.

38. Ortlek, H. G., Ulku, S., 2007. Effects of spandex and yarn counts on the properties of elastic core- spun yarns produced on murata vortex spinner, Textile Research Journal, 77 (6): 432-436.

39. Wieckowski, T. W., Janukiewicz J. M., 2006. Methods for evaluating the shielding effectiveness of textiles. Fibres & Textiles in Eatern Europe, (14): (59).

40. Yaman, K., Sarucan, A., Atak, M., Aktürk, N., 2001. Dinamik çizelgeleme için görüntü işleme ve arıma modelleri yardımıyla veri hazırlama. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 16(1): 19-40.

41. Gonzales C. R., Woods E. R:, Eddıns L. S., 2009. Dıgıtal İmage Processing Using Matlab. Prentice Hall, 597s.

42. Önhon, N., 2006. Sahne Değişim Kestirim. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri, Enstitüsü,Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 8s.

43. http://www.brucelindbloom.com Haziran 2011.

44. Baxes, G. A. 1994. Digital İmage Processing, Principles And Applications. John Wiley & Sons, Inc.,452 s.